



НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

14

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Харчова **ПРОМИСЛОВІСТЬ**

Заснований у 1965 р.

Київ НУХТ 2013

А.О. ЧАГАЙДА

Національний університет харчових технологій, м. Київ

ЕНЕРГОНАКОПИЧУВАЛЬНІ СИСТЕМИ В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Дослідженнями визначено особливості енергозабезпечення технологічних систем в харчових технологіях на основі сукупності замкнутих енергетичних контурів і енергетичних накопичувальних систем. Наведено схеми влаштування енергетичних накопичувальних систем.

Ключові слова: енергія, трансформації, накопичувальні системи, параметри, потенціали.

У більшості випадків в харчових технологіях передбачається організована взаємодія між матеріальними і енергетичними потоками, результатом якої є трансформації сировини і перетворення останньої у відповідну продукцію. При цьому енергетичні потоки представлені хімічною енергією перероблюваної сировини та первинних енергоносіїв, електричною, тепловою та механічною енергіями.

Створення кожної технології передбачає певну послідовність і процедуру взаємодії матеріальних і енергетичних потоків з передбачуваною мінімізацією енергетичних витрат. Останнє стосується всіх використовуваних енергетичних потоків безпосередньо з трансформаціями між собою. З числа використовуваних видів теплової енергії займає особливе місце, оскільки всі інші види енергії практично повністю трансформуються у теплову, проте зворотні перетворення помітно обмежені [1 – 3]. Вказані особливості означають присутність енергообміну з навколишнім середовищем, що у більшості випадків слід оцінювати енергетичними втратами, еквівалентними загальному енергоспоживанню виробництвами. З аналізу цих співвідношень витікає висновок про важливість організації технології переробки сировинних потоків з точки зору інтересів і можливостей рекуперації і відповідної трансформації рекуперованих енергетичних потоків. Це стосується як виробництва в цілому, так і окремих ділянок і процесів. Наприклад, для ідеалізованої технологічної організації виробництва досягається можливість створити рекупераційний замкнутий контур енергокористування, за якого первинні енергоносії використовуються лише для компенсації нетехнологічних витрат в навколишнє середовище. Однак при цьому присутні режими, які відповідають запуску системи, усталеному режиму зі стабілізованими параметрами і завершенню циклу роботи. Очевидно, що рекупераційне повернення енергетичних потоків, які слід оцінювати вторинними, можливе для періодів усталених режимів. Разом з тим запуск системи потребує підвищених енергетичних витрат з різницею по рівню рекупераційних потоків, а завершення циклу роботи означає майже неминуші втрати енергетичного потенціалу системи в навколишнє середовище. Єдиним виходом для обмеження втрат такого потенціалу є використання енергонакопичувальних систем, обмеження частоти виробничих циклів і перехід до систем безперервної дії.

Створення замкнутих контурів енергокористування на основі рекуперації енергоматеріальних потоків рівноправно може використовуватися для окремих виробничих ділянок і процесів. Їх функціонування в значній мірі залежить від наявності енергонакопичувальних систем.

У зв'язку з викладеним метою цього дослідження визначено оцінку перспектив використання енергонакопичувальних систем в харчових технологіях.

Створення енергетичних накопичувальних систем (ЕНС) здійснюється з врахуванням, перш за все, їх призначення. Традиційне використання ЕНС стосується обмеження енергетич-

них втрат в навколишнє середовище. Прикладом таких традиційних підходів і втрат назвемо теплову енергію синтезу мікроорганізмів, процесів зброджування виноматеріалів, пива, цукровмістких середовищ, зброджування тіста і випікання хліба, переробку молока з режимами нагрівання і охолодження, процеси виробництва м'ясопродуктів тощо. До названого ланцюжка технологій слід додати одне з найбільших досягнень технічної думки, яке стосується зворотного циклу Карно і влаштування холодильних машин (ХМ). Позитивною ознакою останніх є реалізація задачі, що формулювалася спеціалістами з термодинаміки на рівні «демона Максвелла», завданням якого вбачалося сортування молекул різного енергетичного рівня і, таким чином, перерозподіл енергетичного потенціалу навколишнього середовища.

З певним наближенням останню задачу вирішують холодильні машини і їх подальше продовження у формі теплових насосів. В традиційних системах холодильних машин роль накопичувача теплової енергії відіграє навколишнє середовище в результаті взаємодії енергетичних потенціалів в їх контурах з матеріальними потоками повітря або води в конденсаторах ХМ. Перехід до теплового насоса на тій же матеріальній основі і за інших рівних умов означає не лише можливість трансформації теплової енергії, а і здійснення надбудови для створення ЕНС. Останнє потребує присутності енергоматеріального накопичувача або комбінації останнього з можливістю небалансу теплової енергії в навколишнє середовище.

