

Лекція 16. Засоби вимірювання витрат і кількості

1. Основні терміни і визначення.
2. Швидкісні і об'ємні лічильники.
3. Витратоміри змінного перепаду тисків.
4. Ротаметричні перетворювачі витрат.

1. Основні терміни і визначення

У харчовій промисловості основні технологічні процеси характеризуються змішуванням різних компонентів і складових сировини з метою отримання кінцевого продукту високої якості, у результаті чого збільшується актуальність вимірювання технологічних параметрів і особливо витрат. Використання витратомірів спрощує вирішення багатьох технічних задач по визначенню та контролю витрат пари, газу, води та інших енергоносіїв, дозволяє швидко визначити оптимальний технологічний процес в залежності від конкретних умов виробництва.

Вимірювання кількості та витрат рідин та газів в харчових виробництвах має важливе значення як для контролю результатів роботи виробництв, так і для управління технологічними процесами.

Витрата – це маса або об'єм речовини, яка проходить по поперечному розрізу транспортного каналу (трубопроводу) за одиницю часу. Одиниці вимірювань витрати об'ємні ($\text{м}^3/\text{с}$; $\text{л}/\text{с}$), масові ($\text{кг}/\text{с}$; $\text{т}/\text{с}$). витрати масові з об'ємними пов'язані залежністю:

$$F_m = F_o \rho, \quad (5.15)$$

де F_m і F_o - масова та об'ємна витрати; ρ - густина речовини, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Кількість – це маса або об'єм речовини, що проходить по поперечному розрізу транспортного каналу (трубопроводу) за одиницю часу.

Витрати вимірюються витратомірами.

Для вимірювання кількості рідин і газів використовуються тахометричні (швидкісні) та камерні (об'ємні) лічильники.

2. Швидкісні і об'ємні лічильники

Принцип дії об'ємних лічильників ґрунтується на вимірюванні об'єму рідини чи газу, витісненого із вимірювальної камери під впливом різниці тисків з наступним складанням цих результатів.

Швидкісні лічильники працюють за принципом вимірювання середньої швидкості потоку рідини чи газу в трубопроводі.

Швидкісні та об'ємні лічильники розраховані на робочий тиск рідини до 1 МПа і температуру до 40°C. Похибка лічильників становить $\pm 2,5-3\%$.

Крім лічильників для визначення кількості твердих та сипучих речовин, досить часто використовуються дозатори та вагові пристрої: механічні, автоматичні, неперервної та періодичної дії.

3. Витратоміри змінного перепаду тиску

Це найбільш поширений в даний час, метод вимірювання витрати рідини, пари і газу. В основу методу покладено залежність перепаду тиску на звужуючому пристрої, установленому на трубопроводі, від витрати вимірюваного середовища. Звужуючими пристроями можуть бути стандартні пристрої: діафрагми, сопла, подовжені та короткі сопла. Вентурі і нестандартні пристрої з гідравлічним опором (крани, клапани, заслінки, теплообмінники і ін.).

