Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 08.10.2024 09:15:06
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d7e8f1b95e1ba6d077e9f6f4e4f319fac6d6f0

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)
Кафедра фундаментальной химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____О.Г. Локтионова
«28» 04 _____2023 г.

Изучение характеристик материального баланса процесса фильтрования

Методические указания к проведению лабораторных работ студентов очной и заочной форм обучения направления 18.03.01 Химическая технология, направленность Химико-технологическое производство

Курск 2023

УДК 66.01

Составитель Г.В. Бурых

Рецензент
Кандидат химических наук, доцент С.Д. Пожидаева

Материальный баланс процесса фильтрования . Методические указания к проведению лабораторных работ студентов направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, направленность Современные композиционные материалы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Г.В.Бурых. Курск, 2024. - 9 с.

В данных методических указаниях рассмотрены основные вопросы, касающиеся вопросов проведения лабораторного практикума по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии».

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 18.03.01 Химическая технология

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Форма 60x84 1/16.
Усл. печ.л. 0,52 . Уч.-изд.л 0,47 . Тираж экз. Заказ. .
Бесплатно
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА ПРОЦЕССА ФИЛЬТРОВАНИЯ

Цель: изучить основные характеристики материального баланса процесса фильтрования и провести его на изучаемой суспензии.

Оборудование: вакуум-фильтр, аналитические весы.

Реактивы: изучаемая суспензия

Теоретическая часть

Фильтрование – это технологическая операция разделения неоднородных (гетерогенных) систем – суспензий или аэрозолей при помощи пористых (фильтровальных) перегородок, задерживающих твердую (дисперсную) фазу и пропускающих жидкую или газовую фазу (дисперсионную среду).

Фильтрованием называют удаление взвешенных частиц из жидкости путем пропускания ее через пористый материал (фильтровальную бумагу, картон, пористые фарфор или стекло, асбест, волокнистые материалы, ткань, стекловату, керамические фильтры, фарфоровые пластинки, слой фильтровального порошка и др.). При фильтровании на фильтре накапливается осадок, который уменьшает величину пор и сам является дополнительным фильтрующим слоем. Поэтому довольно часто прибегают к повторному фильтрованию через тот же фильтр.

Применяемые фильтрующие материалы разделяют на сыпучие и пористые. К сыпучим относят кварцевый песок, от величины зерен которого зависят скорость и качество фильтрования, а также фильтровальные порошки (кизельгур, фильтроперлит).

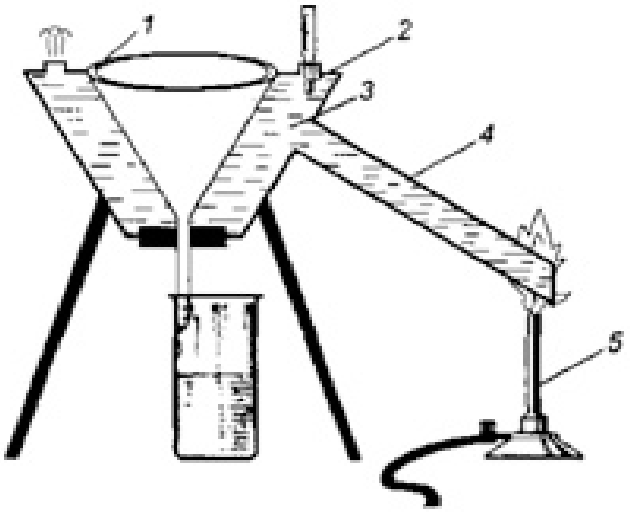
На скорость фильтрования влияют температура, давление, вязкость и размер твердых частиц. При повышенных температуре и давлении жидкость фильтруется быстрее, что следует учитывать при фильтровании вязких растворов.

Фильтрование проводят различными способами.

Движущая сила процесса — разность давлений Δp по обе стороны фильтровальной перегородки. Процессы фильтрования суспензий и дымов обычно рассматривают раздельно. Жидкости

или растворы с большой вязкостью фильтруют при нагревании. Для этого применяют воронки для горячего фильтрования.

