



Выпаривание

Введение .

- Выпаривание — процесс концентрирования растворов твердых нелетучих или малолетучих веществ путем испарения летучего растворителя и отвода образовавшихся паров. В промышленности выпаривание обычно проводят при кипении раствора. При выпаривании растворов твердых веществ в ряде пищевых производств достигают насыщения раствора; при дальнейшем удалении растворителя из такого раствора происходит кристаллизация, в результате которой выделяется растворенное вещество. Выпаривание применяют для повышения концентрации разбавленных растворов или выделения из них растворенного вещества путем кристаллизации.

Изменение свойств раствора при сгущении. Методы выпаривания

- Процесс выпаривания широко используют в сахарном и консервном производствах при концентрировании сахарных и томатных соков, молока и др. В пищевой технологии выпаривают, как правило, водные растворы. Выпаривание проводят в выпарных аппаратах. Процесс выпаривания может проводиться непрерывно и периодически. Аппараты периодического действия используют в основном в производствах малого масштаба. В крупнотоннажных производствах применяют непрерывнодействующие выпарные установки, площадь поверхности нагрева которых достигает 6000... 10 000 м². При таких поверхностях нагрева решающим фактором, который определяет экономичность установки, является расход греющего пара и воды. Выпаривание осуществляют как под вакуумом, так и при атмосферном и избыточном давлениях. Выпаривание под вакуумом позволяет снизить температуру кипения раствора, что особенно важно при выпаривании пищевых растворов, которые особенно чувствительны к высоким температурам. Применение вакуума позволяет увеличить движущую силу теплопередачи и, как следствие, уменьшить площадь поверхности выпарных аппаратов, а следовательно, их материалоемкость. При выпаривании под атмосферным давлением образующийся вторичный пар сбрасывается в атмосферу

Однокорпусные вакуумные выпарные установка

- Рассмотрим принципиальную схему одиночного непрерывнодействующего выпарного аппарата с внутренней центральной циркуляционной трубой (рис. 1). Аппарат состоит из теплообменного устройства – нагревательной (греющей) камеры 1 и сепаратора 2. Камера и сепаратор могут быть объединены в одном аппарате, или камера может быть вынесена и соединена с сепаратором трубами. Камера обогревается обычно водяным насыщенным паром, поступающим в ее межтрубное пространство. Конденсат отводят снизу камеры. Поднимаясь по трубам 3, выпариваемый раствор нагревается и кипит с образованием вторичного пара. Отделение пара от жидкости происходит в сепараторе 2. Освобожденный от брызг и капель вторичный пар удаляется из верхней части сепаратора.

