

Міністерство освіти і науки України
Чернігівський промислово-економічний коледж
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора з НР
_____ Л.РОСЛАВЕЦЬ

30 08 2019р.

**Методичні вказівки і завдання щодо виконання
лабораторних робіт з дисципліни
«Процеси та апарати»
Спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»**

Уклав

Т. СЕМЕРНЯ

Розглянуто на засіданні
циклової комісії
спеціальних механічних
та загально-технічних дисциплін
Протокол №1 від 30 08 2019 року
Голова циклової комісії

Т. СЕМЕРНЯ

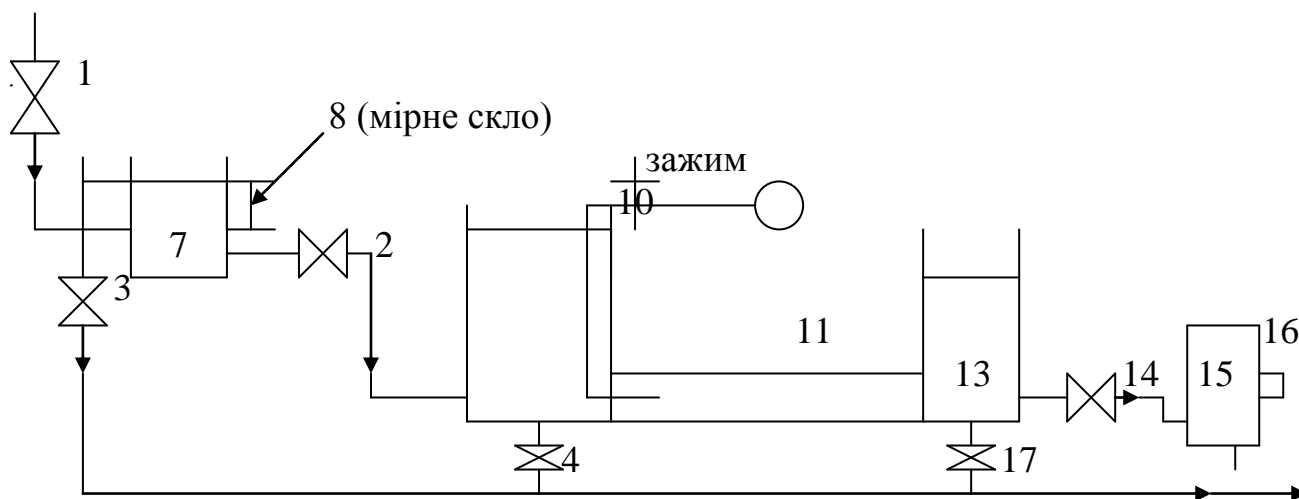
Інструкція для виконання лабораторної роботи №1

Тема: Визначення режиму течії рідини

1 Мета: Ознайомлення зі змінами в потоці при різних режимах течії

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

Опис установки: Установка для визначення режиму течії потоку складається з ємності для води, скляної труби і запірної арматури. Вода із мережі подається в напірний бак 7. Для наповнення баку необхідно спочатку відкрити вентиль 1 для спуску в каналізацію частину води, що застоюлась, а потім наповнити напірний бак на $\frac{3}{4}$ об'єму. При заповненні слідкувати за мірним склом 8. Під час роботи установки вода із напірного баку 7 через вентиль 2 поступає в робочий бак 10. Надлишок води зливається в каналізацію через вентиль 3. Із робочого баку 10 вода, по скляній трубі 11 поступає в буферний бак 13 і зливається з нього через вентиль 14 в мірний бачок 15 з водомірним склом 16. Із склянки 9 зафарбований струмінь води поступає в скляні труби 11.



3 Теоретичні відомості:

В розрахунках процесів, які пов'язані з рухом рідин і газів, вирішальне значення має характер руху потоку.

Дослідами встановлено існування для реальних рідин і газів двох різко відмінних видів руху – ламінарного і турбулентного (вихрового).

В ламінарному потоку струмені рухаються паралельно одна одній, а в турбулентному – безладно змінюються між собою.

Характер руху рідини чи газу залежить, як показали досліди, від діаметру трубопроводу, швидкості руху, в'язкості і щільності рідини.