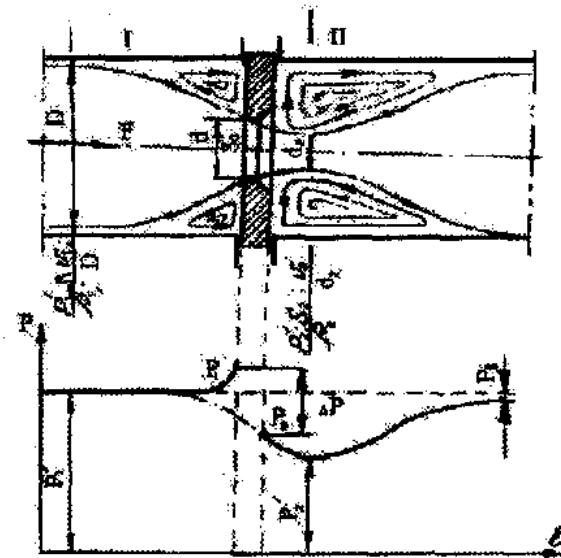


Рис.5.8. Профіль руху потоку через діаграму

На рис.5.8 профіль руху потоку через діаграму показано профіль руху потоку через діаграму, завихрення, а також розподіл тиску по довжині трубопроводу. Звуження потоку розпочинається перед діафрагмою, проходить діафрагму і по інерції зменшується в перерізі на певній віддалі за діафрагмою, а потім зростає в перерізі і поступово заповнює весь переріз трубопроводу. Перед діафрагмою і за нею утворюються зони з вихровим зустрічним рухом до основного потоку. Завихрення за діафрагмою значно більші, ніж перед діафрагмою. Зменшення площі поперечного перерізу потоку через діафрагму пов'язане як із збільшенням швидкості потоку і кінетичної енергії, так і зі зменшенням потенціальної енергії і відповідно статичного тиску вимірювального середовища. Тиск потоку перед діафрагмою дещо зростає за рахунок підпору перед діафрагмою і знижується до найменшого значення за діафрагмою, де буде найменша площа перерізу потоку, але найбільша його

швидкість. Потім по мірі заповнення трубопроводу середовищем тиск зростає, проте не досягає попереднього свого значення. Втрати частини тиску P_3 пов'язані головним чином з завихреннями та тертям.

Перепад тисків ($\Delta P = P_1 - P_2$) на діафрагмі залежить від швидкості потоку, який протікає по звужуючому пристрою, в свою чергу швидкість прямопропорційна витраті. Залежність між витратою рідини та перепадом тиску, виходячи з закону збереження енергії і нерозривності потоку, можна записати:

$$\text{для об'ємної витрати: } F_0 = a \cdot \epsilon \cdot S_0 \cdot \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}}, \quad (5.16)$$

$$\text{для масової витрати: } F_0 = a \cdot \epsilon \cdot S_0 \cdot \sqrt{2(P_1 - P_2) \cdot \rho}, \quad (5.17)$$

де a – коефіцієнт витрати; ϵ - коефіцієнт адіабатичного розширення; S_0 – площа прохідного отвору діафрагми; ρ - густина середовища.

Таким чином, перепад тиску на звужуючому пристрої є мірою витрати речовини, яка проходить по трубопроводу з встановленою діафрагмою.

4. Ротаметричні перетворювачі витрат

Витратоміри постійного перепаду тиску (ротаметри) використовуються для вимірювання витрати однорідних і чистих рідин та газів. Широко використовуються ротаметри в виноробній та спиртовій промисловості. Принцип дії ротаметрів заснований на залежності витрати речовини від вертикального переміщення обтічного буйка, що призводить до зміни прохідного перерізу між буйком і конусним корпусом.

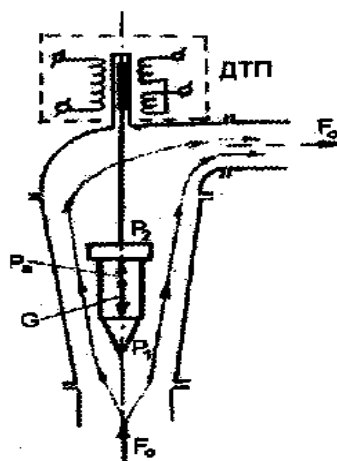


Рис. 5.9. Ротаметр

Ротаметром (рис. 5.9) називають витратомір, первинний перетворювач якого являє собою вертикальну конусну трубу 1, в якій під дією потоку рідини чи газу переміщується буйок 2. Буйок переміщується до тих пір, поки площа

кільця між буйком і корпусом не досягне такого значення, при якому не наступить рівновага діючих на буйок сил. Буйок при цьому замирає в зрівноваженому стані на висоті, пропорційній витраті.

Промисловістю випускаються ротаметри скляні типу РМ і РМФ та ротаметри із нержавіючої сталі, звичайні, з обігрівом і футеровані фторопластом з електро- та пневмоперетворювачами типів РЕТММ, РПММ. Клас точності ротаметрів 1,5 і 2,5. Максимальна витрата становить 63 м³/год.