

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

XVI Всеукраїнської

науково-технічної

конференції

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ

ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса



ОДЕСА

2016

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова:

Сторов Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Замісники:

Поварова Наталія Миколаївна – проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій, к.т.н., доцент,

Косой Борис Володимирович – директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Члени оргкомітету:

Артеменко С.В.

Бошкова І.Л.

Бошков Л.З.

Василів О.Б.

Гоголь М.І.

Дьяченко Т.В.

Желєзний В.П.

Зацеркляний М.М.

Князева Н.О.

Кологривов М.М.

Котлик С.В.

Крусір Г.В.

Мазур В.О.

Мазур О.В.

Мілованов В.І.

Морозюк Л.І.

Нікулина А.В.

Ольшевська О.В.

Плотніков В.М.

Роганков В.Б.

Роженцев А.В.

Сагала Т.А.

Семенюк Ю.В.

Смирнов Г.Ф.

Тітлов О.С.

Шпирко Т.В.

Хлієва О.Я.

Хмельнюк М.Г.

Хобин В.А.

Цикало А.Л.

Відповідальний за випуск: Тітлов О.С., завідувач кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв

Мова видання: українська, російська, англійська

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Рекомендовано до друку Радою факультету прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій, протокол № 2 від 21 вересня 2016 року.

А 43 Актуальні проблеми енергетики та екології / Матеріали XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. – 312 с.

ББК 31:20.1

ISBN 978-966-930-137-6

© Одеська національна академія харчових технологій

© Факультет прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій

СЕКЦІЯ 2:

**ПРОЦЕСИ ТЕПЛОМАСООБМІНУ
І ТЕПЛОМАСООБМІННІ АПАРАТИ**

**НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ
І ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ**

**ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕПЛОНОСІЇВ
І РОБОЧИХ ТІЛ**

КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКА ДЛЯ МИКРОВОЛНОВОГО ЭКСТРАКТОРА

Георгиеш Е.В., канд. техн. наук, ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Аннотация. Рассматриваются условия работы микроволнового экстрактора, предназначенного для экстрагирования биологически активных веществ из растительного материала. Приведены результаты расчета теплообменного аппарата для микроволнового экстрактора непрерывного действия. Сформулированы рекомендации для выбора насоса, обеспечивающего циркуляцию смеси экстрагент - твердые частицы с заданной производительностью.

Anotation. Consider conditions operation of the microwave extractor, intended for extraction of biologically active substances from the plant material. The results of the calculation of heat exchanger for Microwave continuous extractor. Formulate recommendations for selecting a pump circulates the mixture ekstragent - solids with a given performance.

Ключевые слова: трубчатый теплообменный аппарат, экстрагируемое вещество, тепловой поток, дисперсный раствор.

Для получения экстрактов с заданными свойствами была разработана микроволновая установка непрерывного действия, конструкция, которой допускает выдержку дисперсного материала при заданной температуре. Для полноты извлечения биологически активных веществ из свежего растительного материала предусмотрено пропускание раствора по замкнутому циклу несколько раз. Жидкость, нагреваясь в рабочей камере, после прохождения насоса охлаждается в теплообменнике типа воздух- жидкость, для исполнения которого были проведены тепловой конструкторский и гидравлический расчеты. Вид теплообменного аппарата приведен на рис. 1.

Опытные данные свидетельствуют, температура вещества на выходе часто лимитируется 70-80 °С. Эти значения были выбраны как базовые в расчетах. В качестве экстрагента принималась вода, поэтому расчет с высокой степенью точности можно проводить по методу среднего температурного напора.

Конструктивные особенности выполнения данного вида теплообменного аппарата состоят в том что, на трубы, по которым движется дисперсный раствор, напаяны ребра, изготовленные из стали. Для расчета принимается, что вокруг трубы ребро круглого сечения, что упрощает конструкцию. Общий размер ребер составляющих корпус теплообменного аппарата $252 \times 151,2$ мм, расстояние между ребрами 2 мм, толщина ребер 1 мм, внутренний диаметр труб 15 мм, трубы расположены в шахматном порядке, изготовлены из нержавеющей стали широко применяемой в пищевой промышленности.