Вплив перерахованих фізичних параметрів потоку на характер руху визначається величиною критерію Рейнольдса.

$$Re = \frac{W \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (1.1)$$

де W – середня швидкість потоку, м/с;

d - діаметр трубопроводу, м, $d = 5,08$ см;

ρ - щільність рідини, кг/м³;

μ – динамічний коефіцієнт в'язкості, Па, $\mu = 1,005 \cdot 10^{-2}$ Па

При $Re > 2300$ режим течії потоку - ламінарний;

$Re = 2300 - 10000$ – режим течії потоку нестійкий – турбулентний (перехідний);

$Re > 10000$ – режим течії потоку – стійкий турбулентний

4 Хід роботи:

Роботу починають з установки ламінарного режиму і збільшуючи поступово швидкість руху води в скляній трубі, спостерігаючи за змінами, які проходять з підфарбованим струменем при різних режимах течії.

Для наочного вивчення поведінки підфарбованого струменя, приступають до заміру величин, необхідних для визначення числа Рейнольдса, спостерігаючи спочатку ламінарний режим, а потім турбулентний.

4.1 Перевірити наявність води в баку 7 по водомірному склу 8. Заповнити бак на $\frac{3}{4}$ його об'єму за допомогою вентиля 1. Відкривши вентиль 2, заповнити баки 10 і 13.

4.2 Для створення ламінарного режиму течії, потроху відкривають вентиль 14 при відкритому вентилю 18. Потім обережно відкривають зажим з підфарбованою водою. Регулюючи ступінь відкривання вентиля 14, добиваються чітких обрисів підфарбованого струменя. Наявність чітко визначеного струменя показує на появу ламінарного режиму.

4.3 Для заміру витрат води закривають вентиль 18, одночасно пускаючи в хід секундомір. По заповненні водою мірного баку до визначеного рівня по мірному склу, секундомір зупиняється, закривають вентиль 14. Потім відкривають вентиль 18 і звільняють мірний бак 15.

4.4 Для створення турбулентного режиму течії повністю відкривають вентиль 14 при відкритому вентилю 2, відкривають зажим з підфарбованою рідиною. При турбулентному режимі струмінь підфарбованої рідини завихрюється, фарбуючи весь об'єм рідини в скляній трубі.

4.5 Замір витрат води в мірному баку проводиться так, як і у випадку ламінарного режиму.

4.6 Дослідні дані заносять в таблицю по формі

Таблиця 1.1

№ досліду	Час заповнення баку, с	Маса води m, кг	Швидкість руху води W, м/с	Re	Режим течії потоку
1	240				
2	80				
3					

4.7 Використовуючи дослідні дані виконати необхідні розрахунки:

4.7.1 Визначення об'єму рідини в мірному баку

$$V = 0,785 \cdot D^2 \cdot h \quad (1.2)$$

де D – діаметр мірного баку, м; $D = 0,25$ м;

h – висота заповнення мірного баку водою, м;

V - об'єм рідини мірного баку, м^3 .

4.7.2 Визначення маси рідини в мірному баку:

$$m = V \cdot \rho \quad (1.3)$$

де V – об'єм рідини в мірному баку, м^3 ;

ρ – щільність рідини, $\text{кг}/\text{м}^3$;

m – маса рідин, кг .

В даному випадку рідиною є вода: $\rho (20^\circ\text{C}/\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$

4.7.3 Визначення швидкості руху рідини:

$$W = m / 0,785 \cdot d^2 \cdot \rho \cdot T$$

де m – маса рідини в мірному баку, кг ;

d – діаметр скляної труби, м ; $d = 0,05 \text{ м}$

ρ – щільність води, $\text{кг}/\text{м}^3$;

T – час досліду, с ;

W – швидкість руху рідини, $\text{м}/\text{с}$.

