

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Кафедра ХІМІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ІНСТРУКЦІЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 24

**«ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ АДСОРБЦІ
В КИПЛЯЧОМУ ШАРІ АДСОРБЕНТА»**

Львів-2013

1. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Адсорбція – процес вибіркового поглинання одного або кількох компонентів з газової або рідкої фази поверхнею твердого поглинача. Адсорбція широко використовується в хімічній, нафтохімічній, харчовій та інших галузях виробництва. Під час адсорбції досягається високий степінь розділення газових чи рідких сумішей. В якості адсорбентів використовуються тверді тіла, які мають велику питому поверхню: активоване вугілля, силікагель, цеоліти та інш. Так, наприклад, питома поверхня активованого вугілля різних марок має межі 600-1700 м²/г, силікагелю, залежно від розмірів частинок – 400-770 м²/г. Великі питомі поверхні адсорбентів обумовлені їх мікроструктурою.

В хімічній промисловості використовуються абсорбери періодичної і безперервної дії. Найбільш широке використання знаходять адсорбери неперервної дії, зокрема, адсорбери з киплячим шаром адсорбенту. В апараті безперервної дії відбуваються такі процеси: власне адсорбція; десорбція; охолодження; адсорбція. При проходженні процесу адсорбції концентрація сорбтиву в адсорбенті безперервно збільшується. При досягненні рівноваги між газовою фазою та адсорбентом вона досягає максимально можливого значення в даних умовах. Цей граничний вміст сорбтиву в 1 кг адсорбенту, який відповідає повному насиченню адсорбенту поглинаючою речовиною, називається статичною активністю адсорбенту. Статична активність адсорбенту залежить від структури адсорбенту, а також від природи адсорбуючої речовини і її парціального тиску (концентрації) в газовій фазі, температури.

Для даного сорбтиву і даного адсорбенту статична ємність z^* , яка досягається при встановленні рівноваги між газовою та твердою фазами, є функцією тільки для двох змінних – температури (Т) та парціального тиску (Р) або концентрації (х) сорбтиву в газовій фазі:

$$z^* = f(p, T) \text{ або } z^* = f(x, T) \quad (1)$$

При постійній температурі Т статична ємність z^* залежить тільки від парціального тиску або концентрації сорбтиву:

$$z^* = f(p)_T \text{ або } z^* = f(x)_T \quad (2)$$

Рівняння (2), яке характеризує рівноважні концентрації сорбтиву в обох фазах, називають рівняннями ізотерми адсорбції.

Адсорбційні процеси проходять шляхом пропускання паро-газового потоку через шар адсорбенту.

В даній роботі вивчається процес водяної пари з повітря силікагелем в протитечійній адсорбційній колоні неперервної дії з киплячим шаром адсорбенту. Для побудови ізотерми адсорбції згідно з рівнянням (2) у табл. 1 наведені такі дані:

Таблиця 1

Z^*	$\frac{\text{кг. вод. пари}}{\text{кг. силікагелю}}$	0	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15
$x \cdot 10^3$	$\frac{\text{кг. вод. пари}}{\text{кг. сух. пов.}}$	0	1,87	3,75	5,84	7,55	9,45

Вологе повітря рухається зверху вниз із зменшенням вологовмісту від $X_{\text{п}}$ до $X_{\text{к}}$, в протилежному напрямку рухається силікагель, концентрація водяної пари в якому збільшується від $Z_{\text{п}}$ до $Z_{\text{к}}$. Масову витрату водяної пари M за одиницю часу з повітря в силікагель можна визначити за рівнянням матеріального балансу:

$$M = G \cdot (X_{\text{п}} - X_{\text{к}}) = L \cdot (Z_{\text{к}} - Z_{\text{п}}), \quad (3)$$

або рівнянням масопередачі, коли відомі K_x , F і $\Delta X_{\text{сеп}}$.

$$M = K_x \cdot F \cdot \Delta X_{\text{сеп}}, \quad (4)$$

де K – коефіцієнт масопередачі, $\text{кг} \cdot (\text{м}^2 \cdot \text{с})$; F – поверхня масопередачі, м^2 ; $\Delta X_{\text{сеп}}$ – середня рушійна сила масопередачі, $\frac{\text{кг. вод. пари}}{\text{кг. сух. пов.}}$; G – витрата інертної газоповітряної суміші, кг/с ; L – витрата силікагелю, кг/с .

