

## Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Устаткування хімічних виробництв»

Теми практичних занять:

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок валкової дробарки	4
2	Розрахунок щоклової дробарки	4
3	Розрахунок перемішувачів пристроїв	4
4	Розрахунок фільтруючої центрифуги	4
5	Розрахунок вакуум-фільтра	4
6	Розрахунок двошнекового екстрактора	4
7	Розрахунок прес-гранулятора	4
8	Розрахунок барабанної сушарки	4
	Всього	32

**Технологічний апарат** (від латин. apparatus - устаткування) — цей пристрій, пристосування, устаткування, призначене для проведення технологічних процесів.

В апаратах здійснюються процеси, що проходять за рахунок хімічних, біохімічних або других подібних реакцій або зв'язані з впливом на оброблюваний об'єкт силового поля (теплого, електричного, гравітаційного).

Характерною ознакою апаратів є наявність реакційного простору або робочої камери.

Усе різноманіття основних процесів будь-яких технологій залежно від закономірностей їх протікання можна звести до п'яти основних груп: гідромеханічні, теплообмінні, масообмінні, механічні, біохімічні.

**Гідромеханічні процеси** — це процеси, швидкість яких визначається законами механіки і гідродинаміки. До них відносяться процеси переміщення рідин і газів по трубопроводах і апаратах, перемішування в рідких середовищах, розподіл суспензії і емульсії шляхом відстоювання, фільтрування, центрифугування, псевдозрідження зернистого матеріалу.

**Теплообмінні процеси** — це процеси, пов'язані з перенесенням теплоти від більш нагрітих тіл (чи середовищ) до менш нагрітих. До них відносяться процеси нагрівання, пастеризації, стерилізації охолодження, конденсації, випарювання і т. п. Швидкість теплових процесів визначається законами теплопередачі.

**Масообмінні, або дифузійні, процеси** — процеси, пов'язані з перенесенням речовини в різних агрегатних станах з однієї фази в іншу. До них відносяться абсорбція і десорбція, перегонка і ректифікація, адсорбція,

екстракція, розчинення, кристалізація, зволоження, сушка, сублимація, діаліз та ін. Швидкість масообмінних процесів визначається законами масообміну.

**Механічні процеси** - це процеси чисто механічної взаємодії тіл. До них відносяться процеси подрібнення, класифікації (фракціонування) сипких матеріалів, пресування та ін.

**Хімічні і біохімічні процеси** — процеси, пов'язані зі зміною хімічного складу і властивостей речовини, швидкість протікання яких визначається законами хімічної кінетики

*По ступені автоматизації* обладнання виробництв може бути поділене на: автоматичне, напівавтоматичне (всі технологічні операції і в більшій степені допоміжні виконуються без втручання людей).

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА**

### **ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ, РІЗАННЯ ТА ПЕРЕТИРАННЯ.**

#### **РОЗРАХУНОК ВАЛКОВОЇ ДРОБАРКИ**

Валкові дробарки належать до групи дробарок роздавлювальної і роздавлювально-розтиральної дії, в яких подрібнювання матеріалу здійснюється роздавлюванням між двома робочими поверхнями. Для цього у валкових дробарок використовується пара валків, які обертаються один назустріч другому. Валки змонтовані в підшипниках. Підшипники одного з валків є нерухомими, а другого переміщуються в певному напрямку. Тим самим встановлюється необхідна щілина між валками. Пружини, які діють на рухомий підшипник, забезпечують необхідний тиск і запобігають руйнуванню дробарки у випадку потрапляння металевих предметів у щілину. Подрібнювальний матеріал, який знаходиться у бункері над валками, повинен бути рівномірно розподілений по довжині валків. Шматки матеріалу захоплюються валками і подрібнюються між ними, тобто втягуючі сили повинні бути більше за тих, що виштовхують. Оптимальний кут затягнення, при якому частинки втягуються в щілину між валками, визначається діаметром валків, розмірами щілини і шматків матеріалу.

Тобто, при фіксованому зазорі встановлюється певне співвідношення між діаметром валків і розміром частинок.

