ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

DOI - 10.32743/UniTech.2021.86.5.11743

КОМБИНИРОВАННЫЙ ВЫПАРНОЙ АППАРАТ С РАЗДЕЛЕННОЙ ГРЕЮЩЕЙ КАМЕРОЙ**Артиков Аскар Артикович**

*д-р техн. наук, проф. кафедры «Информатики, автоматизации и управления»
Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: <mailto:zulhumor-72@mail.ru>*

Машарипова Зулхумар Атабековна

*PhD, доц. кафедры «Информатики, автоматизации и управления»
Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Каримуллаева Марзия Уснатдиновна

*докторант
Ташкентского Государственного Аграрного Университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

COMBINED EVAPORATOR WITH SEPARATE HEATING CHAMBER**Askar Artikov**

*Professor of the Department of Informatics,
Automation and Control of the Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent*

Zulhumar Masharipova

*Associate Professor of the Department of Informatics,
Automation and Control of the Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent*

Marziya Karimullaeva

*Doctorate student
of Nukus branch of Tashkent state agrarian university
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается конструктивная особенность совмещенного двухкорпусного выпарного аппарата. Цель **исследования** разработка двухкорпусного устройства выпаривания растворов и соков в одном аппарате. В большинстве случаев на производстве пищевых концентратов используются двухкорпусные выпарные установки, где первый корпус обогревается свежим водяным паром, а пар первого корпуса подается для подогрева второго корпуса выпарной установки. Конструктивные расчеты совмещенного выпарного аппарата выполнены путем расчетно-экспериментального исследования с использованием компьютерного моделирования по выпарке раствора пектина и осветленного дынного сока. В кратце дается подетальное содержимое аппарата, их назначение и принцип работы. Показаны преимущества двухкорпусного устройства выпаривания в одном аппарате.

ABSTRACT

The article discusses the design features of the evaporator for the evaporation of weak technical solutions, for example, pectin extract or melon juice. In brief, the detailed contents of the device are given, their purpose and principle of operation.

Experimental data on the concentration of a solution of pectin and melon juice, the results of their comparative assessment and conclusions are presented.

Ключевые слова: экстрактор, давление, испаритель, анализ, температура, процесс, элемент, раствор, пектин, испарение, нагревательная камера, сепаратор.

Keywords: extractor, pressure, evaporators, analysis, temperature, process, element, solution, pectin, evaporation, heating chamber, separator.

Введение

Плодоовощной раствор яблочного пектина или дынного сока состоят из растворителя - воды и растворенного в нем моно-сахаров - глюкозы, фруктозы и сахарозы. При этом парциальное давление паров растворенного вещества ничтожно мало по сравнению с давлением пара воды. Поэтому при кипении сока испаряется практически только чистая вода и ароматические вещества, образуя мокрый пар. Растворенное же моносахара или пектин остается в растворе, повышая свою концентрацию. При этом температура кипения раствора несколько превышает температуру кипения чистой воды [1, 9].

Как известно концентрирование раствора выпариванием — это тепловой процесс, заключающийся в частичном удалении воды путем испарения её при кипении. Процесс сопровождается испарением воды во всем объеме кипящего раствора, что значительно интенсифицирует ее удаление [1, 2, 9, 10].

Наибольшее распространение в промышленности получили выпарные аппараты, обогреваемые конденсирующим водяным паром. Выпарные аппараты используют для концентрирования водных растворов различных минеральных солей, органических продуктов, белково - витаминных концентратов, натуральных фруктово - ягодных соков и других пищевых продуктов [2].

Область применения выпарных аппаратов в народном хозяйстве обширна и многообразна, определяется их конструктивными особенностями и разнообразием энергоподвода для процесса выпаривания. Самым распространенным теплоносителем считается насыщенный перегретый водяной пар давлением $P = 200 - 800$ кПа. Процесс выпаривания проводится, при как можно, более низких температурах и кратковременно.

Для осуществления процесса выпаривания необходимо передать тепло греющего пара кипящему соку, что сопровождается большим расходом водяного пара. Для уменьшения затрат энергии греющего пара переходят к использованию многокорпусных выпарных аппаратов. При этом образуется концентрированный раствор и вторичный соковый пар, который может быть использован в качестве теплоносителя. Аналогичное используется в многокорпусных выпарных установках (МВУ), например, в сахарном производстве.

Многокорпусные выпарные аппараты, имея большое амортизационное отчисление, способствуют уменьшению расхода водяного пара.