4.7.4 Визначення режиму течії потоку

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1 Назвати режими течії рідини та фактори що їх визначають

6.2 Охарактеризувати ламінарний та турбулентний режими течії

6.3 Назвати значення критеріїв Рейнольдса при різних режимах течії

Література

Плановский А.Н. и др. Процессы и аппараты химической технологии – М.: Химия, 1968

Інструкція для виконання лабораторної роботи №2

Тема: Визначення швидкості осадження поодиноких часток та швидкості стисненого осадження

1 Мета: Ознайомлення з процесом періодичного відстоювання неоднорідних систем.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення: Мірний посуд, лінійка, крейда, секундомір, міліметровий папір, гліцерин, кульки різних речовин

3 Теоретичні відомості:

Швидкістю осадження називається швидкість рівномірного руху частки під дією сили тяжіння і протидіючій їй сили опору середовища.

Для різного режиму осадження поодиноких кулеподібних часток в нерухомому середовищі швидкість осадження може бути визначена теоретичними методами або практично.

В промисловості процеси осадження дуже часто проводяться в об'ємі, що має границю при великій концентрації дисперсної фази, або в умовах, коли частки, що осаджуються, можуть впливати на взаємний рух. Досліди показують, що при відстоюванні неоднорідних систем спостерігається поступове збільшення концентрації диспергованих часток в апараті за напрямком зверху вниз. Над шаром осаду з'являється зона згущеної суспензії, в якій проходить стиснене осадження часток, яке супроводжується тертям між частками і їх взаємним зіткненням. При цьому менші частки гальмують рух середніх, а більші частки захоплюють менші частки, прискорюючи їх рух. Внаслідок цього спостерігається тенденція до збільшення швидкості осадження часток різних розмірів, тобто виникає колективне або солідарне осадження часток зі зближеними швидкостями в кожному перерізі апарату, але з різними швидкостями по його висоті. Поступове ущільнення обумовлене поступовим зменшенням швидкості часток по мірі зближення з дном апарату. Уповільнення пояснюється гальмуючою дією рідини, яка витиснена осаджуючими частками і рухається від нерухомого дна в напрямку зворотному руху часток.

4 Хід роботи:

4.1 В скляний циліндр, заповнений рідким середовищем з густиною ρ_c , вносяться окремі тверді частки діаметром d і густиною ρ_m . За допомогою мірної лінійки і секундоміру визначається швидкість осадження.

Визначення проводити не менше трьох раз.

В'язкість середовища визначається за довідковими даними.

4.2 Подрібнену крейду помістити у хімічний стакан, долити об'єм на $1/2$ водою. Ретельно перемішати та перенести в циліндр, Після цього спостерігати, відмічаючи за допомогою секундоміра і лінійки, осадження фракцій одержаної суміші. Побудувати графік у системі координат: висота фракції, час осадження.

4.3 Зробити висновок роботи за двома дослідями.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1 Дайте визначення процесу відстоювання.

6.2 Вказати, як використовується процес відстоювання у виробничих умовах.

6.3 У чому полягає сутність періодичного відстоювання?

6.4 Як пояснити, що швидкість стисненого осадження менше швидкості вільного осадження?

Література

1 Касаткін А. Г. “Основные процессы и аппараты химической технологии”. Москва: Химия. 1973 г.

2 Плановский А.Н. и др. Процесі і апараті химической технологии – М.: Химия , 1968

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 3

Тема: Дослідження процесу дистиляції

1 Мета: Ознайомлення з будовою та роботою дистиляційної установки.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Аквадистилятор-5

2.2 Секундомір

2.3 Мірний циліндр.

3 Теоретичні відомості:

