

16.02.23.

15 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:

$$G_H = G_K + W \quad (3.3)$$

та

$$G_H x_H = G_K x_K, \quad (3.4)$$

де G_H – початкова кількість розчину; G_K – кількість упареного розчину; W –

кількість води, що випарюється; x_H і x_K – відповідно початкова і кінцева концентрація розчину по масі, %. Зіставляючи рівності (3) і (4), знайдемо:

$$W = G (1 - x_H) \quad (3.5)$$

$$x_H \quad x_K$$

та

$$x = G \cdot x_n \quad (3.6)$$

$$c' = \frac{G - W}{G} \cdot 4,19 \cdot 10^3$$

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

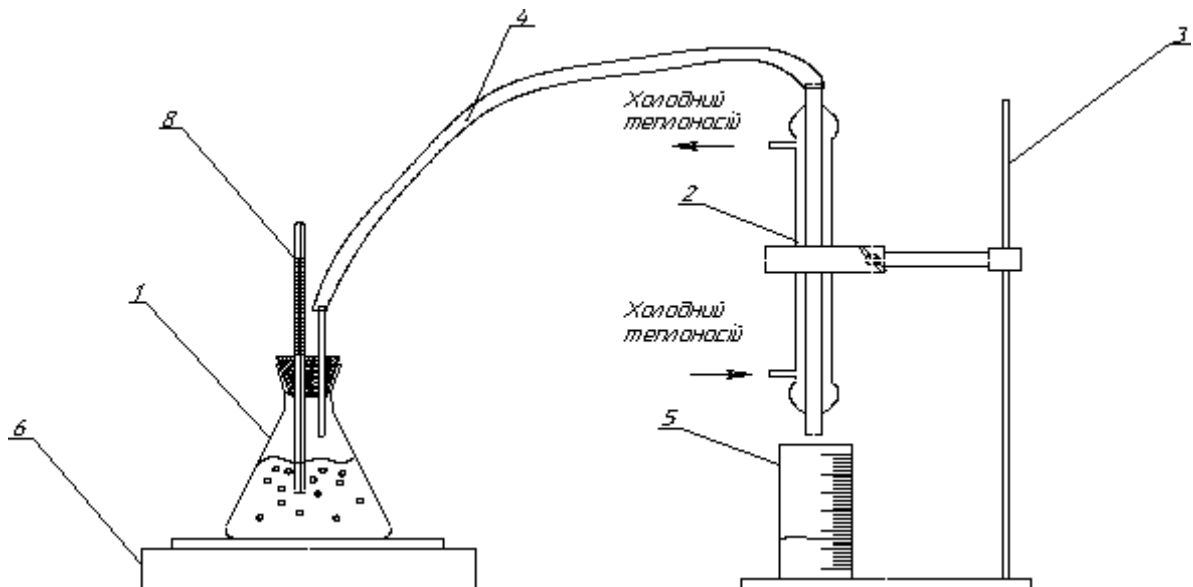


Рис. 3.4. Схема лабораторної установки

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 теплоносіє. Пара конденсується та стікає по внутрішній трубці конденсатора у ємність для збору конденсату 5.

При проведенні досліджень проводяться наступні заміри:

- початкова температура розчину t_n , °C ;
- час проведення досліду T , с ;
- температуру киплячого розчину $t_{\text{кип}}$, °C ;
- кількість конденсату $V_{\text{с}}$, м³ ;
- 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.