

### Задание:

1. Составить конспект. При подготовке использовать:

<https://www.youtube.com/watch?v=zSnugVq6ZqE>

<https://www.youtube.com/watch?v=-L12iuuwQjI>

2. Выполнить тест согласно списку:

**Вариант 1:** Банкетов, Бузин, Волнухина, Ермиличев, Захарова;  
Краснощекова, Кузнецов;

**Вариант 2:** Медведева, Лынный; Мустафин, Неповиннова, Осипова,  
Пундикова, Санкевич,

**Вариант 3:** Сатин; Сердягин, Токторов, Ханвалиева, Хорошев, Щербаков.

3. Ответы отправить на эл. почту [bandreeva68@mail.ru](mailto:bandreeva68@mail.ru) не позже 15.00  
29.04.2020

## Оборудование для массообменных процессов

Процессами массообмена называют такие процессы, в которых основную роль играет перенос вещества из одной фазы в другую.

Массообменные процессы широко используются в промышленности для решения задач разделения жидких и газовых гомогенных смесей, их концентрирования, а также для очистки сточных вод и отходящих газов. В химическом производстве взаимодействие обрабатываемых веществ осуществляется в реакторе, где происходит частичное превращение этих веществ в продукты реакции. Поэтому выходящую из реактора смесь продуктов реакции и непрореагировавшего сырья необходимо подвергнуть разделению, для чего эту смесь направляют в массообменную аппаратуру, из которой непрореагировавшее сырье возвращается в реактор, а продукты реакции направляются на дальнейшую переработку или использование.

Наибольшее распространение получили рассмотренные ниже массообменные процессы.

1. **Абсорбция** - избирательное поглощение газов или паров жидким поглотителем. Этот процесс представляет собой переход вещества из газовой (или паровой) фазы в жидкую. Наиболее широко используется для разделения технологических газов и очистки газовых выбросов.

Процесс, обратный абсорбции, т. е. выделение растворенного газа из жидкости, называют **десорбцией**. Оборудование: абсорбционные аппараты.

2. **Перегонка и ректификация** — разделение жидких гомогенных смесей на компоненты при взаимодействии потоков жидкости и пара, полученного испарением разделяемой смеси. Этот процесс представляет собой *переход компонентов из жидкой фазы в паровую и из паровой в жидкую*. Процесс ректификации используется для разделения жидких смесей на составляющие их компоненты, получения сверхчистых жидкостей и для других целей. Оборудование: ректификационные колонны.

3. **Экстракция (жидкостная)** - извлечение растворенного в одной жидкости вещества другой жидкостью, практически не смешивающейся или частично

смешивающейся с первой. Этот процесс представляет собой *переход извлекаемого вещества из одной жидкой фазы в другую*. Процесс применяют для извлечения растворенного вещества или группы веществ сравнительно невысоких концентраций. Оборудование: экстракторы.

**4. Адсорбция** - избирательное поглощение газов, паров или растворенных в жидкости веществ твердым поглотителем, способным поглощать одно или несколько веществ из смеси. Этот процесс представляет собой *переход веществ из газовой, паровой или жидкой фазы в твердую*. Адсорбцию применяют для извлечения того или иного вещества (или веществ) достаточно низкой концентрации из их смеси. Процесс, обратный адсорбции, т. е. выделение сорбированного вещества из твердого поглотителя, называют **десорбцией**. Оборудование: адсорбционные аппараты.

**5. Ионный обмен** - избирательное извлечение ионов из растворов электролитов. Этот процесс представляет собой *переход извлекаемого вещества из жидкой фазы в твердую*. Процесс применяют для извлечения веществ из растворов, в которых эти вещества находятся при низких концентрациях. Оборудование: ионообменные аппараты.

**6. Сушка** — удаление влаги из твердых влажных материалов, в основном путем ее испарения. Этот процесс представляет собой *Переход влаги из твердого влажного материала в газовую или паровую фазы*. Сушку широко применяют в технике для предварительного обезвоживания перерабатываемых веществ или обезвоживания готового продукта. Оборудование: сушилки.

**7. Растворение и экстрагирование из твердых тел-это процессы перехода твердой фазы в жидкую** (растворитель). Извлечение на основе избирательной растворимости какого-либо вещества (или веществ) из твердого пористого материала называют *экстракцией из твердого материала, или выщелачиванием*. Применяют ее для извлечения ценных или токсичных компонентов из твердых материалов. Оборудование: экстракторы, растворители.

**8. Кристаллизация** - выделение твердой фазы в виде кристаллов из растворов или расплавов. Этот процесс представляет собой *Переход вещества из жидкой фазы в твердую*. Применяется, в частности, для получения веществ повышенной чистоты. Оборудование: кристаллизаторы.

**9. Мембранные процессы** - избирательное извлечение компонентов смеси или их концентрирование с помощью полупроницаемой перегородки-мембраны. Эти процессы представляют собой *переход вещества (или веществ) из одной фазы в другую через разделяющую их мембрану*. Применяются для разделения газовых и жидких смесей, очистки сточных вод и газовых выбросов с помощью мембранного оборудования.

Таким образом, во всех процессах общим является переход вещества (или веществ) из одной фазы в другую. *Процесс перехода вещества (или нескольких веществ) из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия называют массопередачей*. В отличие от теплопередачи, которая происходит обычно через стенку, массопередача осуществляется, как

правило, при непосредственном соприкосновении фаз (за исключением мембранных процессов).