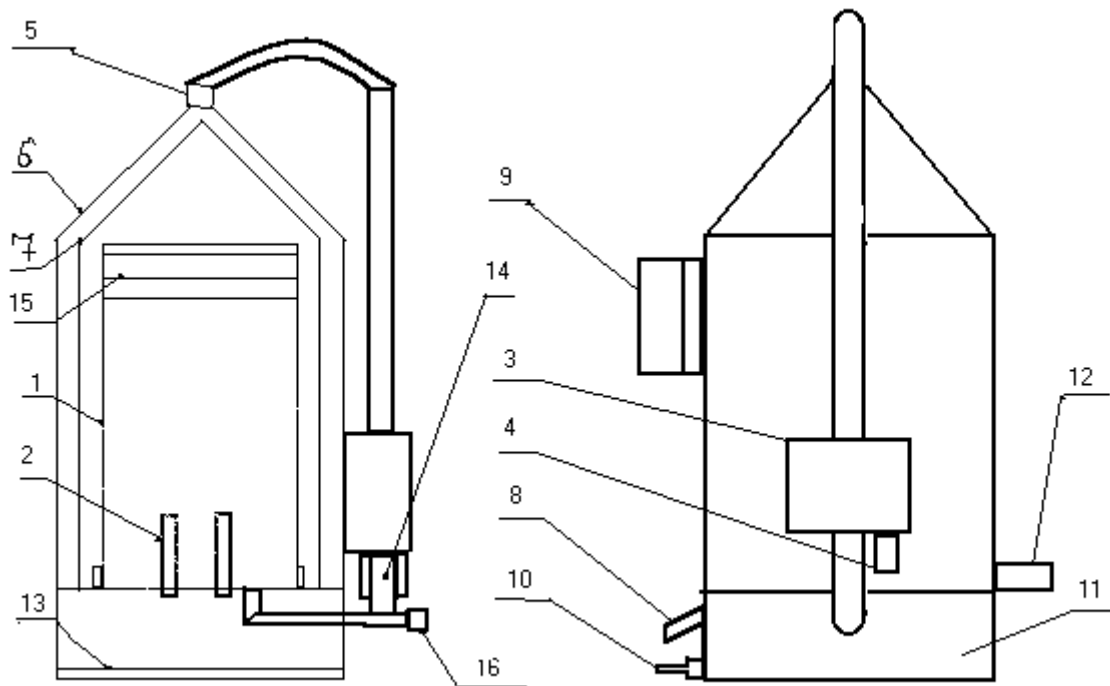


Рисунок 3.1

3.1 Будова і робота апарата

3.1.1 Випарювач є квадратним баком 1 (рис 3.1). В дно бака вставлений електронагрівач 2, який складається з двох елементів. Елемент ТЕН потужністю 2,0 kW. Рівень води у випарній установці встановлюється автоматично, але кожен раз, щоб вода із патрубку 4 камери рівня води 3 витікала безперервно, регулюється вентилем подачі води.

3.1.2 Конденсатор представляє собою сорочку охолодження і складається з двох оболонок — зовнішньої 6 та внутрішньої 7. На внутрішній поверхні внутрішньої сторони конденсується пара, яка поступає з випарника і, далі дистильована вода накопичується у збірнику. Дистильована вода виходить через трубку 8.

3.1.3 Камера рівня води 3 і блок управління 9 дозволяють автоматично відключати апарат від живильної сітки при раптовій відсутності води.

3.2 Підготовка і порядок роботи:

3.2.1 Перевірка наявності заземлення на підставці 11.

3.2.2 Наповніть апарат водою до необхідного рівня, який визначається на початку включення автоматичним вимикачем “SF” і загоряється світлодіод “Сеть”, потім тумблер “SA” переведіть у положення “Вкл”. При наявності необхідного рівня води у камері рівня води, спрацьовує пускач “К” і подається струм на нагрівальний елемент “R_н”. Одночасно загоряється світлодіод індикації “Нагрев”. Приблизно через 15 хв., після включення із трубки 8 конденсатора 5 почне поступати дистильована вода, яку потрібно збирати в спеціальній посуд.

4 Хід роботи

Після того, як у спеціальну посуду почала поступати дистильована вода, відраховується час початку дистиляції і через 30 хв., закінчується відбір. Дистильована вода заміряється у мірній посуді, одержаний об’єм множиться на 2 (тобто отримуємо потужність за годину). Одержане значення доповідається викладачеві. Розраховується відносне відхилення.

5 Висновки

6 Контрольні питання:

6.1 Що таке дистиляція?

6.2 Назвіть основні частини дистилятора?

6.3 Як готується до роботи дистилятор?

6.4 В яких технологічних процесах використовується явище дистиляції?

Література:

Касаткін А. Г. “Основные процессы и аппараты химической технологии”. М., Химия. 1973 г.

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 4

Тема: Дослідження процесу сушіння.

1 Мета: Ознайомлення з контактним методом сушіння матеріалу.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення: Сушильний шаф, текстильний матеріал, дистильована вода, термометр, аналітичні ваги.