Скорость движения экстракта в трубе теплообменного аппарата $W = 0.035$ м/с. Расчет температуры проводился по методу среднего температурного напора между температурами на входе и выходе экстрагента из системы охлаждения.

Расход экстрагента $G_s = 0.0597$ кг/с. Скорость движения экстрагента в замкнутом контуре $W = 0,196$ м/с, при внутреннем диаметре трубы $d_{mp} = 0,02$ м.

При поперечном обтекании воздухом труб с поперечными круглыми ребрами средний конвективный коэффициент теплоотдачи $\bar{\alpha}_e$, отнесенный к полной оребренной поверхности, по исследованию Э.С. Карасиной [1] описывается критериальным уравнением для коридорного пучка:

$$Nu = C \cdot \left(\frac{d_n}{S_p}\right)^{-0.54} \cdot \left(\frac{h}{S_p}\right)^{-0.14} \cdot Re^{0.72}, \quad (1)$$

где C - коэффициент, для круглых ребер $C = 0.104$; S_p - шаг ребер, $S_p = 0.01$ м; h - высота ребра, $h = 0.0036$ м; D - наружный диаметр ребра, $D = 1.4 \cdot d_n = 0,0252$ м.

$$Nu = 54.58$$

Коэффициент эффективности кольцевого ребра постоянной толщины является функцией симплексов $\frac{h}{\delta}$, $\frac{D}{d_n}$ и числа Био $Bi = \frac{\alpha_e \cdot \delta}{\lambda_{ст}}$:

$$E_k = f\left(\frac{h}{\delta} \cdot \sqrt{2Bi}; \frac{D}{d_n}\right), \quad (3)$$

где $\delta = 1 \cdot 10^{-3}$ м - толщина ребра, $\lambda_{ст} = 45$ Вт/(мК) - теплопроводность материала ребра.

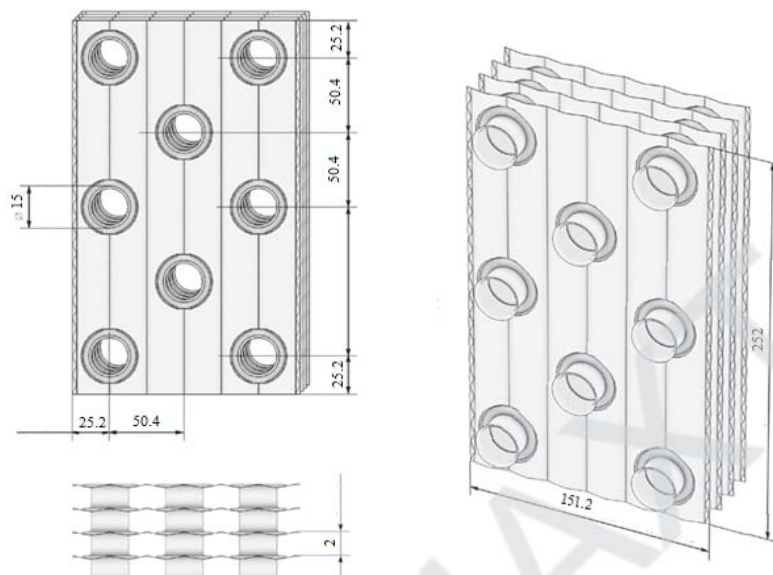


Рис.1 – Трубчатый теплообменник типа ВЖ для охлаждения экстракта

В соответствии с [2], при заданных параметрах $E_k = 0.94$.

Площадь поверхности ребер на единицу длины трубы:

$$F_p = n \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \right) + \pi \cdot D \cdot \delta \right], \quad (4)$$

где $n = 100$ - количество ребер;

$$F_p = 0.057 \text{ м}^2$$

Площадь свободной поверхности на единицу длины трубы:

$$F_{с.н.} = \pi \cdot d_n \cdot l \cdot n_{тр} - \pi \cdot d_n \cdot \delta \cdot n_{нл} \cdot n_{тр} = \pi \cdot d_n \cdot n_{тр} \cdot (l - \delta \cdot n_{нл})$$

где $n_{тр} = 10$ шт - количество труб; $n_{нл} = 100$ шт - количество ребер (пластин), шт; $l = 0,15$ м - длина трубы.

$$F_{с.н.} = 0.028 \text{ м}^2$$

Площадь полной наружной поверхности оребренной трубки вместе с поверхностью ребер:
 $F_n = F_{с.н.} + F_p = 0.082 \text{ м}^2$.