Отличие выпарных аппаратов от обычных теплообменников заключается в условном разделении на два взаимосвязанных тепловых узла: греющей камеры и сепаратора — ловушки для улавливания капель раствора из пара, образующего при кипении раствора.

Существующие выпарные аппараты, несмотря на их множество, их обычно подразделяют по принципу действия, типу циркуляции, способу подвода тепла, характеру движения раствора, ориентации поверхности нагрева, расположения зоны испарения, конструктивному исполнению сепаратора и другим параметрам.

В связи с этим вопрос усовершенствования конструкции выпарных аппаратов с учетом сохранения биологических и нативных свойств выпариваемого раствора остается в поле зрения научных исследователей.

Цель исследования - разработка выпарного устройства выпаривания растворов и соков в одном выпарном аппарате.

Имеются многокорпусные выпарные аппараты, используемые для концентрирования пищевых соков. В большинстве случаев на производствах пищевых концентратов используются двухкорпусные выпарные аппараты, где первый корпус обогревается водяным паром из общей транс линии подачи свежего пара, вторичный водяной пар из первого корпуса подается для подогрева второго выпарного аппарата.

Для выпаривания слабого раствора пектина, получаемого при экстрагировании яблочных выжимок нами, разработан выпарной аппарат с разделенной греющей камерой и выходящего парожидкостного потока в одном аппарате (рис. 1).

Конструктивные расчеты двухкорпусного выпарного аппарата выполнены путем расчетно-экспериментального исследования с использованием компьютерного моделирования по выпарке раствора пектина и осветленного дынного сока [10].

Получены при концентрировании водного раствора пектина с начальной $X_n = 1,5\%$ до $X_k = 7,5\%$ были получены следующие данные: следующие результаты как первого, так и второго корпусов.

а) $X_n^I = 2,43\%$ - конечная концентрация раствора в первой половине аппарата;

$K_n^I = 2100 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$ - коэффициент теплоотдачи;

$X_n^{II} = 7,5\%$ - концентрация на выходе из аппарата;

$K_n^{II} = 1500 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$ - средний расчетный коэффициент теплоотдачи;

б) а также, при концентрировании дынного сока с $X_g = 15\%$ и $X_g = 45\%$

$X_g^I = 27,2\%$ - концентрация раствора на выходе из первой половины аппарата;

$K_g^I = 580 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$ - коэффициент теплоотдачи в первой половине аппарата;

$K_g^{II} = 320 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$ - коэффициент теплоотдачи во второй половине аппарата;

Уменьшение коэффициента теплоотдачи объясняется тем, что с увеличением вязкости уменьшается скорость движения раствора в трубах, что суще-

ственно влияет на коэффициент теплопередачи. Поэтому для концентрирования вязких растворов можно включить в систему циркуляционный насос.

На основе выше приведенных расчётов и технологических показателей были определены конструктивные размеры совмещённого многокорпусного выпарного аппарата (рис.1).

Рисунок 1. Выпарной аппарат с разделенной греющей камеры

Выпарной аппарат состоит из трех основных монтажных блоков: греющей камеры, сепаратора и днища. Греющая камера выполнена в виде двухходового трубчатого теплообменника, как по движению теплоносителя, так и по нагреваемому продукту, и состоит из приваренных к обечайке 1 верхней 2 и нижней 3 трубных решеток и вертикально расположенной изогнутой перегородкой 4, разделяющей межтрубное пространство на две неравнозначные части. На трубных решетках закреплены греющие трубки 5 и 6 разных диаметров, а на обечайке расположены патрубки 7, 8 для ввода греющего пара и 9, 10 – для отвода конденсата и опорные лапы 11. К нижней трубной решетке 3 закрепляется днище, состоящее из фланца 12, сферического полуднища 13, разделительной перегородки 14 и двух патрубков 15, 16 для ввода раствора. Сверху греющей камеры монтируется сепаратор, состоящий из полусферического купола 17, состыкованного с цилиндроконическим раструбом 18, внутри которого размещены перегородка 19 и конусообразный капле отражатель 20, с расположенными по центру сквозным отверстием 21 для прохода сокового пара и двух отверстий 22 для возврата уловленных брызг раствора. В сферической части сепаратора расположены патрубки 23, 24 для отвода сокового пара и патрубки 25, 26 для выхода сконцентрированного раствора.

Греющая камера, сепаратор и днище стыкуются между собой в единую монтажную единицу.

Для понятия сущности двухкорпусного устройства выпаривания растворов и соков в одном аппарате, рассмотрим его работу в совокупности с работой других вспомогательных аппаратов для

концентрирования продукта, например, раствора пектина (см. фиг.2).