В некоторых случаях (например, для фильтрования студенистых осадков) необходимо провести фильтрование при определенной температуре. Тогда используют металлическую полую двухстенную воронку, снабженную боковыми отверстиями. В пространство между стенками наливают воду. В металлическую воронку вставляют стеклянную с вложенным в нее бумажным фильтром. Горелкой нагревают воду в металлической воронке, пока она примет нужную температуру или прокачивают воду из термостата. Фильтрование проводят по обычной схеме.

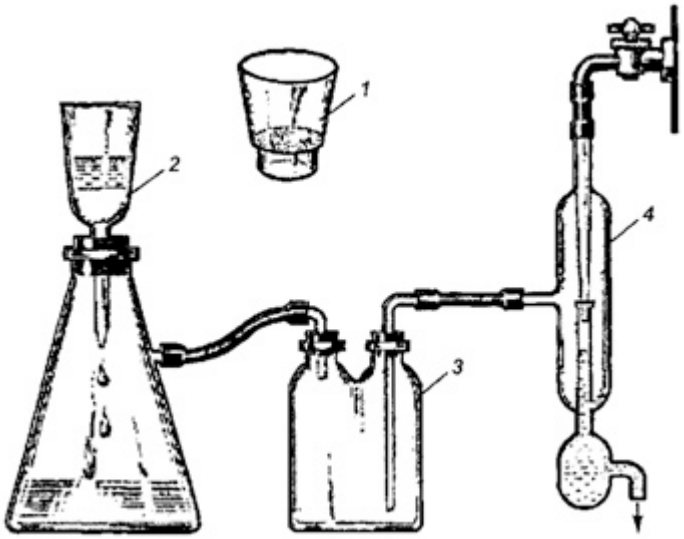


1 – стеклянная воронка с фильтром; 2 – термометр; 3 – полая металлическая воронка, наполненная водой; 4 – отросток для подогревания воды; *5* – горелка

Рисунок 1 - Приспособление для горячего фильтрования

Для ускорения процесса фильтрования его проводят при пониженном давлении, создавая в приемнике уменьшенное давление. Для такого фильтрования пользуются воронкой Бюхнера или пористым стеклянным фильтром, который через колбу Бунзена соединяют с водоструйным или вакуум-насосом. В качестве фильтрующей перегородки на воронку Бюхнера укладывают бумажный или тканевый фильтр либо намывной слой асбеста. При фильтровании с пониженным давлением необходимо следить, чтобы фильтрат не доходил до уровня отростка, соединенного с

вакуум-насосом, поэтому по мере наполнения колбы фильтрат необходимо сливать.



1 — стеклянный тигель с пористым фильтрующим дном; *2* — стеклянная воронка с пористой фильтрующей перегородкой; *3* — буферная ловушка; *4* — водоструйный насос

Рисунок 2 – Установка для фильтрования при пониженном давлении

Фильтрование веществ, имеющих низкую температуру плавления проводят при охлаждении. Для этого используют специальные воронки и приборы для фильтрования с охлаждением. Фильтрование высоковязких жидкостей, расплавов органических и неорганических веществ, шламов, илистых осадков, лаков, смол возможно только при высоком давлении в фильтр-прессах.

Известно несколько способов фильтрования:

1) при обыкновенном давлении;
2) под вакуумом;
3) при нагревании;
4) при охлаждении;
5) при повышенном давлении.

Иногда приходится комбинировать эти способы.

При фильтровании следует соблюдать следующие правила:

- • при отборе фильтрата для анализа лучше пользоваться складчатыми фильтрами, а при отборе осадка – обычными прямыми;
- осадок на фильтре должен занимать не более одной трети высоты воронки;
- для фильтрования тяжелых осадков следует пользоваться конусом для фильтрования;
- жидкость наливают на фильтр по стеклянной палочке;
- уровень жидкости должен быть на 3. 5 мм ниже края бумажного фильтра;
- нагретая жидкость фильтруется легче;
- можно ускорять фильтрование, применяя вакуум и воронку Бюхнера;
- при фильтровании огнеопасных жидкостей рядом не должно быть открытого огня.