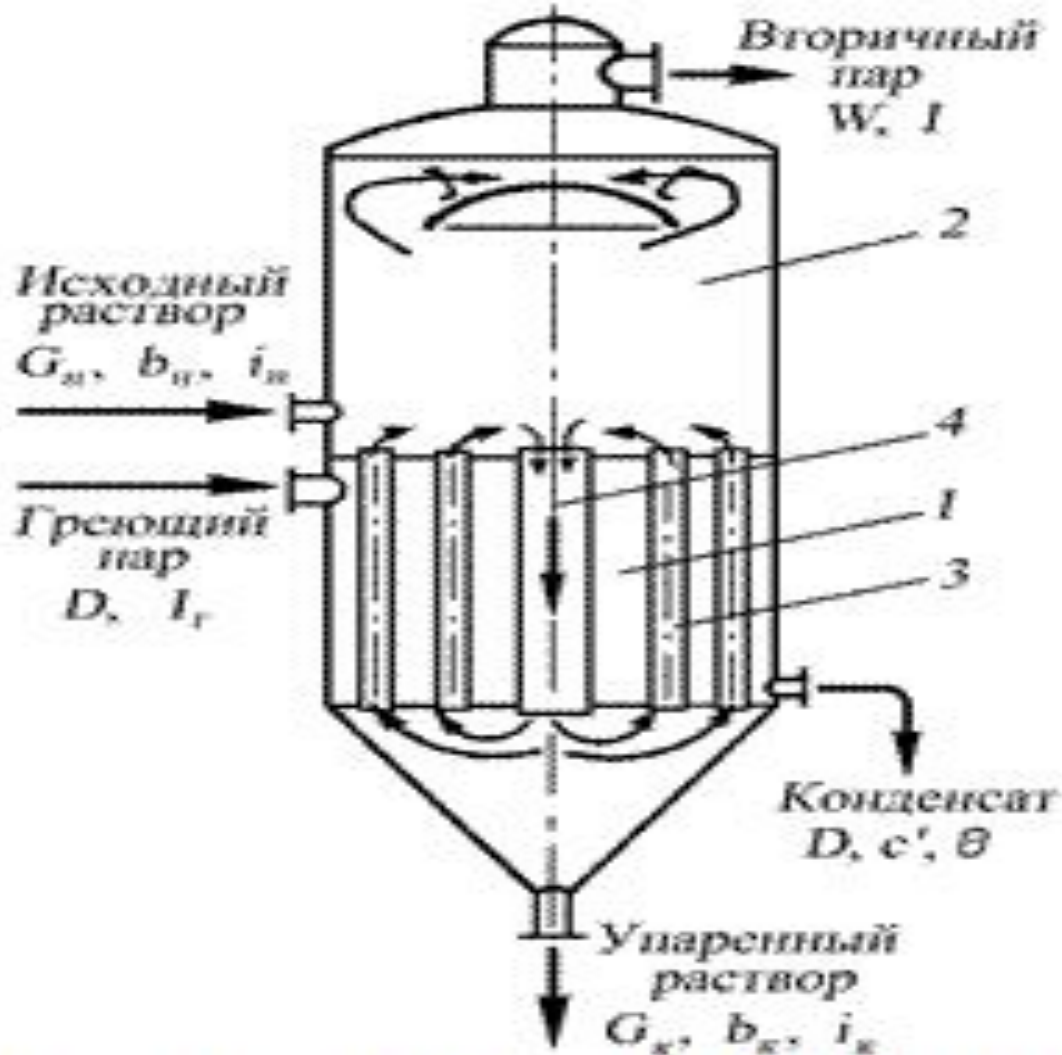


Рис. 1. Схема однокорпусного
 выпарного аппарата: 1 —
 нагревательная камера; 2 —
 сепаратор; 3 — кипяtilьные
 трубы; 4 — циркуляционная
 труба

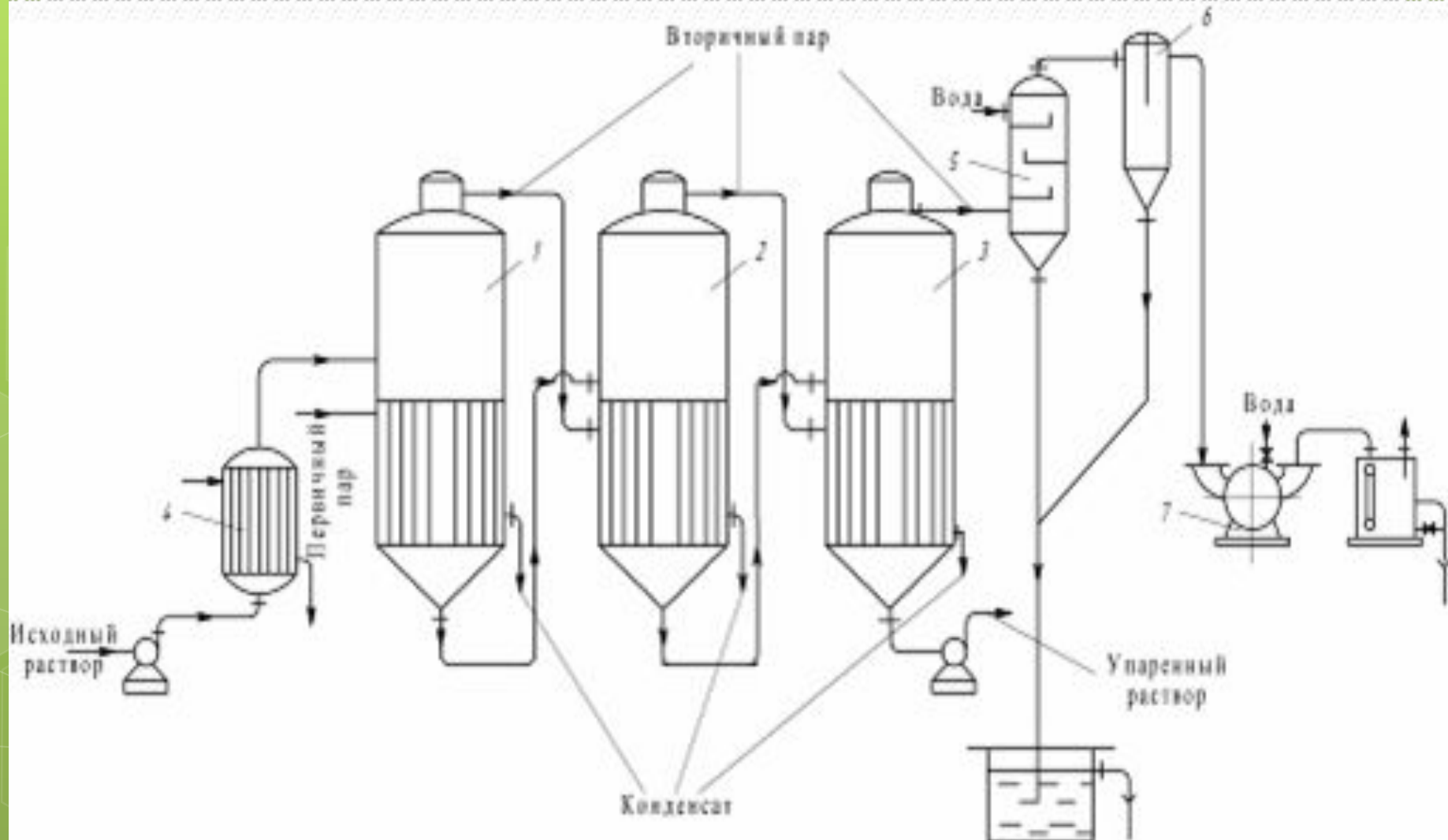
- Часть жидкости опускается по циркуляционной трубе 2 под нижнюю трубную решетку одиночной (однокорпусной) греющей камеры. Вследствие разности плотностей раствора в трубе 4 и парожидкостной эмульсии в трубах 3 жидкость циркулирует по замкнутому контуру. Упаренный раствор удаляется через штуцер в днище аппарата. Если выпаривание производится под вакуумом, то вторичный пар отсасывается в конденсатор паров, соединенный с вакуум-насосом (на рис. 1 не показаны). Упаренный раствор удаляется из конического днища аппарата

