

УДК 66.048.5-982

*П. Н. Черномятов**

**РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ
ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

В различных отраслях промышленности (химическая, пищевая, металлургическая и др.) для концентрирования различных по свойствам растворов широко применяется выпаривание. Актуальность применения выпаривания – это сохранение продукции сельскохозяйственной отрасли путем концентрации, проблема защиты окружающей среды от загрязнения промышленными сточными водами, опреснение воды в районах с дефицитом пресной воды.

Выпарные установки являются важными звеньями технологических комплексов, которые определяют качество и стоимость выпускаемой продукции.

Выпарные аппараты характеризуются следующими процессами, происходящими в них: конденсацией паров в греющей камере, передачей тепла от пара через стенку поверхности нагрева к кипящей жидкости; кипением жидкости с выделением паров растворителя и увеличением концентрации раствора. Образующийся при этом вторичный пар может быть использован как горячий теплоноситель в других установках.

Наиболее простой конструкцией выпарного аппарата является устройство с паровой рубашкой при свободно неорганизованной циркуляции пара (рис. 1).

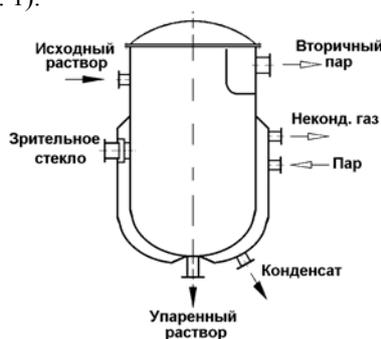


Рис. 1. Выпарной аппарат с паровой рубашкой

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2016 г. в рамках Одиннадцатой межвузовской научной студенческой конференции Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития» и выполнена под руководством канд. техн. наук ФГБОУ ВО «ГГТУ» Д. В. Никитина.

Такие аппараты нашли свое применение в небольших производствах для упаривания водных растворов, склонных к отложениям и обладающих агрессивными свойствами. Аппараты такой конструкции появились одними из первых. Они отличаются простотой изготовления, доступностью поверхности теплопередачи для коррозионной защиты и очистки от отложений. Однако аппаратам со свободной неорганизованной циркуляцией присущ низкий коэффициент теплоотдачи от стенки к раствору. Это объясняется тем, что скорость движения раствора невелика и определяется свободной конвекцией. Низкие коэффициенты теплоотдачи и соответственно теплопередачи приводят к необходимости иметь большую поверхность теплопередачи, что влечет высокие капитальные затраты. Необходимость увеличения поверхности нагрева в единице объема аппарата привела к появлению змеевиковых и трубчатых выпарных аппаратов. В них движется по трубам раствор, обеспечивая большую удельную поверхность теплопередачи, но сложность их очистки и защиты от коррозии, возможность образования паровых пробок, ремонт внутренних устройств (змеевиков, труб) значительно затрудняют их эксплуатацию.

Одним из способов снижения температуры выпаривания (кипения) является вакуумное выпаривание. К примеру, кипение воды в вакуумном выпарном аппарате происходит при температуре 45 °С.

При выпаривании под вакуумом, по сравнению с выпариванием при атмосферном давлении, наблюдаются некоторые преимущества: возможность проведения процесса выпаривания при более низких температурах (при концентрировании растворов веществ, склонных к разложению при повышенных температурах); при разрежении увеличивается полезная разность температур между греющим агентом и раствором, что позволяет уменьшить поверхность нагрева аппарата (при прочих равных условиях). Аппараты с вакуумным выпариванием экономичнее паровых в 5–10 раз.

Конструктивное оформление выпарных аппаратов непрерывно и быстро прогрессирует, при этом в настоящее время имеется чрезвычайно большое количество конструкций выпарных аппаратов, которые не всегда создаются с учетом особенностей процесса, режимных параметров и специфических свойств выпариваемых растворов. Поэтому совершенствование вакуум-выпарных установок и вспомогательного оборудования является актуальной проблемой.

На кафедре «Техническая механика и детали машин» ФГБОУ ВО «ТГТУ» спроектирована и изготовлена установка, включающая емкость 1, жидкостно-кольцевой вакуум-насос (ЖВН) 2, ТЭН 3,

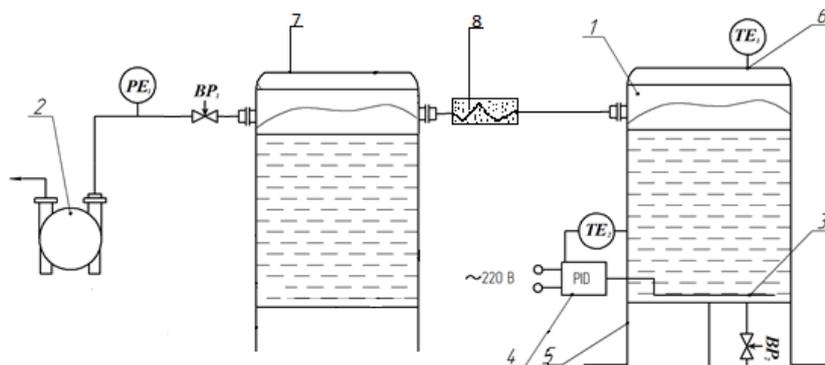


Рис. 2. Установка для вакуумного выпаривания:
 1 – емкость; 2 – жидкостно-кольцевой вакуум-насос; 3 – ТЭН;
 4 – пид-регулятор с термопарой; 5 – стойка; 6 – термопара;
 7 – емкость для дистиллята; 8 – дистиллятор

ПИД-регулятор с термопарой 4, стойку 5, датчик температуры 6, емкость для дистиллята 7, дистиллятор 8. В верхней крышке емкости установлены штуцеры для ввода датчика температуры 6 (хромель-копель термопары – ТХК). Установка оснащена трубопроводами и соединительной арматурой. Отвод готового концентрата из емкости осуществляется через выходное отверстие с помощью вентиля ВР₂. Требуемое давление разрежения достигается регулированием вентиля ВР₁ на всасывающем трубопроводе.

Экспериментальная установка позволяет получать данные, необходимые для определения интенсивности испарения в зависимости от времени выпаривания и давления разрежения.

Список литературы

1. Таубман, Е. И. Выпаривание / Е. И. Таубман. – М. : Химия, 1982. – 328 с.
2. Валентас, К. Дж. Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов / К. Дж. Валентас, Э. Ротштейн, Р. П. Сингх (ред.) ; пер. с англ. под общ. науч. ред. А. Л. Ишевского. – СПб. : Профессия, 2004. – 848 с.

Кафедра «Техническая механика и детали машин»
 ФГБОУ ВО «ТГТУ»