

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Саратовский государственный  
технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых  
производств»

**Методические указания к практическим занятиям**  
по дисциплине

Б.1.1.27 «Процессы и аппараты нефтегазовых производств»  
направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов  
нефтегазового производства»

## 1. Перечень практических занятий

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела, темы<br>дисциплины | Наименование практического занятия                                                                                                                                                                                                                                                                             | Объем дисциплины<br>в акад. часах |                                       |
|----------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
|          |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | очная<br>форма<br>обучения        | очно-<br>заочная<br>форма<br>обучения |
| 1        | Вводная часть                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                   |                                       |
| 2        | Гидромеханические процессы                  | Материальный баланс процессов разделения. Определение скорости осаждения под действием сил тяжести. Расчет фильтров, работающих при постоянной разности давлений и с постоянной скоростью. Расчет отстойных и фильтрующих центрифуг. Расчет мощности на перемешивание. Расчет гидродинамики зернистых слоев.   | 4                                 | 2                                     |
| 3        | Основы теплопередачи                        | Закон Фурье. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки. Передача тепла тепловым излучением. Теплоотдача, расчет коэффициента теплоотдачи. Тепловые балансы. Определение тепловой нагрузки теплообменного аппарата и расхода теплоносителей. Определение поверхности теплообмена.                        | 6                                 | 2                                     |
| 4        | Тепловые процессы                           | Тепловой, гидравлический и конструктивный расчет кожухотрубчатых теплообменников.                                                                                                                                                                                                                              | 8                                 | 2                                     |
| 5        | Основы массопередачи                        | Способы выражения состава фаз. Пересчет из одного способа выражения состава фаз в другой. Теплофизические характеристики растворов в зависимости от концентрации и температуры. Линия равновесия. Построение линии равновесия на Y-X-диаграмме. Уравнение рабочей линии.                                       | 6                                 | 2                                     |
| 6        | Массообменные процессы                      | Материальный баланс процесса ректификации. Построение рабочих линий процесса ректификации на Y-X-диаграмме. Тепловой баланс ректификационной колонны. Расчет количества тепла, подводимого в куб колонны. Определение диаметра и высоты колонны. Определение гидравлического сопротивления колонных аппаратов. | 8                                 | 4                                     |
|          | <b>Итого</b>                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>32</b>                         | <b>14</b>                             |

## **2. Практические занятия №1.**

**Материальный баланс процессов разделения. Определение скорости осаждения под действием сил тяжести. Расчет фильтров, работающих при постоянной разности давлений и с постоянной скоростью.**

Цель занятия - применение теоретических знаний для определения параметров процессов осаждения под действием силы тяжести и фильтрации.

Практическое задание:

1. Определение скорости осаждения в жидкости частиц различной формы.
2. Определение размеров частиц при осаждении в различных средах.
3. Определение диаметра отстойника для непрерывного осаждения частиц в жидкости при заданной производительности отстойника.
4. Определение продолжительности фильтрования жидкости и длительности промывки осадка.
5. Определение требуемой поверхности барабанного вакуум-фильтра и частоты его вращения.

## **3. Практические занятия №2.**

**Расчет отстойных и фильтрующих центрифуг. Расчет мощности на перемешивание. Расчет гидродинамики зернистых слоев.**

Цель занятия - применение теоретических знаний для определения параметров процессов центрифугирования и перемешивания. Изучение гидродинамики зернистых слоев.

Практическое задание:

1. Определение по заданным конструктивным параметрами предельно допустимой частоты вращения центрифуги периодического действия.
2. Определение требуемой мощности электродвигателя в аппаратах с различными видами перемешивающих устройств. Выбор типа мешалки.
3. Определение критической, рабочей и действительной скорости воздуха в аппарате со взвешенным слоем заданного состава.

## **4. Практическое занятие №3.**

**Закон Фурье. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки**

Цель занятия - освоение методики расчета передачи тепла путем теплопроводности через стенки аппарата.

Практическое задание:

1. Определение потерь теплоты через плоскую стенку или слой изоляции.
2. Определение потерь теплоты с поверхности многослойной стенки.
3. Определение теплового потока, проходящего через цилиндрическую стенку.

## **5. Практическое занятие №4.**

### **Передача тепла тепловым излучением. Теплоотдача, расчет коэффициента теплоотдачи.**

Цель занятия - освоение методики расчета передачи тепла тепловым излучением и конвекцией.

Практическое задание:

1. Определение потерь теплоты лучеиспусканием поверхностью стального аппарата цилиндрической формы.
2. Расчет коэффициента теплоотдачи для различных теплоносителей при течении в каналах различной формы.

## **6. Практическое занятие №5.**

### **Тепловые балансы. Определение тепловой нагрузки теплообменного аппарата и расхода теплоносителей. Определение поверхности теплообмена.**

Цель занятия - применение теоретических знаний при составлении тепловых балансов для определения тепловой нагрузки теплообменного аппарата и расхода теплоносителей; практическое применение основного уравнения теплопередачи для определения поверхности теплообмена аппарата.

Практическое задание:

1. Составление теплового баланса теплообменников с целью определения тепловой нагрузки теплообменного аппарата и расхода теплоносителей.
2. Определение средней разности температур для различных схем течения теплоносителей.
3. Определение необходимой площади поверхности теплообмена.

