

І.М. МИКОЛІВ

О.Ю. ШЕВЧЕНКО, доктор технічних наук

В.А. ПІДДУБНИЙ, доктор технічних наук

Національний університет харчових технологій

ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОТОКИ В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ І ЇХ СКЛАДОВІ

Викладено результати аналізу загальних характеристик енергетичних потоків харчових виробництв, показано перспективи їх використання і розвитку.

Ключові слова: *енергія, потоки, трансформація, нагрівання, охолодження, генерування.*

Изложены результаты анализа общих характеристик энергетических потоков пищевых производств, показаны перспективы их использования и развития.

Ключевые слова: *энергия, потоки, трансформация, нагревание, охлаждение, генерирование.*

Total characteristics of energy flows in food industry have been stated. The outlook of their utilization and development has been justified.

Key words: *energy flows, transformation, heating, cooling, generation.*

Метою дослідження визначено аналіз і оцінку порівняльних характеристик енергетичних потоків харчових виробництв.

В основу створення енергетичних потоків покладено використання енергетичних першоджерел, система поставки яких відповідає вхідним потокам. Для більшості сучасних підприємств останні представлені газовими магістралями, які можуть функціонувати в безперервному або дискретному режимах, або дискретними потоками похідних переробки нафти та різних видів твердих палив.

Газові потоки після їх розподілу можуть використовуватися безпосередньо на окремих ділянках транспортно-технологічних систем або для генерування водяної пари.

Оскільки температура кипіння води пов'язана з тиском, то частина теплових мереж може будуватися на цій основі, проте більш доцільним є перехід до парових магістралей. Останнє пов'язано з надзвичайним зростанням потужності енергетичного потоку, в який за таких умов вводиться теплота пароутворення.

Остання залежить від тиску і температури кипіння і в системах енергозабезпечення доцільнішим є використання перегрітої пари, оскільки вологонасичена пара при транспортуванні легко втрачає теплову енергію, частково конденсується, обмежуючи рівень енергопостачання.

Перегріта водяна пара (до 300 °С) забезпечує обмеження подібних теплових втрат в мережі транспортування. Однак незважаючи на відносно високу температуру перегрітої пари і теплопередавання у неї відносно обмежене через відсутність фазового переходу (конденсації). Щоб досягти останнього в локальних зонах енергокористування здійснюють перетворення перегрітої пари до стану насиченої шляхом охолодження (вприскуванням конденсату).

Для транспортування теплової енергії її носієм може бути обрана вода з температурою 160–170 °С, однак енергонавантаження при цьому за інших рівних умов суттєво поступається випадкам використання парових комунікацій.

Енергія первинних енергоносіїв трансформується в безперервний енергетичний потік гарячої води та перегрітої пари, а для підвищення ККД енергетичної трансформації на цій ділянці використовують наступні заходи:

- попередньо нагрівають воду для живлення парогенераторів в економайзерах за рахунок теплової енергії димових газів;
- перегрівають пару для обмеження теплових втрат;
- обмежують втрати конденсату і зниження тиску конденсату в системах зворотного живлення.

За відсутності економайзера ККД системи не перевищує 85 %. Підключення економайзера дозволяє знизити температуру димових газів з 260–300 до 120–130 °С і підвищити температуру живильної води до 120–130 °С та ККД до 95 %.

Рециркуляція конденсату з температурою 120–160 °С на 10–12 % знижує

втрати енергії, але при цьому в системі необхідно підтримувати високі тиски, відповідні вказаним температурам.

Організація процесів за знижених значень температурних режимів потребує створення матеріальних потоків охолодженої води, водних розчинів NaCl або зріджених холодильних агентів. До числа найбільш розповсюджених холодоагентів відносяться аміак (NH_3) або фтористо-вуглеводні та фтористо-хлористо-вуглеводні з'єднання. Виробництво "холоду" ґрунтується на необхідності підведення теплоти для випаровування рідинної фракції. На більшості харчових підприємств використовуються компресорні холодильні установки, які складаються з випаровувача, компресора, регулювального (розширювального) клапана і конденсатора.

Зріджений холодильний агент випаровується в процесі кипіння за від'ємних температур у випарнику, а необхідна для цього теплова енергія відбирається у проміжного теплового агента. Утворена пара холодильного агента засмоктується і стискається компресором до 8–10 бар, за рахунок чого температура пари аміаку підвищується до 80–90 °C. Гаряча пара охолоджується в конденсаторі до температури 20–25 °C і при цьому знову зріджується. В процесі такого охолодження тепловий потік передається на повітря або на воду, що пропускаються через конденсатор.

Регулювальний клапан відокремлює випарник і конденсатор. Він пропускає у випарник тільки обмежену кількість NH_3 і забезпечує задану різницю тисків.

Холодильні установки на більшості підприємств є одними з найбільших споживачів електричної енергії [1, 2, 3], тому їх експлуатація супроводжується заходами по обмеженню енергетичних втрат. До числа останніх відносяться стабілізація рівня стискання пари холодильного агента за рахунок системи керування. За наявності вимог щодо різних температур випаровування в локальних зонах споживання "холоду" виникає необхідність підтримання тиску всмоктування на компресорі на найнижчому рівні. У зв'язку з цим компресори мають працювати за найнижчих тисків всмоктування і найвищих тисків кон-

денсації.