Валки, які безпосередньо подрібнюють матеріал, можуть мати різну швидкість обертання. У цьому випадку поряд з роздавлюванням має місце переміщення і розтирання матеріалу. Валкові дробарки широко застосовуються для середнього і мілкового подрібнення твердих і в'язких матеріалів. Подрібнювальні валки виконуються з гладенькими, рифленими або зубчастими поверхнями. Для підвищення ступеня подрібнення кількість валків збільшують, і по напрямку переміщення матеріалу зменшують щілину між ними. Комбінуючи кількість пар валків, їх розташування, розмір, форму і профіль рифлів, можна одержати різні конструкції дробарок, які забезпечують подрібнення роздавлюванням, розтиранням та розколюванням. Знімають

прилиплий продукт з поверхні гладких валків ножами, а з поверхні рифлених – щітками.

Дробарки з гладенькими валками застосовуються для подрібнення твердих матеріалів. Максимальний розмір шматків матеріалу для дробарок з гладенькими валками ( $d$ ):

$$d = \frac{D}{20},$$

де  $D$  – діаметр валків, що відповідає кутові захвату  $\alpha = 18 \div 20^\circ$ . Ступінь подрібнення

$$i = \frac{d}{b} = 3 \div 4,$$

де  $b$  – відстань між валками.

Дробарки з зубчастими валками застосовуються в основному для крупного подрібнення крихких або в'язких матеріалів. Для цих дробарок приймається:

$$d = \frac{D}{10}; \quad i = 10 \div 12.$$

Частота обертання гладеньких валків розраховується за формулою

$$n \leq 100 \sqrt{f/D \cdot d \cdot \rho}, \quad \text{об./хв.}$$

де  $f=0,3-0,35$  – коефіцієнт тертя матеріалу;

$D$  – діаметр валка, м;

$d$  – максимальний розмір шматка матеріалу, м;

$\rho$  – густина матеріалу,  $\text{кг/м}^3$ .

Масова продуктивність валкових дробарок, враховуючи, що ширина вивантажувальної щілини  $b$  під дією пружин збільшується приблизно на 25%, визначається за формулою

$$G = 1,25\pi \cdot D \cdot l \cdot b \cdot n \cdot \rho \cdot \psi, \quad \text{кг/с},$$

де  $l = (0,5 \div 0,7)D$  – довжина валків, м;

$b$  – початкова ширина вивантажувальної щілини, м;

$\psi$  – коефіцієнт, що враховує ступінь розпушення матеріалу і неповне використання довжини валків;

$\psi = 0,2 \div 0,3$  – при подрібненні твердих порід;

$\psi = 0,4 \div 0,6$  – при подрібненні в'язких матеріалів.

Потужність електродвигуна дробарки вираховується за формулою:

$$N = 720 D \cdot l \cdot n \left( d + \frac{D^2}{120} \right), \quad \text{кВт},$$

де  $D$  – діаметр валків, м;

$l$  – довжина валків, м;

$n$  – частота обертання валків, об./с;

$d$  – максимальний початковий розмір шматків матеріалу, м.

При подрібненні матеріалів середньої твердості потужність можна визначити за емпіричним рівнянням:

$$N = 150 D \cdot l \cdot n \cdot k, \text{ кВт},$$

де  $k = 0,06 d/b + 0,15$  – коефіцієнт, що враховує ступінь подрібнення.

При подрібненні дуже крихких матеріалів для розрахунку потужності рекомендується рівняння:

$$N = 0,43 G \frac{d}{b}, \text{ кВт},$$

де  $G$  – продуктивність дробарки, кг/с.

Розпірні зусилля, що виникають при подрібненні матеріалу в дробарці з гладенькими валками, визначаються за формулою

$$P_p = k_1 \cdot D \cdot l \cdot \sigma, \text{ Н},$$

де  $k_1$  – коефіцієнт, що враховує площу контакту матеріалу з валками:

$D, \text{ мм}$	– 500	500÷900	>900
$k_1$	– 0,002	0,003	0,0056

де  $\sigma$  – межа міцності матеріалу, Н/м<sup>2</sup>;

$\sigma = 16 \cdot 10^7$  – для твердих матеріалів;  $\sigma = 4,5 \cdot 10^7$  – для в'язких матеріалів.