## **7. Практические занятия №6-9.**

### **Тепловой, гидравлический и конструктивный расчет кожухотрубчатых теплообменников.**

Цель занятия - освоение методики теплового, конструктивного и гидравлического расчета кожухотрубчатых теплообменников.

Практическое задание:

1. Расчет и выбор стандартного горизонтального кожухотрубчатого теплообменного аппарата для нагрева (охлаждения, конденсации, испарения) заданного теплоносителя.
2. Определение гидравлического сопротивления трубного и межтрубного пространства кожухотрубчатого теплообменного аппарата, рассчитанного в п.1.

## **8. Практическое занятие №10.**

### **Способы выражения состава фаз. Пересчет из одного способа выражения состава фаз в другой.**

Цель занятия - изучение способов выражения состава фаз.

Практическое задание:

1. Определение мольных и массовых долей вещества в бинарной смеси, относительной массовой и мольной концентрации, его объемной массовой и мольной концентрации. Пересчет из одного способа выражения состава фаз в другой.
2. Определение молярного состава и средней молекулярной массы смеси.

## **9. Практическое занятие №11.**

### **Теплофизические характеристики растворов в зависимости от концентрации и температуры.**

Цель занятия - изучение теплофизических характеристик растворов в зависимости от концентрации и температуры.

Практическое задание:

1. Расчет теплофизических характеристик растворов в зависимости от концентрации и температуры.
2. Определение коэффициента диффузии в жидких и газообразных средах.

## **10. Практические занятия №12.**

### **Линия равновесия. Построение линии равновесия на Y-X-диаграмме. Уравнение рабочей линии.**

Цель занятия - освоение методики построения линий равновесия по экспериментальным данным справочных источников и рабочих линий массообменных процессов.

Практическое задание:

1. Определение количества поглощенного компонента, конечной концентрации его в жидкости и построение рабочей линии процесса абсорбции.
2. Построение диаграмм  $t - x$ ,  $y$  для бинарной смеси по заданному равновесному составу жидкости.
3. Определение минимального и рабочего флегмового числа.
4. Построение диаграмм равновесия  $y - x$  и рабочей линии процесса.

## **11. Практические занятия №13.**

### **Материальный баланс процесса ректификации. Построение рабочих линий процесса ректификации на Y-X-диаграмме.**

Цель занятия - применение теоретических знаний при составлении

материальных балансов процесса ректификации; освоение методики расчета коэффициентов массоотдачи и массопередачи; построение рабочих линий процесса ректификации.

Практическое задание:

1. Определение количества дистиллята и кубового остатка на основании материального баланса ректификационной колонны.
2. Расчет коэффициента массоотдачи и массопередачи для тарельчатых и насадочных массообменных аппаратов колонного типа.
3. Построение равновесных линий и определение минимального и рабочего флегмового числа для процесса ректификации.
4. Построение рабочей линии процесса ректификации и определение количества пара, флегмы, а также количество стекающей жидкости в укрепляющей и исчерпывающей частях колонны.

## **12. Практические занятия №14.**

### **Тепловой баланс ректификационной колонны. Расчет количества тепла, подводимого в куб колонны.**

Цель занятия - применение теоретических знаний при составлении тепловых балансов процесса ректификации.

Практическое задание:

1. Составление теплового баланса ректификационной установки.
2. Определение расход тепла для ректификации бинарной смеси, тепловой нагрузки дефлегматора, испарителя, подогревателя исходной смеси.

## **13. Практические занятия №15.**

### **Определение диаметра и высоты колонны.**

Цель занятия - освоение методики расчета основных размеров массообменных колонных аппаратов.

Практическое задание:

1. Расчет диаметра колонны.
2. Определение числа теоретических и действительных ступеней контакта.
4. Расчет высоты колонны.

## **14. Практические занятия №16.**

### **Определение гидравлического сопротивления колонных аппаратов.**

Цель занятия - освоение методики расчета гидравлического сопротивления колонных аппаратов.

Практическое задание:

1. Определение гидравлического сопротивления тарельчатых аппаратов.
2. Определение гидравлического сопротивления насадочных аппаратов.

## 15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

1. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. - 860 с. - ISBN 978-5-7882-2154-0. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/75637.html>
2. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков; ред. П.Г. Романков. - 10-е изд., перераб. и доп. - М.: Альянс, 2013. - 576 с. Экземпляры всего: 3.
3. Аппараты нефтегазовых технологий: учебное пособие / А. А. Назаров, С. И. Поникаров, С. А. Вилохин [и др.]. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. - 215 с. - ISBN 978-5-7882-1393-4. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/62154.html>
4. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Борисов Г.С., Брыков В.П., Дытнерский Ю.И.; под ред. Дытнерского Ю.И. - 4-е изд., стереотипное. - М.: ИД Альянс, 2008. - 496 с. - ISBN: 978-5-903034-35-2 - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система eLIBRARY : [сайт]. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19612036>
5. Поникаров, И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): учеб. пособие / Поникаров И.И., Поникаров С.И., Рачковский С.В. - М.: Альфа-М, 2008. - 720 с. Экземпляры всего: 10.