Визначення параметрів енерго- і матеріалонакопичувальних пристроїв здійснюється на сукупності відповідних матеріальних і енергетичних балансів. Загальна масова місткість накопичувача конденсаторної води за відомого енергетичного навантаження $Q_{\text{кон}}$,

$$m_{\text{к.в.}} = \frac{Q_{\text{кон}}}{c_{\text{т.н.}} \Delta t}, \quad (1)$$

де $c_{\text{т.н.}}$ — теплоємність теплоносія; Δt — різниця температур теплоносія на вході в конденсатор і на виході з нього.

Очевидно, що в таких випадках теплоносієм повинен програмовано передавати свій потенціал на технологічні потреби в дискретному або в безперервному режимах роботи. Реалізація таких можливостей потребує певних трансформацій порівняно зі звичайними схемами відведення теплової енергії від конденсатора теплового насоса. Схема системи, яка дозволяє утилізувати останню в різних режимах, наведена на рис. 1.

При цьому можливими є наступні варіанти.

Варіант 1. працює контур у складі насоса 3, технологічного теплообмінного апарата 2. Накопичувачі 5 та 6 від системи відключені. Температурний режим на конденсаторі 1 підтримується за рахунок тепловідведення від теплообмінника 2.

Варіант 2. Тепловий насос не працює, а в дії є накопичувач 5, насос 4, теплообмінник 2, накопичувач 6 і відповідна арматура.

Варіант 3. Працює тепловий насос, насос 3, часткове навантаження має теплообмінник 2 і одночасно заповнюється накопичувач 5. З еквівалентною кількістю здійснюється поповнення системи з накопичувача 6.

Варіант 4. Тепловий насос працює, насос 3 забезпечує подавання теплоносія в накопичувач 5, теплообмінний апарат відключено, поповнення системи здійснюється за рахунок накопичувача 6.

Очевидно, що робота системи по рис. 1 повинна узгоджуватися з роботою теплового насоса на охолодження середовищ або про-

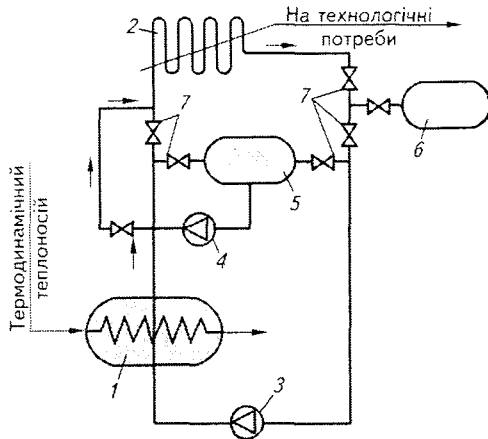


Рис. 1. Схема системи утилізації теплової енергії конденсатора в різних режимах роботи: 1 — конденсатор теплового насоса; 2 — технологічний теплообмінний апарат; 3, 4 — насоси; 5, 6 — накопичувачі; 7 — запірна арматура

міжних теплових агентів. Необхідність використання холодильних машин з заданою холодопродуктивністю визначається технологічними потребами і режимами їх реалізації. Наприклад, десятки тон молока, що поставляються на молокопереробні заводи, в обмеженому часі необхідно охолодити до $1 - 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. При цьому поставки припадають на ранкові години, в які навантаження на електричну мережу самі по собі достатньо високі. В подібних ситуаціях доцільним є використання накопичувального пристрою з проміжним енергоносієм, охолодження якого здійснюється в нічні години зі зниженими тарифами на електроенергію. На початку двотисячних років вартість нічного споживання електроенергії приблизно у 10 разів була нижчою за енергію денного споживання. Відгуком на цю ситуацію стає використання акумуляторів холоду. В загальних випадках їх доцільно створювати на основі компресійних аміачних або фреонових технологій, а за проміжний теплоносіє використовувати 50%-ну суміш метилового спирту і води, яка подається в накопичувач. При цьому можуть використовуватися фазові переходи речовин на основі гідратних солей при температурах близько $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ і температурах теплоносія біля $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$. В ємкості об'ємом 2000 м^3 вдається акумулювати до $10\text{ МВт}\cdot\text{год}$.