Однак така надбудова вимог супроводжується зниженням холодопродуктивності або підвищенням питомих енергетичних витрат. Тому заслуговує на увагу створення локалізованих контурів забезпечення "холодом", оскільки зниження температури конденсації холодильного агента знижує споживану потужність на 2,5 %, а підвищення температури випаровування на 1 °С приводить до зниження енергоспоживання на привод компресора на 3 %.

Оскільки холодильні установки потребують значних потужностей у енергоспоживанні, то існують рекомендації щодо переведення їх навантажень на нічний час [4, 5]. Це, до речі, має сенс і за ознакою термодинамічної доцільності, оскільки в нічні години досягаються суттєво кращі умови охолодження конденсаторної води на градирнях.

Однак при цьому необхідно використовувати накопичувачі охолодженої води або розчинів солей, або досягати утворення льоду. В багатьох випадках подібні заходи забезпечують покращення енергетичного і економічного стану підприємств.

Електроенергія завдяки властивостям трансформації і передавання на відстані заслуговує на звання ідеального енергоносія і її перетворення пов'язані з переходами у кінетичну енергію роторів двигунів з подальшим перетворенням у енергію рухомих складових передавально-перетворювальних механізмів та робочих органів технологічних машин, у теплову енергію омічним шляхом, у енергію високочастотних і надвисокочастотних полів, у енергію хімічних перетворень, ультразвукове та інфрачервоне випромінювання, у енергію фазових переходів, кінетичну енергію переходів тощо.

Освітлення, системи керування окремими технологічними машинами та транспортно-технологічними системами в цілому, інформаційними потоками, системи захисту тощо також потребують використання електричної енергії зі стандартними параметрами.

З точки зору інтересів організації швидкоплинної трансформації енергетичних потоків відслідковується зростаюча роль НВЧ енергетичної обробки на-

півфабрикатів, середовищ та продукції. При цьому виникають нові можливості в організації різних технологічних процесів. Особливо позитивний вплив НВЧ-технологій мають на процеси сушіння, оскільки при цьому співпадають за напрямком температурний і масовий градієнти на фоні високих показників у енергопередаванні. Можливості НВЧ-нагрівання в обмежених часових рамках створюють перспективи більш широкого використання технологій високотемпературної короткочасної стерилізаційної (ВТКС) або пастеризаційної (ВТКП) обробки середовищ або готової продукції. Проте при цьому використання НВЧ-технологій забезпечує лише задачу швидкого нагрівання продукції. Наробки науковців в останні роки привели до можливості розв'язання і другої частини задачі, пов'язаної з таким же швидкоплинним охолодженням середовищ за рахунок її адіабатного кипіння. Останнє досягається за умов різкого зниження тиску в системі, переведення її в метастабільний стан з наступним етапом переходу до нового рівноважного стану [4]. Адіабатне кипіння означає наявність фазового переходу з потужностями, близькими до тих, які відповідають НВЧ-технологіям.

Висновки. 1. Важливою зростаючою вимогою щодо застосовуваних технологій у трансформаціях матеріально-сировинних потоків є підвищення якісних характеристики продукції і збереження біологічно цінних комплексів, вітамінів, ферментів тощо. З цієї точки зору на увагу заслуговують технології швидкісної високотемпературної обробки, дискретно-імпульсні методи введення енергії в оброблювані середовища, вакуумні технології обробки з використанням режимів адіабатного кипіння, технологій на основі насичення вологовмістких середовищ діоксидом вуглецю та теплових екструзійних технологій.

2. Термодинамічні трансформації матеріальних потоків у більшості випадків пов'язані зі змінами температур і тисків. До найбільш інтенсивних відносяться трансформації з використанням фазових переходів, що за своїми величинами і швидкостями перебігу характеризуються потужностями впливу на середовища, які можуть на кілька порядків перевищувати традиційні технології.

3. Високі енергетичні потенціали відповідають масовим рідинним, газо-

рідинним, газовим потокам або вказаним потокам з додаванням твердої фази. Доцільним є покладання на такі потоки функцій інтенсивного масообміну, екстракції, абсорбції, адсорбції тощо. При цьому факторами інтенсифікації виступають не лише гідродинамічні параметри, оскільки до них додаються підвищені тиски, генерування змінних тисків, генерування масових сил тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кунце В. Технология солода и пива. – С.–Пб.: Профессия. – 2004. – 912 с.
2. Соколенко А.И., Украинец А.И., Яровой В.Л. и др. Справочник специалиста пищевой промышленности. Книга 2. Теплофизические процессы. Энергосбережение. – К.: АртЭк. – 2003. – 423 с.
3. Соколенко А.І., Піддубний В.А. Про енергозбереження і енергоресурси // Харчова промисловість. – 2007. – № 5. – С. 66–68.
4. Соколенко А.І., Піддубний В.А., Бут С.А. та ін. Термодинамічні параметри в харчових технологіях // Молочное дело. – 2006. – № 3. – С. 26–28.
5. Соколенко А.І., Полатайло Д.М., Бут С.А. Про ефективність використання холодильних установок // Молочное дело. – 2006. – № 5. – С. 24–27.