Коэффициент теплопередачи через стенку $k = 681.2$, Вт/(м²К)

где $F_{зл}$ - площадь внутренней поверхности трубы, $F_{зл} = \pi \cdot d_{вн} \cdot l = 7.06 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

Q - количество теплоты, поглощенной дисперсной средой, $Q = 2500$ Вт.

Площадь теплопередающей поверхности: $F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_d} = 0.066 \text{ м}^2$

Длина труб теплообменника: $l = \frac{F}{\pi \cdot d_n} \frac{0.066}{3.14 \cdot 0.018} = 1.16 \text{ м}$

По полученному значению длины труб теплообменника принимаем количество секций – 8. Потери напора определяются уравнением Дарси-Вейсбаха [3] и составили $H = 0.944$ м.

По полученному напору был выбран насос WiloStar-Z 20/1 EM с минимальной производительностью 0,7 м³/час. В связи с высокой производительностью насоса предлагается дополнительно установить вентиль/расходомер для регулировки и снижения производительности.

Выводы

Разработаны конструктивные решения для охлаждения дисперсного раствора. По результатам расчета определена площадь теплопередающей поверхности, проведен гидравлический расчет, по результатам которого подобран насос, обеспечивающий непрерывное движение жидкости в контуре.

Литература

1. Берман, С.С. Теплообменные аппараты и конденсационные устройства турбоустановок [Текст] / С.С. Берман. - М.: Гос. науч.-техн. изд. машиностроительной литературы, 1959. - с.423
2. Авчухов, В.В. Задачник по процессам тепломасообмена [Текст] / Авчухов В.В., Паюсте Б.Я // Учеб. пособ. для ВУЗов. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 144 с.
3. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям [Текст] / И.Е. Идельчик. - 3-е изд, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1992. - 672 с.

ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОС У КОНВЕКТИВНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ КОМІРКАХ З ПАРАБОЛІЧНИМ ПРОФІЛЕМ ДНА І ТВЕРДИМИ ГРАНИЧНИМИ УМОВАМИ

Іванюк М. І.¹⁾, Андрєєва О. Л.²⁾, Кулик О. П.¹⁾, канд. физ.-мат. наук., доцент

¹⁾ Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків

²⁾ Інститут проблем машинобудування імені А. М. Підгорного НАН України, м. Харків

В основі утворення нашого Всесвіту лежить надзвичайно важливий принцип самоорганізації [Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. - М.: Мир, 1979. - 512 с.]. В природі принцип самоорганізації матерії

є основоположним. Одним з яскравих прикладів цього процесу є утворення конвективних комірок в горизонтальному шарі в'язкої, нестисливої рідини, що підігрівається знизу. Такі комірки вперше виявив і описав А. Бенар у 1900 р. Згодом вони отримали назву комірок Бенара.

Дослідження процесів, пов'язаних з виникненням конвективних комірок за певних геометричних розмірів і температурних параметрів шару рідини, що підігрівається знизу, з різними граничними умовами викликають неабиякий науковий і практичний інтерес. Цей інтерес пов'язаний з необхідністю опису та прогнозування оптимальних масотеплообмінних процесів у виробництві та побутових умовах. Як показали попередні дослідження, головна причина утворення комірок пов'язана з тим, що середовище за певних температур не спроможне скидати зайву теплову енергію, тобто переносити необхідну кількість теплової енергії з нижньої межі на верхню, за рахунок лише теплової дифузії. Тому, для вирішення цієї проблеми в дію вступають конвективні процеси.

В попередніх наукових роботах з теплової конвекції у шарах в'язкої, нестисливої рідини, що підігрівається знизу, експериментально було показано, що гексагональна комірка Бенара утворюється не відразу. Спочатку утворюється елементарна конвективна комірка циліндричної форми. З підвищенням температури нижньої межі шару збільшується і кількість комірок, доки вони щільно не заповнять об'єм рідини, причому, стикаючись, вони набувають форми гексагонів, які і спостерігав у своїх експериментах Бенар.

У даній роботі розглянуто процеси утворення циліндричних комірок з плоскою твердою верхньою межею і неплоским (параболічним) профілем нижньої межі. Використання неплоского профілю нижньої межі конвективної комірки циліндричної форми зумовлене необхідністю збільшення ефективності теплопереносу. Раніше такі розрахунки були виконані для конічного та косинусоїдального профілів дна комірки.

Параболічний профіль нижньої межі комірки обрано для збільшення площі зняття тепла конвективним потоком, а розрахунки проведені з метою визначення умов отримання оптимального коефіцієнта тепломасопереносу.

В роботі для циліндричної комірки і параболічного поглиблення окремо знайдені аналітичні розв'язки лінеаризованих рівнянь Нав'є-Стокса і теплопровідності (НСіТ) з твердими граничними умовами (ТГУ), хоча, зазвичай, такі задачі розв'язуються числовими методами.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії теплові насоси та тепловикористовуючі холодильні машини і агрегати	3
СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ТА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ГРУНТОВОГО КОЛЕКТОРА <i>Басок Б.І., Недбайло О.М., Ткаченко М.В., Божко І.К.</i>	4
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА УТВОРЕННЯ ПАЛИВНИХ ПЕЛЕТ, ЩО ВМІЩУЮТЬ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТУ (ПЕТФ) <i>Клименко В.В., Кравченко В. І., Личук М.В., Солдатенко В.П.</i>	7
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УКРАИНЫ <i>Стоянов П.Ф., Лагутин А.Е.</i>	9
ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ПАРИ СИСТЕМ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ <i>Кошельнік О.В.</i>	11
СИСТЕМА УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ДИМОВИХ ГАЗІВ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ СКЛЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЛАСТИНЧАСТИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ <i>Кошельнік О.В., Долобовська О.В.</i>	12
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ПОРІВНЯНО З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ <i>Остапенко О. П.</i>	13
НАУКОВІ ОСНОВИ З ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК <i>Остапенко О. П.</i>	15
ЭФФЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК ДЛЯ ПОДОГРЕВА МАЗУТА <i>Потапов М.Д., Дорошенко Ж.Ф.</i>	17

СЕКЦІЯ 2

Процеси тепломасообміну і тепломасообмінні апарати. Нанотехнології в теплоенергетиці і енергомашинобудуванні. Теплофізичні властивості теплоносіїв і робочих тіл	19
СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ <i>Бутовский Е. Д., Козут В. Е., Бушманов В. М., Хмельнюк М. Г.</i>	20
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У ТРУБЧАТОМУ УТИЛІЗАТОРІ ТЕПЛОТИ ГАЗІВ, ЩО ВІДХОДЯТЬ З ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА <i>Ганжа А. М., Засць О. М.</i>	22
МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ З УРАХУВАННЯМ РОЗПОДІЛУ ЛОКАЛЬНИХ ІНТЕНСИВНОСТЕЙ ТЕПЛООБМІНУ <i>Ганжа А. М., Марченко Н. А., Підкопай В. М.</i>	24
КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКА ДЛЯ МИКРОВОЛНОВОГО ЭКСТРАКТОРА <i>Георгиев Е.В.</i>	26
ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОС У КОНВЕКТИВНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ КОМІРКАХ З ПАРАБОЛІЧНИМ ПРОФІЛЕМ ДНА І ТВЕРДИМИ ГРАНИЧНИМИ УМОВАМИ <i>Іванюк М. І., Андрєєва О. Л., Кулик О. П.</i>	28
К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ <i>Колесниченко Н.А., Волгушева Н. В., Бошкова И.Л.</i>	30
ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОМАСООБМЕНА МАСЛЯНО-ВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ В ГТД <i>Михайленко Т. П., Петухов И.И., Лисица А. Ю., Немченко Д. А., Дуаиссия Омар Хадж Аисса</i>	33

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса

Підписано до друку 28.09.2016 р.
Формат 60x84/8. Папір Офс.
Ум. арк. 34,64 . Наклад 300 примірників.

Видання та друк: ФОП Грінь Д.С.,
73033, м. Херсон, а/с 15
e-mail: dimg@meta.ua
Свід. ДК № 4094 від 17.06.2011