Осветленный раствора пектина насосом 27 подают на теплообменник 28, в котором подогревается до температуры кипения и далее через патрубок 15 поступает в левую камеру нижней части выпарного аппарата. Нагретый до температуры кипения сок, далее проходит по трубкам 5, вскипает за счет подаваемого через патрубок 7 греющего пара, и поступает в виде парожидкостной фазы в левую часть сепаратора.

Здесь кипящий сок разделяется на две фазы: паровую и жидкостную. Первая фаза - вторичный водяной пар проходит через отверстие 21 и переходит через патрубок 23, на обогрев второй половины греющей камеры через патрубок 8. Вторая фаза - частично сконцентрированный сок через патрубок 25, по обводному трубопроводу 29, циркуляционный насос 30 и патрубок 16 поступает во вторую половину сферического полуднища 13. Далее сок проходит по трубам 6, вскипает и концентрируется за счет обогрева, поступающего по паропроводу 31 сокового пара и поступает во вторую часть сепаратора. Здесь также происходит разделение сконцентрированного сока от паровой фазы, которая по патрубку 24 отсасывается на барометрический конденсатор 32, а концентрированный сок удаляется по патрубку 26 на охлаждение и хранение. Разряжение в сепарационной части выпарного аппарата обеспечивается водокольцевым вакуум-насосом 33.

Такое конструктивное выполнение выпарного аппарата с одновременным разделением, как парового пространства, так и по ходу упариваемого рас-

твора, обеспечивает оптимальный режим прохождения гидродинамических и теплообменных процессов. Компактность аппарата заключается в том, что он выполнен по принципу «два в одном», т.е. два аппарата заключены в один корпус, позволяющее уменьшить потерю тепла в окружающую среду и расход металла на изготовление.

Выводы:

В большинстве случаев на производствах пищевых концентратов используются двухкорпусные выпарные аппараты, где первый корпус обогревается водяным паром из общей транс линии подачи свежего пара, вторичный водяной пар из первого корпуса подается для подогрева второго выпарного аппарата.

Для выпаривания слабого раствора пектина, получаемого при экстрагировании яблочных выжимок нами, разработан выпарной аппарат с разделенной греющей камерой и выходящего парожидкостного потока в одном аппарате. Преимущества данного выпарного аппарата по сравнению с известными выпарными установками заключается в малых массогабаритных размерах, что позволяют его изготовления в небольших механосборочных цехах без специальной оснастки к оборудованию, демонтаж сепаратора и днища обеспечивает быструю очистку греющих труб от образующего пригара. Процесс нагараобразования при уваривании различных растворов (яблочного, томатного и дынного соков) уменьшается в 1,3 - 1,6 раза.

Список литературы:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: ООО ТИД "Альянс", 2004. - 753 с.; 10-е изд.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие по проектированию; под ред. Ю.И. Дытнерского. 3-е изд., стереотип. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 496 с.
3. Таубман Е.И. Расчет и моделирование выпарных установок. – М: Химия, 1970-216 с.
4. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М.: Высшая школа .1991-400с.
5. Артиков А.А. Компьютерные методы анализа и синтеза технологических систем. - Ташкент. 2012. С. 207.
6. Артиков А.А., Машарипова З.А., Каримуллаева М.У. Выпарной аппарат с разделенной греющей камерой. № FAP_20200313 от 15.12.2020
7. Артиков А.А., Жураев Х.Ф., Машарипова З.А., Раджапов Б.Н. Системное мышление анализ, и нахождение оптимальных решений. Монография. Издательства «Дурдона» Бухара- 2020. 184 с.
8. Артиков А.А., Машарипова З.А., Каримуллаева М.У. Программный продукт расчета кожехотрубных выпарных аппаратов с паровым обогревом. Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство № DGU10090 от DGU 20202557
9. Саевич Н.П., Калишук Д.Г., Ершов А.И. Исследования интенсификации кипения воды в вертикальной трубе. [Текст] Инженерно-физический журнал, 2004, Т. 77, № 1. - С. 191-196
10. Артиков А.А., Машарипова З.А., Каримуллаева М.У. Расчет динамики процесса выпаривания в кожехотрубном аппарате // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 3(84).
11. Плехов И.М., Ершов А.И., Лунчук Ю.П. Технический способ снижения температурных потерь и энергозатрат при концентрировании растворов в выпарных аппаратах. [Текст] Белорусский государственный технологический университет. Труды БГТУ. Серия III. Химическая технология неорганических веществ, Минск, 2008, Вып. XVI. - С. 163-165.