

Выпарные установки

Промышленная теплоэнергетика
Боруш О.В.

Выпаривание

Выпаривание – процесс повышения концентрации растворов твердых нелетучих веществ за счет частичного испарения растворителя

Применение

- повышение концентрации растворов нелетучих веществ
- выделение из раствора чистого растворителя (дистилляция)
- кристаллизация растворенных веществ

Для нагревания растворов используют:

- ✓ Топочные газы
- ✓ Электрообогрев
- ✓ Высокотемпературные теплоносители
- ✓ Водяной пар

Выпаривание



Классификация

❖ По принципу действия

Периодического действия

Непрерывного действия

❖ **По первичному теплоносителю** — на аппараты с паровым, газовым, жидкостным теплоносителем, а также с электрическим обогревом.

❖ По совмещению стадий нагрева и парообразования

аппараты,
в которых эти **стадии**
совмещены

аппараты
с вынесенной зоной
парообразования

аппараты
с вынесенной
поверхностью
нагрева

❖ По подвижности поверхности нагрева

аппараты *с неподвижной
поверхностью нагрева*

аппараты *с подвижной
поверхностью нагрева*

Подвижность поверхности нагрева обеспечивается ее вращением или вибрацией

Классификация

❖ По способу организации движения раствора

аппараты
с естественной циркуляцией

аппараты
с принудительной циркуляцией
однократной и многократной

❖ По расположению зоны испарения

испарение раствора
производится **внутри труб**

испарение раствора производится
в объеме аппарата

❖ По степени заполнения сечения труб

аппараты с **заполненным сечением**

аппараты с **незаполненным сечением**

- пленочные
 - с ниспадающей пленкой
 - с восходящей пленкой
 - с пленкой, движущейся под действием центробежных сил

аппараты
со вставками

❖ По направлению движения пара и жидкости

жидкость движется снизу вверх

жидкость движется сверху вниз

❖ По ориентации поверхности нагрева

вертикальные

горизонтальные

наклонные

❖ По степени концентрирования

*аппараты
небольших концентраций*

*аппараты
высоких концентраций*

❖ По производительности

*аппараты
малой производительности*

*аппараты
большой производительности*

Конструкция ВУ

Установки выполняются в виде выпарных батарей из нескольких выпарных аппаратов, скомпонованных в систему с двух- и трехкратным использованием подводимого тепла

Применяют

- в химической
- металлургической
- микробиологической промышленности
- во многих других отраслях народного хозяйства

Совершенствование техники выпаривания

1. интенсификация теплообмена – применение развитых поверхностей
2. снижение накипеобразования – использование, например, затравочных кристаллов
3. экономия энергозатрат – применение экстра-пара и конденсата для нагревания исходного раствора либо его предварительное концентрирование с помощью мембранного разделения



Принцип действия

Исходный раствор подается в верхнюю часть греющих труб. Распределяется и стекает в виде тонкой пленки по внутренней поверхности стенок. Пленка жидкости закипает под действием теплоты, подводимой снаружи к трубам. Жидкость частично испаряется.

Нисходящий поток возникает под действием гравитации. Ускоряется параллельным нисходящим потоком образующегося пара. Оставшаяся жидкость и пар разделяются в нижней части нагревательной камеры и в расположенном далее сепараторе центробежного действия.

Важно, чтобы вся поверхность нагрева, особенно в нижней части труб, равномерно и эффективно смачивалась жидкостью.



ПЛАСТИНЧАТЫЕ ВЫПАРНЫЕ АППАРАТЫ

Конструкция

Пластинчатый теплообменник, сепаратор.

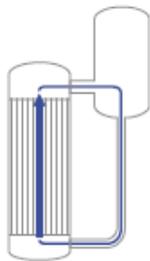
В рамном аппарате установлены специальные пластины, которые направляют продукт и греющую среду по чередующимся каналам.

Прокладки, которые уплотняют пластины, помещены в пазы специальной формы.

Эти прокладки можно устанавливать и снимать без применения инструментов.

С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

Короткий вертикальный кожухотрубный теплообменник
+ выносной сепаратор сверху



С естественной циркуляцией

Принцип действия



С принудительной циркуляцией



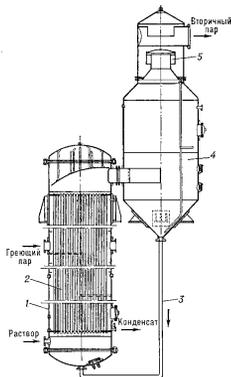
С выносной поверхностью нагрева

Перегретая в трубах жидкость поступает в сепаратор

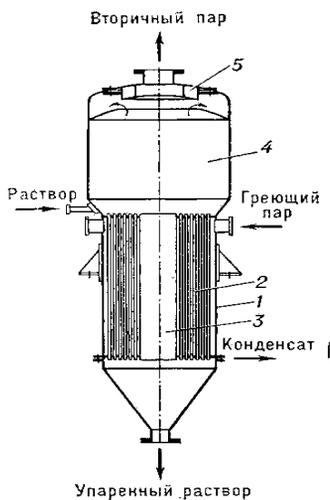
Происходит самоиспарение

Жидкость испаряется спокойно

Не происходит уноса капелек жидкости и пены с вторичным паром при достаточных размерах сепаратора



