

ЛЕКЦІЯ № 10

РОЗРАХУНОК ОБОЛОНОК ПРОМИСЛОВИХ ЄМНОСТЕЙ

ПЛАН

- 1 Особливості виготовлення робочих ємностей харчових машин
- 2 Розрахунок оптимальних розмірів посудин, плоских днищ та кришок

У харчовій промисловості застосовується велика кількість резервуарів і посудин циліндричної і прямокутної форми як для обробки в них продуктів, так і для їх зберігання. Резервуари і посудини виготовляються з різного матеріалу (сталі, мідь, алюміній) частіше всього методом зварки.

Циліндричні апарати:

1. Вертикальні відкриті (одно- і двостінні)
2. Вертикальні закриті (одно- і двостінні)
3. Горизонтальні відкриті (одно- і двостінні)
4. Горизонтальні закриті (одно- і двостінні)
5. Прямокутні апарати з плоским днищем
- 5.1 Одностінні відкриті
- 5.2 Одностінні закриті
- 5.3 Двостінні (з сорочкою)

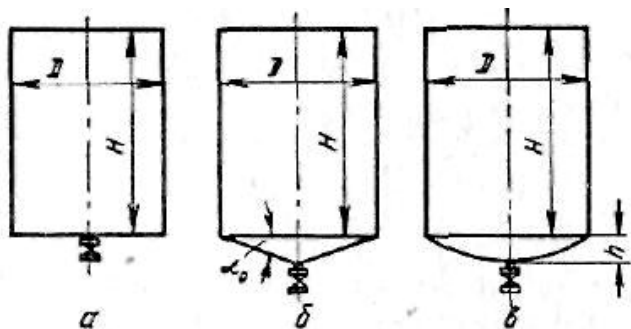


Рисунок 1 – Схеми апаратів з різними формами днищ:

а – з плоским; б – з конічним; в – з сферичним.

Днища циліндричних посудин виготовляють:

1. плоскими,
2. конічними,
3. або сферичними.

Питома витрата металу для циліндричних посудин складає від 18 до 50 кг/м³ місткості, для прямокутих – 90 – 130 кг/м³.

Прямокутні посудини мають ряд переваг перед циліндричними. Застосування їх вважається за доцільне в тому випадку, якщо збільшення витрати металу компенсується експлуатаційними зручностями або якщо необхідно раціональніше використовувати внутрішній об'єм посудини.

Для зниження собівартості циліндричних і прямокутних посудин бажано додати їм такі пропорції, при яких витрати листового металу і відходи при розкроюванні були б мінімальні. З метою спрощення завдання звичайно приймають ряд припущень і умовностей. При розрахунку оптимальних розмірів не враховують витрати металу на пристрої елементів жорсткості посудини, на опори, люки, лази і ін., а товщину стінок корпусу, днища і кришки посудини приймають однаковою.

РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМІВ

Об'єм продукту, м³

$$V_0 = \frac{G_0}{\rho} \quad (1)$$

де G_0 – маса продукту, що вміщується в апарат, **кг**;

ρ – густина продукту, **кг/м³**

Внутрішній об'єм апарата, м³

$$V = \frac{V_0}{k} \quad (2)$$

де k – коефіцієнт заповнення, що характеризує ступінь використання геометричної місткості апарату.

РОЗРАХУНОК ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ ЄМНОСТЕЙ

за конструктивних умов

Циліндричні вертикальні ємності

Діаметр ємності (рис. 1)

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{\frac{\pi}{4} K + K_2}} \quad (3)$$

де K – коефіцієнт, що приймається з конструктивних міркувань.

$$K = \frac{H}{D} \quad (4)$$

K_1, K_2 – коефіцієнти, що враховують форму днищ.

Висота циліндричної частини ємності, m

$$H = KD \quad (5)$$

Циліндричні горизонтальні ємності

Діаметр апарату

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{\frac{\pi}{4} K + 2K_2}} \quad (7)$$

де K – відношення довжини циліндрової частини корпусу до діаметра (приймається за конструктивних умов).

