

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫПАРНОГО АППАРАТА

## АННОТАЦИЯ

Приведены результаты испытаний промышленного выпарного аппарата с внутренней греющей камерой. Установлено, что регулированием уровня раствора в кипящих трубах можно существенно повысить эффективность работы аппарата.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Выпарные установки относятся к наиболее традиционным видам промышленного оборудования, применяемого при концентрировании растворов солей, кислот, щелочей, выделении кристаллических веществ, регенерации технологических растворов, очистке сточных вод. Они применяются в производствах основной химии, минеральных удобрений, искусственных волокон, получении биологических питательных веществ, металлургии и др. В настоящее время в промышленности можно встретить выпарные аппараты с внутренней нагревательной камерой и центральной циркуляционной трубой. Основным достоинством таких аппаратов является компактность. В аппаратах такой конструкции циркуляционная труба, как и кипящие обогревается, что снижает движущую силу процесса естественной циркуляции. Их недостатком является также трудность поддержания оптимального уровня раствора в кипящих трубах, что показала эксплуатация таких аппаратов. С целью изучения работы промышленного выпарного аппарата с внутренней нагревательной камерой и центральной циркуляционной трубой были проведены экспериментальные испытания.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫПАРНОГО АППАРАТА

Греющая камера исследуемого аппарата при высоте теплообменных труб равной 2 м имела поверхность теплообмена 28 м<sup>2</sup>. В процессе опытов выпарная установка была оборудована дополнительными измерительными приборами. Эксперименты проводили при атмосферном давлении в сепараторе и разных величинах температурного напора и расхода исходного раствора. В качестве рабочей среды использовали воду и 20 – 40% - ный раствор роданистого аммония. Предметом исследования являлось определение оптимального режима работы аппарата. Критериями для сравнения степени эффективности работы аппарата служили определяемые по экспериментальным данным величины удельного количества выпаренной воды, тепловой нагрузки и коэффициентов теплопередачи.

Результаты предварительных исследований показали, что при наименьших нагрузках по исходному раствору аппарат работает очень плохо. Видимо в аппарате не происходит циркуляция раствора поступающего над верхней трубной решеткой и он стекает вниз только по нескольким трубам, и удаляется через нижний штуцер, а часть труб остается пустой. При увеличении расхода исходного раствора аппарат стал работать лучше. Однако эффективность работы аппарата при всех режимах работы по исходному раствору и давлению греющего пара осталась очень низкой.

В целях улучшения равномерного распределения раствора по трубам и определения оптимального уровня кипящей жидкости в кипящих трубах, к штуцеру на выходе упаренного раствора из аппарата соединили гидравлический затвор (рис. 1).

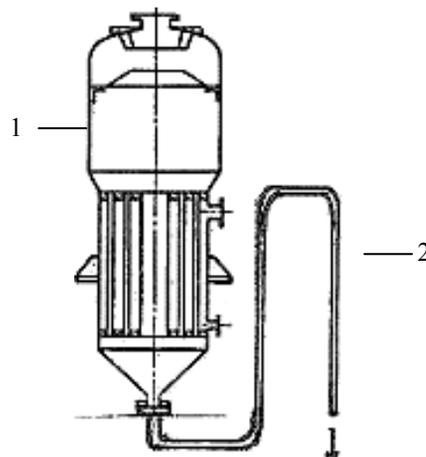


Рис. 1. Схема промышленной выпарной установки: 1 – выпарный аппарат; 2 – гидравлический затвор

Конструкция гидрозатвора позволила испытать аппарат при различных уровнях раствора в греющих трубах. Результаты опытов проведенных в аппарате с гидравлическим затвором при упаривании воды в виде зависимости количества выпаренной воды от уровня раствора в кипящих трубах при различных значениях полезной разности температур приведены в табл. 1.

Таблица 1. Зависимость количества выпаренной воды от уровня раствора при различных значениях полезной разности температур

Уровень раствора в кипящих трубах, %	Количество выпаренной воды, кг/ч			
	Полезная разность температур, °С			
	8	12	16	20
10 – 15	120	240	420	680
30	320	760	1160	1500
100	230	360	430	640

Из таблицы, а также на основе других данных эксперимента можно отметить следующее. Установка гидравлического затвора на выходе раствора из аппарата обеспечивает нормальное распределение жидкости по всем теплообменным трубам и соответственно стабильную работу аппарата при всех нагрузках по исходному раствору. Изменением уровня жидкости в трубах установлено, что наивысшие теплотехнические показатели в процессе упаривания воды аппарат обеспечивает при уровне раствора в греющих трубках равном 30%. Общие коэффициенты теплопередачи в аппарате с гидрозатвором достигали до 2400 Вт / (м<sup>2</sup>·К). При выпаривании раствора роданистого аммония оптимальная

высота уровня по водомерному стеклу оказалось около 50%. Коэффициенты теплопередачи в этом случае составляли 1800 – 2000 Вт / (м<sup>2</sup>·К).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, присутствие гидравлического затвора на выходе раствора из выпарного аппарата с внутренней нагревательной камерой и центральной циркуляционной трубой обеспечивает эффективную работу аппарата при большом интервале рабочих нагрузок за счет установления оптимального уровня раствора в греющих трубках.