Описание лабораторной установки

Лабораторная установка представляет собой модель вакуум-фильтра простейшей конструкции - нутч-фильтра. Она состоит из бачка 1 для суспензии с мешалкой, нутч-фильтра 2 и сборника фильтрата - 4. В отличие от промышленных фильтров в лабораторной установке фильтр и сборник фильтрата объединены в одно целое. Между фланцами фильтра и сборника зажата опорная решетка и фильтровальная перегородка 3. Сборник фильтрата, через брызгоуловитель 9, соединен с вакуум-насосом 6. Замер вакуума в сборнике производится при помощи вакуумметра 11, температура суспензии измеряется термометром 16.

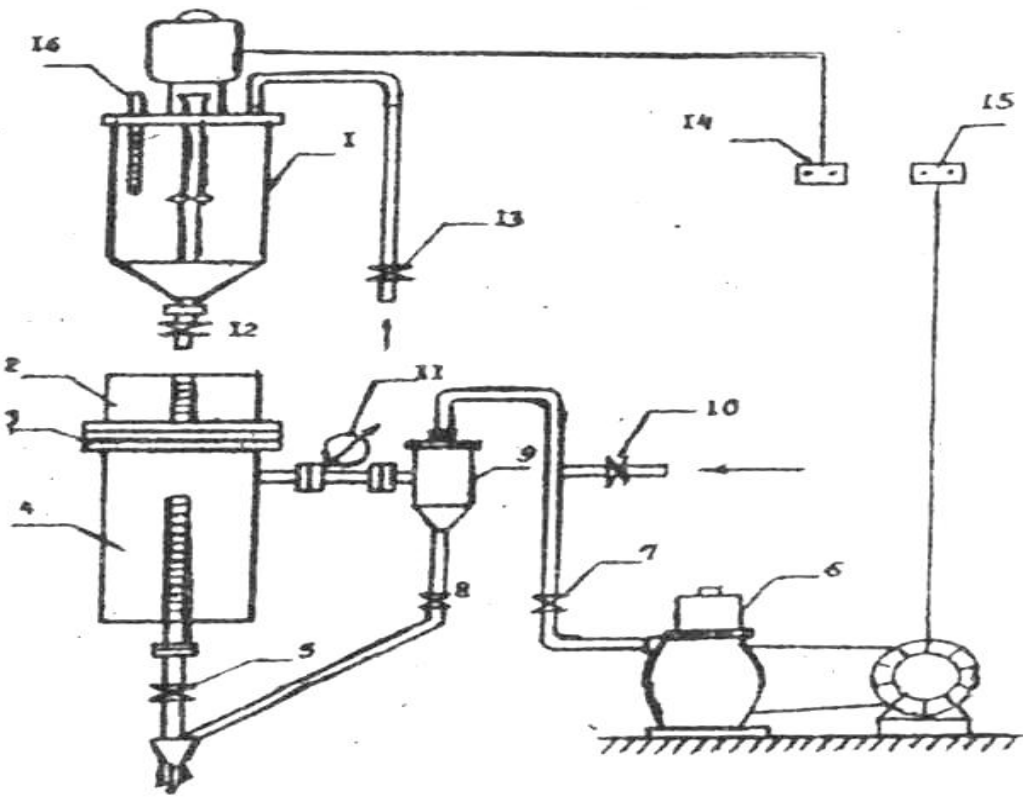


Рисунок 3 - Схема установки вакуум-фильтра

Методика проведения эксперимента

В бачок для суспензии при помощи вентиля 13 заливают воду в количестве 2-3 литров. Для определения залитой воды на стенке бачка нанесена шкала. При помощи выключателя 14 пускают в ход мешалку и через воронку на крышке бачка засыпают порошок в количестве, заданном преподавателем. Вентили 5,7 и 8 закрывают. При помощи выключателя 15 включают двигатель вакуум-насоса. Открывают кран 12 подачи суспензии на фильтр. Открывают вентиль 7 и устанавливают заданный вакуум по вакуумметру с помощью вентиля 10, поддерживая его далее постоянным в течение всего опыта. Одновременно с открыванием вентиля 7 включают секундомер. Подачу заранее взвешенного объема суспензии регулируют так, чтобы уровень ее над осадком поддерживался равным (100 - 150) мм, следя по шкале, нанесенной на стенке фильтра.

