

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

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛОНАСОСНОЇ ВАКУУМ-ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ

**Резніченко Д.М., аспірант, Зиков О.В., канд. техн. наук, Смірнов Г.Ф., д.т.н., проф.
Одеська національна академія харчових технологій**

При концентрації продуктів в однокорпусних вакуум-апаратах витрачається 1,2...1,3 кг пари на 1 кг випарованої води. При цьому 75% всій тепловій енергії, що витрачається, залишається у вторинних парах, що направляються на конденсацію. Використання теплоти вторинної пари в теплових апаратах обмежується из-за їх низької температури (50...60°C). Проте ентальпія вторинної пари температурою 50...60°C порівняно мало відрізняється від ентальпії водяної насиченої пари температурою 120...130°C. Тому дуже вигідно використовувати в теплових апаратах як вторинну пару у якості теплоносія. Для цього її заздалегідь стискають, внаслідок чого тиск і температура її підвищуються.

При збільшенні ступеня стиснення вторинної пари підвищується витрата енергії, тому вторинну пару стискають тільки до певної межі. Мінімальне підвищення температури вторинної пари при стисненні 8...12°C і визначається необхідним перепадом між температурами пари і середовища, що сприймає теплоту. При такому перепаді температур забезпечується нормальна інтенсивність теплообміну, хоча в цих умовах необхідна порівняно велика поверхня нагріву. Можливе зменшення поверхні за рахунок використання проміжного теплоносія і додаткових ступенів термотрансформації.

Для зіставлення 2-х варіантів (без ТНУ і з ним) необхідні дані витрат енергії і вартості. Порівнюється варіант без ТНУ у якому витрати енергії мають місце у формі тепла гріючої пари в кількості рівному 40.4 кг/година. Окрім цього слід врахувати витрати енергії на охолодження вторинної пари з метою його конденсації; а також витрати потужності на відсмоктування конденсату з конденсатора і його подачу насосом.

Варіант з ТНУ має витрати енергії на роботу теплового насоса, які визначені величиною в 18 кВт електричній енергії. У випадку, якщо ТНУ відводить тепло конденсації, потрібно враховувати тільки витрати механічної енергії на повернення конденсату в систему. Ймовірно, потрібно буде також враховувати витрати енергії для забезпечення потрібного вакууму в апараті. Проте, представляється, що ці витрати будуть однаковими в обох варіантах. Таким чином, важливу роль в процедурі зіставлення порівнюваних варіантів технічних рішень гратиме об'єктивна оцінка з погляду енергетичної цінності величини гріючої пари.

Для об'єктивного порівняння потрібно для кожного випадку знайти свої оптимальні умови. Так для традиційної схеми слід встановити ті рівні температур гріючої пари і витрат середовища, що охолоджує, при яких сумарні розрахункові витрати будуть мінімальними. При цьому передбачається, що в сумарні витрати входять витрати на гріючу пару і поверхню теплообміну парогенератора на стороні нагріву і витрати на систему охолодження для отримання конденсату вторинної пари і визначення його вартості. У схемі з тепловим насосом рівні температур нагріву і охолодження визначають витрати і вартість енергії на роботу ТНУ. З іншого боку, ці ж параметри, безпосередньо, впливають на розміри тих же теплообмінних апаратів. У первинній постановці можна не враховувати зміни у вартості нагнітачів: насоса в схемі охолодження і компресора в ТНУ. Визначимо процедуру вибору вказаних оптимальних параметрів: температур нагріву і охолодження для обох умов порівняння: традиційної схеми випаровування (з використанням гріючої пари) і схеми з тепловим насосом.

1. Прийmemo розрахунок витрат, зв'язаних з використанням гріючої пари, виходячи з визначення його можливостей виробництва ним енергії при його подачі в паросилову установку, що працює за стандартною схемою, при організації стандартних умов конденсації. При цьому підходить для визначення оптимального значення температури гріючої пари по величині сумарних розрахункових

витрат буде необхідно рахувати масштаби витрат (витрат) енергії, обумовлених зміною його температури (тиск) і підсумовувати їх витратами на поверхню генератора вторинної пари (випарника). Оптимальна температура охолодження визначатиметься сумою витрат на організацію подачі середовища (витрата газу або рідини), що охолоджує, включаючи витрати енергії на подачу теплоносія, і витрат на поверхню конденсатора вторинної пари.