3 Теоретичні відомості:

Процес сушки — видалення вологи із різних сипких, пастоподібних, кристалічних і волокнистих матеріалів. Розділ матеріалу і вологи може проводитись механічними способами відстоюванням, віджиманням. Але досить повного видалення вологи одержати неможливо, більш повне видалення вологи із матеріалу досягають шляхом її випаровування витрачаючи тепло сушіння. Під час сушіння волога переміщується із глибини матеріалу до поверхні, а потім видаляється з матеріалу. Теплота, що необхідна для нагрівання матеріалу при сушінні підводиться до поверхні матеріалу і дифундує в глибину матеріалу. Таким чином процес сушіння матеріалу є поєднанням процесів тепло і масообміну, чому перенесення теплоти і маси проходить в різних напрямках.

По способу підводу тепла до матеріалу, що висушуються розрізняють такі види сушки:

- Конвективну — шляхом безпосереднього зіткнення матеріалу, що висушується з сушильним агентом — нагрітим повітрям або топочними газами.
- Контактну — шляхом підводу тепла від теплоносія до матеріалу через поверхню, що передає тепло.
- Радіаційну — шляхом нагрівання матеріалу, що висушується в полі струму високої частоти.
- Сублімаційна — у глибокому вакуумі при низьких температурах, при чому перехід вологи в паровий стан проходить зразу із твердої фази, минаючи рідкий стан.

Найбільше поширення одержала конвективна сушка гарячим чи повітрям чи димовими газами. Інші способи сушіння отримали назву спеціальні види сушки і використовуються в окремих випадках.

4 Хід роботи:

Для проведення дослідів по вивченню контактного сушіння попередньо прогривається сушильна шафа. Відібраний зразок матеріалу зважується з точністю до 0,001 г. Замочується на 10 хв. у дистильованій воді у вільному стані, віджимається до постійної вологи на віджимному пристрої, для цього зразок пропускається через пристрій 3 рази, після цього кладеться в металевий бюкс, зважується і переноситься у прогрітий бюкс, що весь час знаходиться у сушильній шафі, через кожні 2 хв. зразок виймається із шафи, переноситься у бюкс для зважування з нормальною температурою ($\approx 22^{\circ} - 25^{\circ} \text{C}$). Сушіння припиняється тоді, коли 2 останні зважування дають однакові результати, розраховується кількість видаленої вологи. По цьому способу сушіння будується графік вага — час на міліметровому папері. Після завершення дослідної частини у висновках вказати на позитивні і негативні характеристики даного методу сушіння.

5 Висновки

6 Контрольні питання:

6.1 Дайте перелік способів сушіння?

6.2 Дайте обґрунтування найбільш уживаному — конвективному способу сушіння?

6.3 Розкажіть про конструктивні особливості обладнання для конвективного сушіння?

Література:

Касаткін А. Г. “Основные процессы и аппараты химической технологии”. Москва, Химия. 1973 г.

Інструкція до виконання лабораторної роботи №5

Тема: Дослідження процесу класифікації ситовим аналізом

1 Мета: Ознайомлення з методикою класифікації матеріалів та проведення ситового аналізу на лабораторній установці

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Установка для проведення ситового аналізу

2.2 Ваги аналітичні

3 Теоретичні відомості:

Розділення сипких матеріалів за розміром шматків або зерен називається класифікацією. Шляхом класифікації сипка суміш розділяється на класи, або фракції, обмежені певними межами розмірів шматків або зерен.

Застосовуються три види класифікації матеріалів:

- грохочення — механічна класифікація на ситах; через отвори робочої поверхні гуркоту проходять шматки менше певного розміру, а останні затримуються на поверхні і віддаляються з неї;
- гідравлічна класифікація — розділення суміші на фракції (класи) зерен, що володіють однаковою швидкістю падіння у воді;
- повітряна сепарація — розділення суміші на фракції зерен, що володіють однаковою швидкістю падіння в повітрі.

Грохочення — найбільш універсальний спосіб класифікації, вживаний для розділення матеріалів різної крупності (приблизно від 250 до 1 мм).