Опыт заканчивают, когда вся суспензия сольется из бачка и профильтруется на фильтре. После этого выключают мешалку, закрывают вентиль 7 и выключают вакуум - насос. Открывают

вентили 5 и 8 и сливают фильтрат в керамическую кружку, а затем в канализацию.

По завершении работы измеряют массу осадки и фильтрата. Разбирают фильтр, снимают осадок в специальный сосуд, промывают фильтр и фильтровальную перегородку и снова собирают фильтр.

Обработка экспериментальных данных

Материальный баланс для процесса фильтрования составляют для определения производительности фильтровальной установки по осадку, фильтрату или исходной суспензии.

Соответствующие уравнения имеют вид:

- для всей гетерогенной системы:

$$Gc = Gф + Goc ,$$

- для твердой фазы:

$$Gc.Xc = Goc.Xoc , \text{ или } Gc.Xc = Goc(1 - W),$$

где $W = (1 - X_{oc})$ – влажность осадка;

Gж – масса жидкой фракции;

Gc - масса суспензии;

Gт - масса твердой фракции

1. Определяем массу суспензии:
   т.к. Gт = Gc.Xc, то $Gc = G_T/Xc$
2. Определяем массу жидкой фазы:
   Gж = Gc – Gт
3. Массовая концентрация в осадке равна:
   Xoc = W – 1
4. Определяем массу влажного осадка:
   т.к. $G_c \cdot X_c = G_{oc} \cdot X_{oc}$,
   то $G_{oc} = (G_c \cdot X_c)/ X_{oc}$.
5. Определяем массу фильтрата:
   т.к. Gc = Gф + Goc,
   то Gф = Gc – Goc
6. Результаты представляем в виде таблицы

Таблица 1- Материальный баланс (кг/час)

Приход, кг/час		Расход, кг/час	
С суспензией		С осадком	
Твердая фаза		Твердая фаза	
Жидкая фаза		Жидкая фаза	
С фильтратом		-	-
Всего		Всего	

7. Проверяем, сошелся ли материальный баланс

Вопросы для подготовки

1. Выбор фильтрующей перегородки обусловлен:
A) массой;
B) перепадом давлений;
D) размером пор фильтрующей перегородки;
E) размером фильтрующихся частиц.
2. В вакуум-фильтре вакуум создается :
A) за счет качения барабана;
B) вакуум создающим устройством;
C) за счет вращения барабана;
D) за счет работы мешалки;
E) за счет силы тяжести.
3. Фильтрат проходит через фильтрующую ткань за счет:
A) разности плотностей;
B) разности уровней;
C) разности температур;
E) повышенного давления.
4. При фильтровании образуется:
A) фильтрат и осадок;
B) осветленная суспензия;
C) отстоявшаяся жидкость;
D) накопившийся осадок;
5. Основная часть любой центрифуги:
A) вращающийся барабан;
B) высокие перегородки;
D) паровая рубашка;
E) продольные перегородки.
6. Производительность центрифуги определяют:

A) продолжительность работы;
B) высота барабана центрифуги;
C)рабочий объем барабана и цик
E) скорость накапливания осадка.
7. Крышки аппаратов, в зависимости от давления, бывают:
A) сферические,
B) эллиптические;
C) круглые;
D) плоские,
E) только сферические.
8. Для изготовления корпусов аппаратов используют:
A) различные материалы;
B)черные и цветные материалы;
C) только черные материалы;
D) материалы органического происхождения;
9. Фактор разделения неоднородной системы показывает:
A) эффективность силы тяжести;
B) во сколько раз центробежная сила эффективнее силы тяжести при разделении;
C) качество отстоявшейся смеси;
D) качество разделения неоднородной смеси;
E) ламинарный режим свободного осаждения.
11. Отличительная черта всех фильтров:
A) габаритные размеры;
B) наличие пористых перегородок;
C) применение сетки рабица;
D) наличие глиняного слоя;
E) наличие фильтрующей жидкости