Многокорпусные вакуумные выпарные установка

Основные схемы многокорпусных установок

- . Многокорпусные выпарные установки классифицируются:
- – по давлению вторичного пара в последнем корпусе на работающие под разрежением и избыточным давлением. В пищевой промышленности из-за термолабильности пищевых растворов наиболее распространены выпарные установки, работающие под разрежением.
- – по взаимному направлению движения греющего пара и выпариваемого раствора на установки с прямоточным и противоточным движением пара и раствора.

Рис. 2. Схема трехкорпусной выпарной установки: 1, 2, 3 – корпуса; 4 – подогреватель; 5 – барометрический конденсатор; 6 – ловушка-брызгоулавливатель; 7 – вакуум-насос



Устройство выпарных аппаратов

- Наибольшее распространение получили выпарные аппараты с паровым обогревом, имеющие поверхность теплообмена, выполненную из труб. Выпарные аппараты с паровым обогревом состоят из двух основных частей: а) кипятыльник (греющая камера), в котором расположена поверхность теплообмена и происходит выпаривание раствора; б) сепаратор — пространство, в котором вторичный пар отделяется от раствора.

□

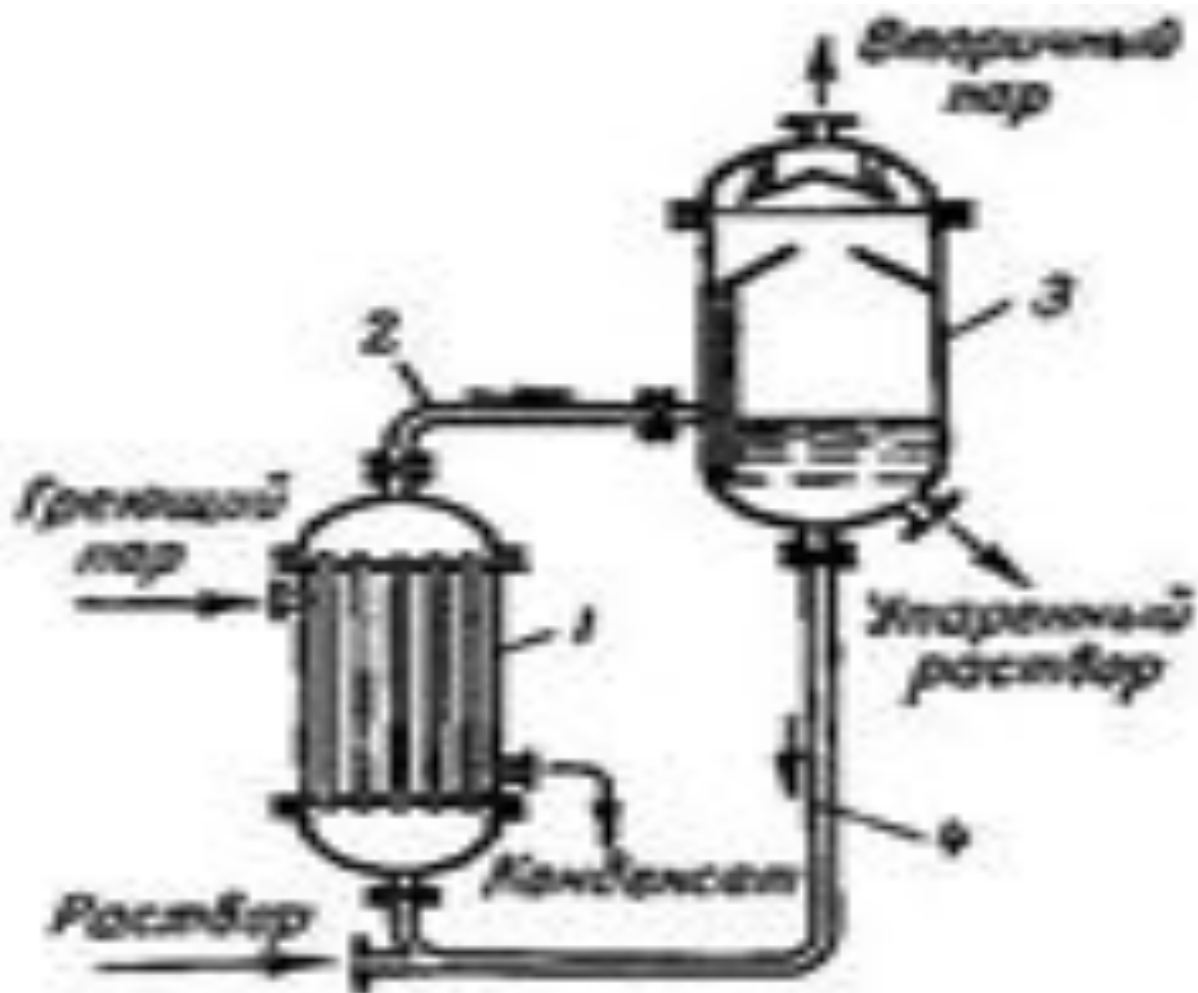
Расчетное соотношение выпаривания.

Для предварительного нагрева исходного раствора от начальной температуры t_n ($^{\circ}\text{C}$) используют часть вторичного пара. Поверхность нагрева предварительного подогревателя исходного раствора F_p (м^2), а коэффициент теплопередачи K_p ($\text{Вт}/\text{м}^2\text{K}$). Потерями тепла в окружающую среду и теплотой концентрирования раствора можно пренебречь. Исходные данные: производительность по исходному раствору $G_n = 2$ кг/с начальная концентрация раствора (масс. доли) $x_n = 0,08$ конечная концентрация раствора (масс. доли) $x_k = 0,17$ давление выпаривания атмосферное температура раствора перед теплообменником-подогревателем $t_n = 15^{\circ}$ С полезная разность температур $\Delta t_p = 25^{\circ}\text{C}$ гидростатическая депрессия $\Delta'' = 1,3^{\circ}\text{C}$ поверхность теплообменника - подогревателя $F_p = 15$ м² коэффициент теплопередачи теплообменника –подогревателя $K_p = 650$ Вт/м²К коэффициент теплопередачи выпарного аппарата К = 1250 Вт/м²К

Решение: Расчетная схема установки. 1. Температура кипения раствора $t_{\text{кип}} = t_{\text{вп}} + \Delta' + \Delta''$, где $t_{\text{вп}} = 100^{\circ}\text{C}$ – температура вторичного пара при атмосферном давлении [2, табл. LVII] $\Delta' = 4^{\circ}\text{C}$ – температурная депрессия [2, табл. XXXVI] Подставляя численные значения получим $= 100 + 4 + 1,3 = 105,3^{\circ}\text{C}$

Количество вторичного пара, образующегося при выпаривании, определяется из материального баланса по формуле: $W = G_n (1 - x_n/x_k)$ $W = 2(1 - 0,08/0,17) = 1,059$ кг/с Температура раствора на входе в выпарной аппарат определяется из теплового баланса теплообменника-

Схема установки 1-сепаратор; 2-труба циркуляционная; 3-камера греющая; 4-отвод; 5-заглушка; 6-болт; 7-гайка; 8-шайба.





□ Спасибо за внимание!!!