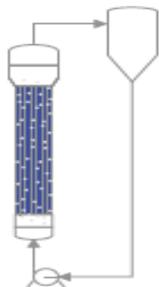
С центральной циркуляционной трубой



<http://dic.academic.ru>

С псевдооживленным слоем

Конструкция



Частицы во
внутритрубном
пространстве

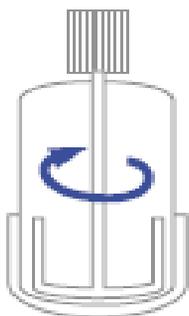
- стеклянные шарики
- керамические шарики
- стальные шарики

Сепаратор

- Сосуд мгновенного испарения

Циркуляционный насос

С перемешиванием



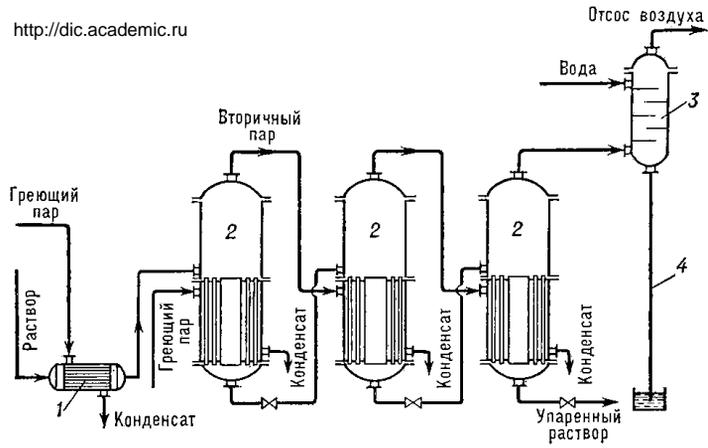
В сосуд периодически загружается жидкость

Доводится до кипения при непрерывном
перемешивании

Выпаривается до требуемой концентрации

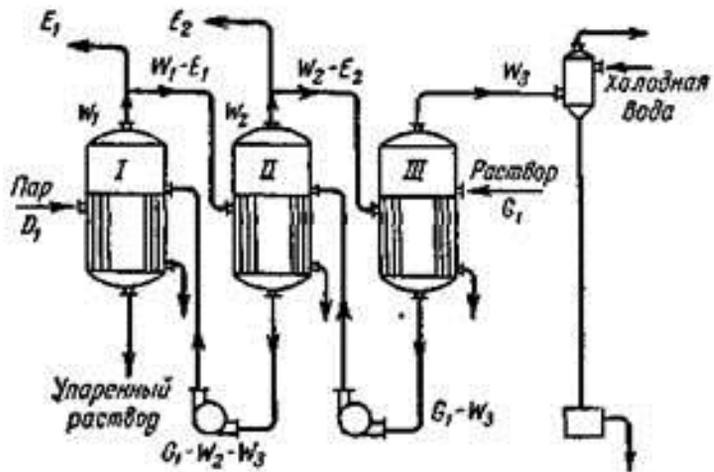
Схемы

<http://dic.academic.ru>



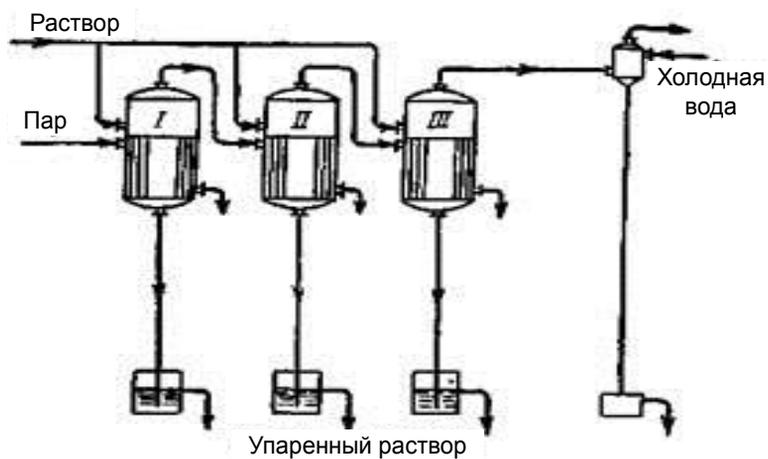
Прямоточная многокорпусная установка:

Схемы



Противоточная многокорпусная установка

Схемы



Установка с параллельным питанием