### **Контрольні завдання**

За вихідними даними, наведеними в табл.1, розрахувати масову продуктивність, потужність приводу та розпірні зусилля при подрібненні твердого матеріалу в дробарці з гладенькими валками.

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку валкових дробарок

<i>Варіант завдання</i>	<i>d, мм</i>	<i>D, мм</i>	<i>l, мм</i>	<i>ρ, кг/м<sup>3</sup></i>	<i>ψ</i>
1	2	3	4	5	6
<b>1</b>	<b>10</b>	<b>200</b>	<b>150</b>	<b>3100</b>	<b>0,25</b>
<b>2</b>	<b>18</b>	<b>400</b>	<b>200</b>	<b>2500</b>	<b>0,2</b>
<b>3</b>	<b>28</b>	<b>550</b>	<b>350</b>	<b>2100</b>	<b>0,35</b>
<b>4</b>	<b>32</b>	<b>600</b>	<b>400</b>	<b>2600</b>	<b>0,26</b>
<b>5</b>	<b>33</b>	<b>650</b>	<b>400</b>	<b>2500</b>	<b>0,2</b>
<b>6</b>	<b>35</b>	<b>750</b>	<b>500</b>	<b>2100</b>	<b>0,25</b>
<b>7</b>	<b>37</b>	<b>800</b>	<b>500</b>	<b>1950</b>	<b>0,28</b>
<b>8</b>	<b>40</b>	<b>900</b>	<b>500</b>	<b>2300</b>	<b>0,32</b>
<b>9</b>	<b>44</b>	<b>850</b>	<b>500</b>	<b>1600</b>	<b>0,25</b>
<b>10</b>	<b>45</b>	<b>900</b>	<b>450</b>	<b>1750</b>	<b>0,30</b>

## Рекомендована література

### Базова література

- Горбатюк В.И. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Колос, 1999.– 335 с.
- Мірончук В.Г., та ін. Розрахунки обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2004. –288 с.
- Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник. За ред. проф. І.Ф. Малежика. К.: НУХТ, 2003.– 400 с.
- Павлов К.Ф., Романков П. Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов в химической технологии. Л.: Химия, 1987. –576 с.
- Ситар В.І., Бурмістр М.В., Кузяєв І.М. Побудова елементів САПР при моделюванні та проектуванні обладнання хімічної промисловості за допомогою пакета Mathcad. Дніпропетровськ: УДХТУ, 2004.– 317 с.
- Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомолів В.П. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств: Навч. Посібник. Х.: Еспада, 2005. –432 с.
- Стабников В.Н., Баранцев В.И. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Легкая и пищевая п - ть, 1983.– 328 с.

### Допоміжна література

- Остриков А.Н., Абрамов О.В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. СПб.: Гиорд, 2004.– 352 с.
- Кафаров В.В. Основы массопередачи. М.: Высш. шк, 1979.– 439 с.
- Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. М.: Химия, 1985.– 448 с.
- Гухман А.А. Введение в теорию подобия. М.: Высш. шк, 1973.– 296 с.
- Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. М.: Энергия, 1977.– 344 с.
- Соколов В.Н., Яблокова М.А. Аппаратура микробиологической промышленности. Л.: Машиностроение, 1988.– 278 с.
- Бортников И.И., Босенко А.М. Машины и аппараты микробиологических производств. Минск.: Высш. шк, 1982.– 288 с.
- Соколов В.И. Центрифугирование. М.: Химия, 1976. –408 с.

- Шлипченко З.С. Насосы, компрессоры, вентиляторы. К.: Техніка, 1976. –368с.
- Лунин О.Г., Вельтинцев В.Н. Теплообменные аппараты пищевой промышленности. М.: Агропромиздат, 1987. –239 с.
- Гинзбург А.С. Расчет и проектирование сушильных аппаратов пищевой промышленности. М.: Агропромиздат, 1985. –336 с.
- Стабников В.Н. Перегонка и ректификация спирта. М.: Пищепромиздат, 1962.– 373 с.
- Циганков П.С. Ректификационные установки спиртовой промышленности. М.: Легкая и пищевая пром - ть, 1984.– 336 с.
- Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации. – СПб.: ГИОРД, 1999. – 80с.