За допомогою гідравлічної класифікації і повітряної сепарації можна розділяти лише зерна величиною менше 2 мм. Класифікація застосовується як допоміжна операція — для попередньої підготовки матеріалу до дроблення (видалення дрібниці) або для повернення дуже крупного матеріалу на повторне подрібнення, а також як самостійна операція для здобуття готового продукту із заданим зернистим складом. У останньому випадку процес класифікації називається сортуванням.

Основною частиною гуркоту є його робоча поверхня, що виконується у вигляді дротяних сит (інколи шовкових) або решіт із сталевих листів з штампованими отворами, або ж ґрат з паралельних стержнів — колосників. Дротяні сита є сітками з квадратними або прямокутними отворами розміром від 100 до 0,15 мм. При лабораторних роботах (ситовий аналіз) застосовують дрібні сита з отворами до 0,04 мм. Сита позначаються номерами, відповідними розміру сторони отвору (вічка) сітки в світлу, вираженому в міліметрах. Так, наприклад, сито № 5 має квадратні отвори з довжиною сторони 0,5 мм.

Визначення зернистого складу сипких матеріалів здійснюють за допомогою спеціального набору сит, розміри отворів яких зменшуються від сита до сита в постійному співвідношенні. Для виконання ситового аналізу просіюють середню пробу матеріалу. Після закінчення просіювання зважують залишки матеріалу на кожному з сит і зерна, що пройшли через нижнє (найтонше) сито. Відношення отриманих ваг до початкового матеріалу, взятого для аналізу, дає вміст різних класів зерен в матеріалі. Отримані в результаті просіювання на ситі продукти позначаються розміром отворів сита, повністю проникного зерна даного розміру (із знаком мінус), і розміром отворів сита, що повністю їх затримує (із знаком плюс). Так, продукт, що пройшов через сито з отворами 4мм позначається -4 мм, а що залишився на ситі + 4 мм.

Класи зерен позначаються розмірами сит, відповідних граничним розмірам зерен або шматків даного класу.

При певній частоті гойдань сита шматки підкидаються це сприяє розшаруванню матеріалу, підвищенню ефективності грохочення, і запобігає забиванню сита.

В результаті грохочення отримують два продукти: шматки, що пройшли через сито, — просівши (або нижній продукт) і шматки, що не пройшли через сито, — відсівши (або верхній продукт).

Робота грохотів оцінюється аза двома показниками:

- точність, або ефективність грохочення

- продуктивність гуркоту.

Ефективність грохочення характеризується відношенням ваги отриманого нижнього продукту до ваги шматків того ж класу у вихідному матеріалі.

Продуктивність гуркоту визначається кількістю матеріалу отриманого з 1 м² поверхні сита, і залежить від фізичних властивостей матеріалу (щільності, форми і розміру шматків, вологості матеріалу і т. д.), розмірів сита, способу подачі матеріалу, швидкості його руху і так далі.

Грохочення виробляється через одне сито або послідовно через декілька сит (багатократне грохочення).

4 Хід роботи:

Зважують приблизно 500г шматків речовини. Просівають їх крізь сита, збирають у мішечки, зважують і проводять необхідні розрахунки. Дані зважування заносять у таблицю.

Таблиця 5.1

Отвори	Вага,г	%	Σ,%

Обробка дослідних даних

Середній розмір зерна, виходячи з кількісного розподілу зерна за крупнозернметістю D_{cp} , мм

$$D_{cp} = \frac{D_1x_1 + D_2x_2 + D_3x_3}{x_1 + x_2 + x_3} = \frac{\sum Dx}{100} \quad (5.1)$$

де D_1, D_2 - середній розмір зерен окремих фракцій ситового аналізу, визначені, як півсум розмірів отворів двох сит - найближчого верхнього, через яке пройшли всі зерна даної фракції і сита па якому зерна цієї фракції затрималися, не просіявшись через нього;

x - масові відсотки кожної фракції, %.

$$\sum x = 100\%$$

5 Висновки

6 Контрольні питання

6.1 Назвати основні види класифікації

6.2 Пояснити сутність класифікації матеріалів методом грохочення

6.3 Пояснити конструкцію та принцип дії гуркоту

Література

1 Касаткин А. Г. “Основные процессы и аппараты химической технологии”. Москва: Химия. 1973 г.

2 Плановский А.Н. и др. Процессы и аппараты химической технологии – М.: Химия , 1968