Однак перехід до від'ємних температур середовищ в енергонакопичувальних пристроях не є обов'язковим. Наприклад, для безалкогольних виробництв пропонується дещо інша схема, в якій акумулятором холоду виступає технологічна вода. Нехай холодопродуктивність холодильного агрегату становить 295 кВт , тоді за 8 годин роботи маємо:

$$Q_x = 295 \cdot 3600 \cdot 8 = 8,496 \cdot 10^6 \text{ кДж},$$

При цьому загальна маса охолодженої технологічної води дорівнює:

$$m = \frac{Q_x}{c\Delta t} = \frac{8,496 \cdot 10^6}{4,19 \cdot 18} = 112650 \text{ кг},$$

що відповідає об'єму $112,65\text{ м}^3$ води, де

$$\Delta t = t_{\text{с.н.}} - t_{\text{с.к.}} = 20 - 2 = 18\text{ }^{\circ}\text{C},$$

де $t_{\text{с.н.}}$ і $t_{\text{с.к.}}$ — відповідно початкова і кінцева температури технологічної води.

Технологічна схема цього випадку наведена на рис. 2.

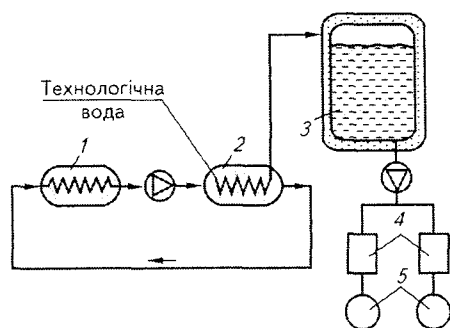


Рис. 2. Технологічна схема системи з акумулятором холоду:
1 — випарник; 2 — теплообмінний апарат; 3 — ємність для зберігання охолодженої технологічної води; 4 — сатураційні установки; 5 — фасувальні автомати

Безпосереднє охолодження і зберігання технологічної води є помітною перевагою, оскільки у порівнянні з описаною технологією виключається додатковий контур. Окрім того, ця схема ґрунтується на існуючому обладнанні, до якого додається лише ємність для зберігання холодної води.

Висновки. Виконаний аналіз щодо доцільності пошуку і використання раціональних співвідношень первинних і вторинних енергетичних потенціалів дозволяє відмітити наступне.

1. Створення замкнутих енергетичних контурів доцільно здійснювати на основі взаємодій синхронізованих матеріальних потоків в усталених режимах роботи системи. Ефективність використання таких ЕНС залежить від подовження циклів безперервної роботи технологічних систем.
2. Енергетичні накопичувальні пристрої ефективні при використанні у випадках дискретних технологічних систем і систем з несинхронізованими у часі матеріальними потоками.
3. Створення енергетичних замкнутих контурів є доцільним для окремих ділянок і процесів в загальній технології систем.

4. Поєднання накопичувальних пристроїв з низькотемпературними теплоносіями з нічними режимами холодильних машин супроводжується такими позитивними наслідками, як знижені тарифи на електроенергію і покращення умов роботи конденсаторів за термодинамічними параметрами.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Фізико-хімічні методи обробки сировини та продуктів харчування* / [Соколенко А.І., Костін В.Б., Васильківський К.В. та ін.]. — К.: АртЕк, 2000. — 306 с.
2. *Енергетичні ресурси матеріальних потоків в харчових технологіях* / [Шевченко О.Ю., Миколів І.М., Романюк А.М. та ін.] // Харчова промисловість. — К.: НУХТ, № 10 — 11. — С. 308 — 312.
3. *Максименко І.Ф.* Теплові потоки варочного відділення пивзаводів / Максименко І.Ф., Бойко О.О., Осауленко Ю.В. // Харчова промисловість. — К.: НУХТ, № 10 — 11. — С. 213 — 216.

Исследованиями определены особенности энергообеспечения технологических систем в пищевых технологиях на основе совокупности замкнутых энергетических контуров и энергетических накопительных систем. Приведены схемы устройства энергетических накопительных систем.

Ключевые слова: энергия, трансформации, накопительные системы, параметры, потенциалы.

A.O. Chagayda

Phase transitions in building technologies closed circuit energy use

Investigated and determined the parameters of phase transitions of materials that meet the possibilities of using them as a battery of heat energy. It is established that the list of substances restricted, including in connection with the peculiarities of food technology.

An important feature of phase transitions in systems of liquid and vapor phases is the potential for energy conversion, achievement of which is accompanied by increased vapor pressure due to mechanical or thermal compression. Given the calculated dependence.

Key words: phase transitions, heat transfer, transformation, energy potential.

Одержана редколлегією 10.05.12 р.