

16.02.24.

25 група

Процеси випарювання та упарювання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИПАРЮВАННЯ

Мета роботи: Дослідити процес концентрування розчину на прикладі концентрування розчину солі Na_2SO_4 . Встановити залежності температури кипіння від концентрації розчину .

1 Основні теоретичні відомості

Процес випарювання відіграє велику роль у багатьох галузях промисловості. Процес випарювання у біотехнологічній та мікробіологічній промисловості застосовують для різних цілей. Проте суть його завжди лишається у видаленні з розчину нелеткої речовини леткого розчинника при температурі кипіння. Остання умова встановлює відмінність між процесами випаровування і випарювання.

Рідка фаза – чи то чистий розчинник, чи то розчин – утворює другу фазу (пару) незалежно від температури рідкої фази. Над рідкою фазою утворюється парова фаза. Процес пароутворення до настання моменту кипіння називають *випаровуванням*. Механізм процесу випаровування з точки зору молекулярно-кінетичної теорії можна уявити так. Молекули рідини на поверхні поділу двох фаз перебувають у русі, інтенсивність якого залежить від температури. Частина молекул, що має більшу швидкість, вилітає з рідини і стає вільною. Чим вища температура рідини, тим більше молекул вилітає в паровий простір. Пружність пари при цьому зростає.

Процес випаровування, таким чином, поверхневий і розвивається на межі двох фаз. Інтенсивність його залежить від умов на поверхні поділу двох фаз. Тут, якщо випаровування відбувається у відкритій посудині, відіграє роль швидкість руху повітря над поверхнею поділу фаз. По суті – це процес дифузійний. З випаровуванням ми зустрінемося далі при вивченні процесу сушіння. Якщо підводити тепло до рідкої фази, то в якийсь момент температура рідини перестане підвищуватись

Процес утворення пари під час кипіння називають *випарюванням*.

Просте випарювання здійснюється на установках невеликої продуктивності, коли економія тепла не має великого значення. Крім того, просте випарювання на установках періодичної дії виправдовує себе у випадку випарювання розчинів, що відрізняються високою депресією.

Просте випарювання проводиться або безперервним методом, або періодичним. Проведення періодичного процесу можливо двома прийомами: з одноразовим завантаженням вихідного розчину або з порційним завантаженням.

Випарювання ведуть як під атмосферним, так і під підвищеним або пониженим тиском. У першому випадку утворену вторинну пару виводять в атмосферу. При випарюванні під пониженим тиском вакуум в апараті створюють за рахунок конденсації вторинної пари в конденсаторі. Гази, що не конденсуються (звичайно повітря) видаляють із конденсатора вакуум-насосом, завдяки чому забезпечується підтримка вакууму в системі.

Вакуум-випарка дозволяє понизити температуру кипіння розчину, а також збільшити різницю температур між гріючим агентом і киплячим розчином, що дає можливість зменшити поверхню теплообміну.

У промисловості широко застосовують як однокорпусні, так і багатокорпусні випарні установки. Багатокорпусні випарні установки складаються з декількох (2-6) з'єднаних один з одним апаратів (корпусів). Прямоточні установки працюють під тиском, що понижується від першого корпусу до останнього. У таких установках вторинна пара, що утворюється в кожному попередньому корпусі, використовують для обігріву наступного корпусу. Свіжою парою обігрівають тільки перший корпус.

У багатокорпусних установках здійснюють багаторазове використання тієї ж самої кількості теплоти (теплоти, що віддається гріючою парою у першому корпусі), що дозволяє значно зменшити кількість споживаної свіжої пари, тобто підвищити техніко-економічні показники установки.

Для обігріву випарних апаратів найчастіше застосовують водяну пару, але можуть бути використані топкові гази та високотемпературні теплоносії (дифенильна суміш, перегріта вода, масло), а також електричний обігрів.

Матеріальний баланс простого випарювання може бути виражений двома

рівняннями:

$$G_n = G_k + W \quad (3.3)$$

та

$$G_n x_n = G_k x_k + W \quad (3.4)$$

де G_n – початкова кількість розчину; G_k – кількість упареного розчину; W – кількість води, що випарюється; x_n і x_k – відповідно початкова і кінцева концентрація розчину по масі, %. Зіставляючи рівності (3) і (4), знайдемо:

$$W = G_n (1 - x_k) \quad (3.5)$$

$$= G_n \frac{x_n - x_k}{x_n}$$

та

$$G_k = G_n \frac{x_n - x_k}{x_n} \quad (3.6)$$

$$G_n = \frac{G_k x_n}{x_n - x_k}$$

Теплоємність водяних розчинів при концентрації x нижче 20% може бути розрахована по формулі:

$$c' = (1 - x) \cdot 4,19 \cdot 10^3 \quad (3.7)$$

100

2 Опис експериментальної установки

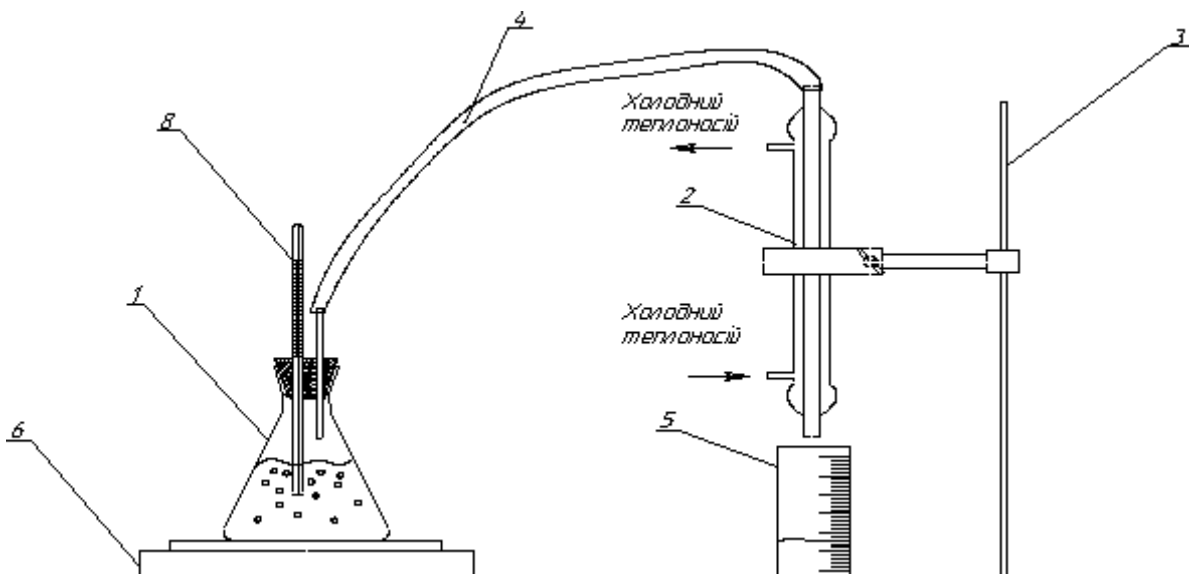


Рис. 3.4. Схема лабораторної установки

1– термостійка колба з пробкою; 2 - скляний холодильник-конденсатор; 3 - штатив;

4 - з'єднувальні трубки; 5 - мірний циліндр для збору конденсату; 6 - пристрій для нагріву; 7 - ємність для приготування розчину; 8 - термометр для вимірювання температури кипіння рідини.

3 Техніка безпеки

Нагрів термостійкої колби може бути ввімкнутий тільки при наявності розчину в колбі.

Перед початком експерименту потрібно пересвідчитись у відсутності нещільностей в трубопроводах, вентилях, кранах та їх справності.

Виконання техніки безпеки при роботі з електронагрівальними приладами та при роботі з скляним хімічним посудом та обладнанням.

4 Методика проведення досліджень та основні виміри

Залити в термостійку колбу 450 мл розчину. Герметично закрити колбу пробкою, в якій вмонтовано термометр та трубку для відведення пари. Помістити колбу на нагрівальний пристрій та ввімкнути його **(нагрівальний пристрій вмикається лише з дозволу викладача)**.

Після вмикання та прогріву пристрою 6 у термостійкій колбі 1 закипає розчин. Температура кипіння розчину вимірюється за допомогою термометра 8. Пари розчинника з колби 1 через трубку 4 надходить у внутрішню трубку конденсатора 2, в міжтрубний простір якого поступає холодний теплоносій. Пара конденсується та стікає по внутрішній трубці конденсатора у ємність для збору конденсату 5.

При проведенні досліджень проводяться наступні заміри:

- початкова температура t_n , °C;
- час проведення досліду T, c;

- температуру киплячого розчину $t_{\text{кип}}$, °C;
- кількість конденсату $V_e, \text{м}^3$
- температуру конденсату $t_{\text{конд}}$, °C.

Результати замірів заносяться до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення, отримані при дослідженнях

№ п/п	Час досліду τ , с	Об'єм конденсату $V_v, \text{м}^3 \cdot 10^6$	Температура киплячого розчину $t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$	Температура конденсату $t_{\text{конд}}, ^\circ\text{C}$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Внутрішній діаметр колби $D=0,1$ м.