Необхідна площа поверхні масопередачі розраховується за формулою:

$$F = 0,785 \cdot D^2 \cdot h \cdot a \quad (5)$$

a – питома поверхня адсорбенту, $\text{м}^2/\text{м}^3$:

$$a = \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{d}, \quad (6)$$

d – розмір частинок адсорбенту, $d = 0,0016$ м; ε – вільний об'єм шару адсорбенту, $\varepsilon = 0,38$; D – діаметр колони, $D = 0,084$ м; n – кількість тарілок колони, $n = 4$ шт.; h – висота шару адсорбенту на тарілці, $h = 0,015$ м.

2. МЕТА РОБОТИ

Ознайомитись з адсорбційно-десорбційною установкою безперервної дії з киплячим шаром адсорбенту, згідно з експериментальними даними визначити коефіцієнт масопередачі та масу поглинутої силікагелем водяної пари з повітряної суміші.

3. ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Установка для дослідження процесу адсорбції (рис. 2) складається з колони 1, у якій встановлені чотири тарілки 2. Для переміщення силікагелю між тарілками установка забезпечена пересипними трубками 3. У верхній частині колони розташований циклон 4, психрометр 5 і термометр 6. В нижній частині колони знаходиться пристрій 7 для відбору проб силікагелю і десорбер 8, калорифер 9, газодувка 10, компресор 11, які з'єднані із колоною системою трубопроводів 12 для створення киплячого шару, на якому встановлений вентиль 13 і ротаметр 14. На трубопроводі 15 для транспортування силікагелю у верхню частину колони встановленим вентиль 16 і пристрій 17 для відбору силікагелю після процесу десорбції. У верхній частині десорбера встановлений патрубок 18 для виходу нагрітого повітря.

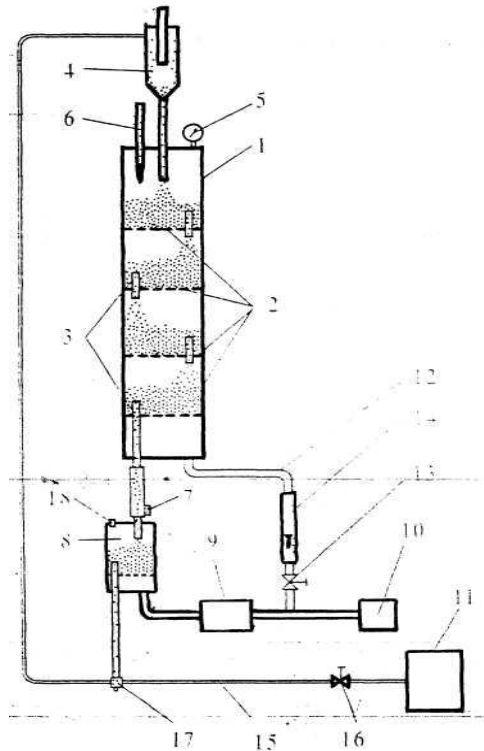


Рис. 2. Схема адсорбційної установки.

4. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1) Перед початком роботи за допомогою психрометра 5 (рис.2) визначити початкову відносну вологість повітря (ϕ , %).

2) Включити послідовно компресор 11, газодувку 10 та калорифер 9. Відкрити вентиль 16 для забезпечення пневмотранспорту силікагелю з десорбера 8 у верхню частину колони 1 на першу тарілку через циклон 4.

3) Відкрити вентиль 13 і відрегулювати рівномірність киплячого шару адсорбенту.

4) Через 5 хв. роботи відбираємо пробу через пристрій 7 протягом 1 хв. для визначення витрати адсорбенту (силікагелю) і визначення концентрації адсорбтиву (водяної пари в адсорбенті Z_K) способом зважування та висушування до постійної ваги.

5) За допомогою психрометра 5 визначаємо відносну вологість відпрацьованого повітря на виході з адсорбера.

6) За ротаметром 14 визначаємо витрату повітря, що надходить в адсорбер і розраховуємо швидкість кипіння силікагелю. Вимірюємо температуру навколишнього середовища.

5. ОБРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

1) Визначити вологовміст повітря за допомогою діаграми 1-х на підставі виміряних підносних вологостей повітря та температури.

2) Визначити масову витрату поглинутої водяної пари за рівняннями:

а) через витрату і концентрації поли в силікагелі:

