

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
75 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
ВИКЛАДАЧІВ АКАДЕМІЇ**

**Одеса 2015**

## **СЕКЦІЯ ПРОЦЕСИ, АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

### **ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АДРЕСНОЇ ДОСТАВКИ ЕНЕРГІЇ ПРИ УДОСКОНАЛЕННІ ПРОЦЕСІВ РЕКТИФІКАЦІЇ**

**Зиков О.В., канд. техн. наук,  
Одеська національна академія харчових технологій**

Серед існуючих методів розділення рідких сумішей процес ректифікації є одним з найбільш енергоємних із-за високої теплоти паротворення компонентів суміші. У науковій літературі питання розробки енергозбережливих способів ведення процесів ректифікації розглядається багатьма ученими.

Найбільш очевидним способом зниження витрат теплоти на установках ректифікацій є використання теплоти потоків, що йдуть (гарячих), для нагрівання тих, що входять. Оскільки в звичайній одноколонній установці ректифікації основні енергетичні витрати пов'язані з витратою гріючої пари в кип'ятильнику (кубі колони) і в підігрівачі початкової суміші, то теплота кубового залишку може бути використана для підігріву початкової суміші.

У тих випадках, коли неможлива проста рекуперація, для використання низкопотенціального теплоносія, наприклад пари, що виходить з колони у верхній частині, застосовують те, що каскадує тепла або тепловий насос.

За наявності декількох колон ректифікацій, по аналогії з багатокорпусною випарною установкою, застосовують різні варіанти багатоколонної (двоколонною) ректифікації при обігріві подальшої колони парами, що виводяться зверху попередньою, і за рахунок роботи колон під різним тиском, тобто велика частина пари зверху високотемпературної колони конденсується в кип'ятильнику низькотемпературної колони, повністю замінюючи гріючу водяну пару. Економічний ефект залежить від різниці температур в кип'ятильнику і флегмового числа. Системи з теплообміном між потоками різних колон ректифікацій, що конденсуються і випаровуються, доцільно використовувати при достатній позитивній різниці температур між верхом однієї колони і низом іншої.

У відсутність можливості використання пари зверху колони для обігріву інших апаратів його часто стискають в компресорі з отриманням пари вищого потенціалу, достатнього для того, щоб застосовувати стислу пару в кип'ятильнику тієї ж колони.

Одним з методів підвищення енергопотенціалу теплоносія (пари) з метою рекуперації тепла в процесі ректифікації є використання установок ректифікацій з термокомпресією пари (тепловим насосом). У них теплота фазового переходу пари, що відбирається з колони ректифікації, йде на створення парового потоку в колоні. Температура циркулюючого в системі теплоносія, за допомогою якого передається тепло з низького рівня в конденсаторі на вищий в кип'ятильнику, підвищується в компресорі. Теплоносій випаровується в конденсаторі, його пари стискаються в компресорі до тиску, при якому температура конденсації теплоносія буде вища за температуру кипіння кубового продукту. Потім теплоносій прямує в кип'ятильник, де конденсується, випаровувавши частину кубової рідини.

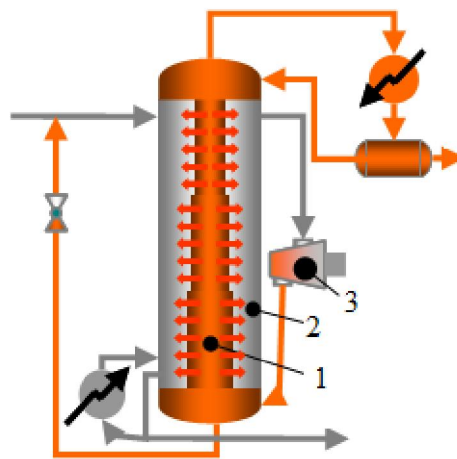
Також відомі способи економії витрат в процесі ректифікації, що не вимагають реконструкції апаратів, такі як: оптимізація зрошування і тиску; зменшення різниці температур при випаровуванні сировини і конденсації продуктів; підвищення ефективності масообміну і зниження гідравлічних опорів; поглиблення відбору тепла потоків, що відходять, поліпшення теплоізоляції і інші способи.

Слід зазначити, що найбільша втрата термодинамічної ефективності обумовлена необоротністю процесів при адіабатичній ректифікації в порівнянні з оборотною. Тому одним з головних напрямків у розробці енергозберігаючих схем процесу ректифікації є наближення реального процесу до термодинамічно оборотної ректифікації. Це може бути досягнуто заміною адіабатичної ректифікації на протivotочную конденсацію і протитечійне випаровування. Однак сама по собі така заміна в тій чи іншій схемі ще не означає зниження витрати енергії. Це зменшення може бути досягнуто за умови, що теплообмін із зовнішнім середовищем в процесі неадіабатичних ректифікацій протікає при змінних температурах хладагента і теплоносія, відповідних температурі в даному

перетині колони. Якщо ж температури хладагента і теплоносія будуть постійні по всій висоті секції, то, очевидно, виграшу у витраті енергії отримати не можна, оскільки, поряд зі зменшенням втрат від незворотності процесу масообміну, в таких умовах будуть збільшуватися термодинамічні втрати в процесі теплопередачі.

Особливим різновидом конденсаційно-випарного способу розділення рідких сумішей є система з внутрішньо теплоінтегрованими колонами HIDiC, де компресор стискає пар з виснажувальної частини колони для подачі його в зміцнюючу частину з підвищеним тиском. Таким чином, тепло може бути передано внутрішньо з зміцнювальної секції в виснажувальну секцію. Внаслідок нагрівання та охолодження потік пари буде максимальним поблизу тарілки живлення та знижуватися до кінців. Це призводить до безперервної зміни поперечного перерізу по висоті. Система з внутрішньо тепло-інтегрованими колонами істотно знижує незворотні втрати змішування всередині секцій і, таким чином, знижує потребу в зовнішньому тепlopостачанні. При цьому потрібно витратити роботу стиснення і при оцінці цього способу енергозбереження враховувати суму витрат енергії в компресорі і експлуатаційних (теплових) витрат. Метод HIDiC користується підвищеною увагою в Японії. Принципова схема концепції концентрической HIDiC показана на рис.

1



*1 – колона укріплення, 2 – колона виснаження, 3 – компресор*  
**Рис.1 – Принципова схема концепції концентрической HIDiC**

Підвищити ефективність такої колони можна використовуючи теплові труби для передачі тепла з колони виснаження в колону укріплення. Однак підвищення тиску в колоні зміцнення зміщує азеотропну точку в бік менших концентрацій легколеткого компонента. Відповідно до закону Вревського при підвищенні тиску розчини з низькою концентрацією спирту, приблизно до 30 – 40 мас.%, утворюють пари з більшим вмістом спирту, а розчини з високою концентрацією спирту – пари з меншим вмістом спирту. Таким чином, для зниження висоти колони і, відповідно, капітальних витрат має сенс знижувати тиск саме в колоні зміцнення бражної колони. Схему, подану на рис 1. вочевидь є сенс використовувати для епюраційної колони. Остаточні висновки про найкращу конструкцію БРУ можна зробити оцінивши суму капітальних витрат (вартості устаткування) і експлуатаційних витрат (вартості енергії).

Для кількісної оцінки енергоспоживання на першому етапі можна використовувати поняття мінімальної енергії або мінімальної витрати пари ( $V_{min}$ ), де допускаються секції з нескінченним числом тарілок. Таким чином, ці величини незалежні від заданих умов проектування установки.

## ЗМІСТ

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АДРЕСНОЇ ДОСТАВКИ ЕНЕРГІЇ ПРИ УДОСКОНАЛЕННІ ПРОЦЕСІВ РЕКТИФІКАЦІЇ Зиков О.В.....	189
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЗМУ КАПЛІЯРНОГО ГАЛЬМУВАННЯ Зиков О.В., Смірнов Г.Ф.....	191
УЗАГАЛЬНЕННЯ БАЗИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ПРИ ЕКСТРАГУВАННІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ Капетула С.М.....	193
КОНЦЕНТРУВАННЯ КАВОВИХ ЕКСТРАКТІВ В МІКРОХВИЛЬОВІЙ ВАКУУМ-ВИПАРНІЙ УСТАНОВЦІ Ружицька Н.В., Макаренко Т.А.....	195
РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОБНИЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВАКУУМНОЇ МІКРОХВИЛЬОВОЇ СУШАРКИ ЛЕЦИТИНУ Мординський В.П., Светлічний П.І.....	196
СУШІННЯ СОЇ В СТРІЧКОВІЙ ІНФРАЧЕРВОНИЙ УСТАНОВЦІ Паламарчук В.І., Бандура В.М.....	197
ПЕЛЕТИ З ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВКІВ Перетяка С.М.....	199
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛОНАСОСНОЇ ВАКУУМ-ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ Резніченко Д., Зиков О.В., Смірнов Г.Ф.....	200
СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВАКУУМ-ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ Резніченко Д. М., Мординський В.П.....	202
КОНСТРУКЦІЇ ВАКУУМ-ВИПАРНИХ АПАРАТІВ НОВОГО ТИПУ Ружицька Н.В., Макаренко Т.А., Малашевич С.А.....	203
ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ДЕМІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ Бурдо О.Г., Трішин Ф.А., Орловська Ю.В.....	205
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ВОДИ В УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ПОЛІ Бурдо О.Г., Трішин Ф.А., Трач О.Р.....	206
ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАСООБМІННИХ МОДУЛІВ ЕКСТРАКТОРА КАВИ Терзів С.Г., Левтринська Ю.О.....	207
ПЕРСПЕКТИВИ ВАКУУМНИХ МІКРОХВИЛЬОВИХ СУШАРОК Яровий І.І., Першина Л.І.....	208

### **СЕКЦІЯ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ І УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ**

МАТЕМАТИЧНА ТЕОРІЯ ВІБРАЦІЙНОГО ГОРІННЯ Волков В.Е.....	210
НЕЧІТКА ЛОГІКА ТА КЕРУВАННЯ СКЛАДНИМИ СИСТЕМАМИ Волков В.Е., Макоєд Н.О.....	211
СУТНІСТЬ І ФУНКЦІЇ ЕЛЕКТРОННОГО ПІДРУЧНИКА В ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ Лобода Ю.Г., Орлова О.Ю.....	212
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРКОЛЯЦІЙНОГО ТИПУ Герера О.М.....	214

### **СЕКЦІЯ РОЗРАХУНОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН**

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА З РУХЛИВИМ ДНОМ ЖОЛОБА Амбарцумянц Р.В., Орлова С.С.....	215
ДИНАМІКА ІМПУЛЬСНОГО РЕДУКТОРА З КУЛІСНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ РУХУ Амбарцумянц Р.В., Субботіна М.І.....	217
ЗАХОПЛЮЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПОТРОШІННЯ КАЛЬМАРІВ Амбарцумянц Р.В., Горкавенко Е.А.....	218
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ НОГИ КРОКУЮЧИХ МАШИН Амбарцумянц Р.В., Арабаджи О.Д.....	219
РОЗРАХУНОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ ВІДЦЕНТРОВОЇ ФРИКЦІЙНОЇ МУФТИЗ КЛИНОВИДНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ ЗУСИЛЬ Делі І.І.....	221
УЗАГАЛЬНЕНІ КРИВІ ЛІССАЖУ Рибін Б.С.....	223
ВИКОРИСТАННЯ ЕКСЕНЕРГЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПЛОДООВОЧЕВИХ СХОВИЩ Кирилов В.Х., Худенко Н.П.....	223

Наукове видання

Збірник тез доповідей 75 наукової конференції викладачів академії  
20 – 24 квітня 2015 р.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами  
За достовірність інформації відповідає автор публікації

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,  
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова  
Укладач Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова

Єгоров Б.В., д.т.н., професор

Заступник голови

Капрельянц Л.В., д.т.н., професор

Члени колегії:

Бельтюкова С.В., д.х.н., професор

Бурдо О.Г., д.т.н., професор

Волков В.Е., д.т.н., доцент

Гладушняк О.К., д.т.н., професор

Гапонюк О.І., д.т.н., професор

Іоргачова К.Г., д.т.н., професор

Павлов О.І., д.е.н., професор

Станкевич Г.М., д.т.н., професор

Савенко І.І., д.е.н., професор

Ткаченко Н. А., д.т.н., професор

Хобін В.А., д.т.н., професор

Хмельнюк М.Г., д.т.н., професор

Черно Н.К., д.т.н., професор