2. Для визначення оптимальних умов нагріву і охолодження в схемі з тепловим насосом; передбачається, що зміни температур і пов'язаного з ними тиску у випарнику і конденсаторі теплового насоса, безпосередньо, впливатимуть на витрати потужності; з іншого боку вони ж впливатимуть на витрати на вартість відповідних теплообмінних апаратів.

Для розрахунків прийемо, що технологія вимагає температури випаровування (концентрації) в 50°C. Прийемо наступний набір значень температур гріючої пари і середовища, що охолоджує: 55°C; 60°C; 65°C; 70°C; і 20°C; 18°C; 15°C і 12°C; відповідно, слід також мати на увазі, що важливим чинником, що впливає на рішення, буде масова витрата середовища, що охолоджує. Обмежимося на цьому кроці температурними параметрами, вважаючи, що для визначення витрат енергії, пов'язаних з відбором гріючої пари, він може бути використаний в паровій турбіні з тиском на виході 0.003 Мпа і к.к.д. 0.8. Прийнятим вище температурам гріючої пари відповідатиме наступний тиск: 15.74 кПа; 19.19 кПа; 25 кПа і 31.16 кПа, відповідно. При цьому адиабатичні перепади при розширенні до тиску в 3 кПа будуть рівні відповідно: 183 кдж/кг; 189 кдж/кг; 195 кдж/кг і 224 кдж/кг. При t=55°C; 60°C; 65°C і 70°C атимемо наступні умовні втрати енергетичної потужності 1.67 кВт; 1.73 кВт; 1.79 кВт і 2.06 кВт. Для того, щоб привести цю складову сумарних витрат зв'язаних з використанням гріючої пари деякого потенціалу, до грошей слід помножити ці величини на час роботи випарної установки в році і на вартість одиниці електричної енергії. У коректнішому розрахунку слід враховувати зміну витрати гріючої пари, пов'язану з вказаною зміною тиску насичення і теплоти фазового переходу. У цифрах вказаних вище це не враховується. У загальному розрахунку сумарних витрат було б правильно використовувати повний час роботи випарної установки (в роках). Інша важлива складова сумарних витрат повинна враховувати вартість поверхонь теплообміну парогенератора і конденсатора. У простих випадках можна з розрахунку поверхні теплообміну цих апаратів, переходячи до визначення маси матеріалу, приймаючи з аналізу пропорційності вартості виготовлення монтажу і наладки, вводячи коефіцієнти, що враховують амортизацію, ремонт і поточне обслуговування за той же період, що і в розрахунках витрат енергії, отримувати цей важливий доданок в сумарних витратах. Таким чином, можна записати:

$$P_{\Sigma} = \frac{S_{\text{кап}}}{T_{\text{н.о.}}} + S_{\Sigma} \quad (1)$$

де $S_{\text{кап}}$ – капітальні витрати, $T_{\text{н.о.}}$ – розрахункове число років (термін окупності), S_{Σ} – всі витрати на експлуатацію, включаючи вартість витрат енергії і вартість гріючої пари, а також витрати на обслуговування і ремонт устаткування.

Таким чином авторами провадяться дослідження перспективності та переваг використання систем термотрансформації на прикладах концентрування різноманітних рідинних розчинів шляхом введення в ланцюг технології теплового насоса, що виконує одночасно і функції нагрівання і охолодження. Розглянуто технології концентрування в вакуум випарних апаратах різних термолабільних розчинів, включаючи соки, молоко та ін. Запропоновано методики вибору оптимальних параметрів і отримані конкретні рекомендації. Визначено області уподобань традиційних технологій і тих, що засновані на впровадженні теплових насосів. Окреслені напрямки подальших досліджень і розробок.

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 ІНФРАЧЕРВОНІЙ 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