### **Ректификационные колонны**

Ректификационная колонна – аппарат с наполнителем, который используется для разделения пара на фракции. Конденсатом являются летучие фракции, а флегма (тяжелые фракции) оседает на стенках колонны и наполнителе, а затем стекает обратно в куб. По типу контактных устройств различают насадочные, тарельчатые и пленочные аппараты. Область применения тех или иных аппаратов определяется свойствами разделяемых смесей, производительностью и т.д.

В **насадочных** колоннах используются насадки различного типа (кольца Палля, из просечного металла, сеток и др.), которые достаточно эффективны в колоннах большого диаметра.

Насадки представляют собой твердые тела различной формы, которые загружают в корпус колонны в навал или укладывают определенным образом. Развитая поверхность насадок обуславливает значительную поверхность контакта пара и жидкости.

В **тарельчатых** колоннах пар (или газ) проходит через слой жидкости, находящейся на тарелке. При этом пар дробится на мелкие пузыри и струи, которые с большой скоростью движутся в жидкости.

Ректификационная колонна состоит из двух частей (секций), соединенных тарелкой (секцией) ввода сырья. Питание (сырьевой поток) подается в виде жидкости, паров или смеси паров и жидкости. Часть колонны, расположенная выше ввода сырья, называется концентрационной или укрепляющей секцией. Часть колонны, расположенная ниже ввода сырья, называется отгонной секцией.

Различают простые и сложные ректификационные колонны. **Простые** ректификационные колонны обеспечивают разделение исходной смеси (сырья) на два продукта: ректификат (дистиллят), выводимый с верха колонны в парообразном состоянии, и остаток — нижний жидкий продукт ректификации.

Сложные ректификационные колонны разделяют исходную смесь более чем на два продукта с отбором дополнительных фракций непосредственно из колонны в виде боковых погонов.

## Оборудование, обеспечивающее химические процессы

Трубчатая печь — высокотемпературное термотехнологическое устройство с рабочей камерой, огражденной от окружающей атмосферы.

Трубчатые печи широко распространены в нефтехимической и химической промышленности, используются для высокотемпературного нагрева и реакционных превращений жидких и газообразных нефтепродуктов (пиролиза, крекинга). Трубчатая печь относится к аппаратам непрерывного действия с наружным огневым обогревом.

Основные элементы трубчатых печей: рабочая камера (радиация, конвекция), трубчатый змеевик, огнеупорная футеровка, оборудование для сжигания топлива (горелки), дымоход, дымовая труба.

Мазут или газ сжигается с помощью горелок, расположенных на стенах или поду камеры радиации. Газы сгорания из камеры радиации поступают в камеру конвекции, направляются в дымоход и по дымовой трубе уходят в атмосферу.

Продукт одним или несколькими потоками поступает в трубы конвективного змеевика, проходит трубы экранов камеры радиации и нагретый до необходимой температуры, выходит из печи.

Главной частью трубчатой печи является радиационная секция, которая одновременно является и камерой сгорания.

Передача тепла в радиационной секции осуществляется преимущественно излучением, вследствие высоких температур газов в этой части печи.

Трубами радиационной секции поглощается тепло, выделившееся при горении, а также тепло, отраженное поверхностью футеровки. 60-80% всего используемого тепла в печи передается в камере радиации, остальное — в конвективной секции.

Температура газов, выходящих из радиационной секции, обычно достаточно высока, и тепло этих газов можно использовать далее в конвективной части печи. Камера конвекции служит для использования физического тепла продуктов сгорания, выходящих из радиационной секции обычно с температурой 700-900 °С.



В) Высококипящим компонентом;      Г) Флегмой.
4. Внутри колонны ректификации расположены
А) Трубные змеевики;      Б) Горелки;
В) Контактные устройства;      Г) Мешалки.
5. Адсорбция, вызываемая силами взаимодействия молекул поглощаемого вещества с адсорбентом, называется
А) Технологической;      Б) Физической;      В) Механической;
Г) Химической;      Д) Равновесной.
6. Аппарат для проведения высокотемпературных процессов:
А) ректификационная колонна;      Б) транспортер;      В) печь      Г) дозатор.
7. Процесс избирательного поглощения компонентов из газовых и парогазовых смесей жидкими поглотителями:
А) абсорбция;      Б) десорбция;      В) ректификация;      Г) кристаллизация.

### Вариант 3

1. К процессам массообмена относятся
А) Перегонка, адсорбция, экстракция;
Б) Выделение и поглощение теплоты, сушка.
В) Теплопроводность, конвекция, лучеиспускание.
Г) Политропические процессы.
2. Дистиллят образуется в ... части колонны
А) Средней;      Б) Не образуется;      В) Верхней;      Г) Нижней.
3. Аппарат с наполнителем, который используется для разделения пара на фракции
А) Теплообменник;      Б) Ректификационная колонна;
В) Трубчатая печь;      Г) Кристаллизатор
4. По составу кубовой остаток
А) Содержит примеси НК;      Б) Близок к чистому компоненту;
В) Исходная смесь;      Г) Содержит не прореагировавшие компоненты.
5. В состав ситчатой тарелки входят
А) Паровые стаканы;      В) Диск с отверстиями, переточные трубки;
Б) Клапана;      Г) Диск, колпачки, переточные трубки.
6. Ректификация – это
А) Разделение смеси в результате многократного испарения.
Б) Растворение жидкости в жидкости;
В) Пропускание суспензии через фильтрующую перегородку;
Г) Поглощение паров твердым поглотителем.
7. Аппарат, в котором вырабатывается тепло, необходимое для проведения высокотемпературного процесса, называется:
А) печь;      Б) манометр      В) реактор;      Г) барботажная колонна.