Довжина циліндричної частини апарату

$$L = KD. \quad (8)$$

Найбільша висота рідини в апараті, м

$$H_0 = \frac{D}{2} \left(1 \pm \cos \frac{\varphi}{2} \right) \quad (9)$$

де φ – центральний кут, який визначається по величині коефіцієнта заповнення, град

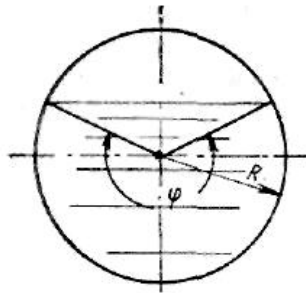


Рисунок 2 – Перетин горизонтального циліндричного апарату

Ємності прямокутної форми

Об'єм апарату

$$V = abh \quad (10)$$

де a, b – сторони основи, м;

h – висота, м.

**Методика підбирання листів прокату, по заданих габаритах
оболонки**

2.2 Основи розрахунку обертових оболонок

Класифікація машин з обертовими оболонками

У багатьох галузях харчової промисловості знаходять широке застосування машини з оболонками, що обертаються, що суміщають процес

перемішування сипких продуктів з їх механічною, тепловою або хімічною обробкою.

Розрізняють наступні групи цих машин.

1. **Машини з горизонтальною віссю обертання барабана.** В цих машинах продукт при обертанні барабана або зовсім не переміщується в осьовому напрямі або переміщується під впливом зовнішніх сил (потік газу в горизонтальному сушильному барабані, дія спрямовуючих елементів барабана – спіралей, похилих лопаток) або під впливом підпору продукту, що безперервно надходить до барабану.
2. **Машини з похилою віссю обертання барабана.** Сюди відносять машини, в яких сипкий продукт безперервно переміщається в осьовому напрямі під впливом сили тяжіння продукту.

Важливим чинником є **швидкість обертання барабанів.**

Критичною швидкістю обертання барабана називається така, при якій відцентрова сила, притискуючи частинки продукту до стінки барабана, піднімає їх на 180° , тобто в найвище положення.

Основи розрахунку вузлів машин з обертовими оболонками

Корпус барабана

Корпуси барабанів виготовляють з листової низьковуглецевої сталі.

Товщину стінок корпусу при орієнтовному розрахунку можна брати рівною

$$\delta = (0,005 \dots 0,007) D_{\text{в}}$$

Момент вигину для барабанів з бандажами, закріпленими на кінцях барабанів, рівний

$$M = \frac{PL}{8}$$

де L – довжина завантаженої частини барабана, м;

P – навантаження, Н.

Бандажі вигідніше розташовувати не на кінцях барабана, а на відстані **0,207 L** від кінців. Тоді відстань між опорами (тобто бандажами) буде рівна **0,586 L** і момент вигину прийме мінімальне значення

$$M_{min} = \frac{PL}{47}$$

Барабани великого діаметру доцільно в цілях збереження правильної форми циліндра підсилювати кільцями жорсткості. Кільця приварюються до корпусу барабана через кожні 2 – 3 м по довжині барабана.

Бандажі

Бандажі це сталеві кільця різних профілів, що насаджуються на барабан жорстким або вільним кріпленням.

Жорстке кріплення бандажів частіше всього застосовують для важких барабанів.

Для барабанів великого діаметру доцільно застосовувати бандажі з вільним кріпленням. На сушильних барабанах, корпус яких піддається значному і нерівномірному по довжині нагріванню, при вільній посадці бандажів слід передбачати температурні зазори щоб уникнути виникнення великої напруги.

Ширину бандажа b можна визначити за формулою

$$b = \frac{P_1}{P}$$

де P – припустиме питоме навантаження на 1 см довжини лінії торкання бандажа по поверхні ролика;

P_1 – реакція опорного ролика, Н.

Рекомендується приймати припустиме питоме навантаження при числі оборотів барабана до 3 – 4 об/хв не більше 2,4 МН/м.