

ІННОВАЦІЇ В СУЧАСНИХ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

В статті наведено інформацію про інноваційні розробки Національного університету харчових технологій, які стосуються напрямків впливів на перероблювані середовища концентрованими енергетичними потоками, імпульсними впливами розчинених газів за рахунок змін умов термодинамічної рівноваги в газорідних системах, гідродинаміки газорідних систем з обмеженням дисипативних явищ та використання внутрішніх енергетичних потенціалів середовищ у формі рекуперації, регенерації або трансформації потоків.

Енергетичні потоки, інтенсифікація, рекуперація, регенерація.

Переробка сировинних потоків харчових і мікробіологічних виробництв супроводжується їх взаємодією з енергетичними потоками. До числа останніх відносяться потоки теплової, механічної, електричної, хімічної енергії або їх різні комбінації. Результатом таких взаємодій є поступові або разові трансформації вхідної сировини за допомогою деструкції або навпаки синтезу. Очевидно, що при цьому повинні досягатися задані технологічні ефекти з врахуванням питомих сировинних, енергетичних витрат і стандартних параметрів продукції. Якщо два перших показники мають обмежуватись у своїх параметрах, то останній має супроводжувати продукцію з відповідними номінальними параметрами. Це означає, що з сировинних потоків необхідно вилучати цільові компоненти у повному об'ємі обмежуючи їх втрати. Оскільки такі трансформації відбуваються за взаємодії з енергетичними потоками, то останні визначають спрямованість та інтенсивність матеріальних перетворень сировини. Наприклад, перехід до технологій ВТКС (високотемпературної короткочасної стерилізації) супроводжувався не лише досягненням асептичних станів молока, а одночасно дозволив суттєво зменшити руйнування біологічних компонентів, вітамінів та інших цінних речовин.

В сучасних розробках співробітників Національного університету харчових технологій у співдружності з спеціалістами промисловості визначені деякі нетрадиційні підходи в оцінках можливостей обробки сировинних потоків.

Напрямок перший стосується впливів на перероблювані середовища концентрованих енергетичних потоків. До їх числа відносяться вже визнані дискретно-імпульсні технології, пов'язані з тепловим енергетичним насиченням середовищ у проявах на основі взаємозв'язків між температурами кипіння їх рідинних фракцій і тисками. Наприклад, екструзійні трансформації в харчових технологіях відповідають такому напрямку і супроводжуються миттєвим пароутворенням рідинної фракції в умовах адіабатних процесів за рахунок накопиченого теплового потенціалу. При цьому важливо, що перебіг таких процесів відбувається в обмеженому часі (до 1 секунди і менше). Це означає, що зниження енергетичного потенціалу має супроводжуватися активним пароутворенням. Останнє викликає механічні руйнування твердої фази до клітинного рівня її складових.

Таким чином, до названого першого напрямку відноситься переведення середовища до стану термодинамічної рівноваги з більш високими параметрами, з наступним порушенням досягнутої рівноваги зменшенням тиску і утворенням парової фази у середовищі. В окремих випадках етап спеціального підвищення енергетичного потенціалу може бути відсутнім, якщо початкові параметри середовища дозволяють вакуумуванням перевести їх до стану термодинамічної нерівноваги з усіма наступними етапами. В такому режимі можливо обробляти потік соко-стружкової суміші, яка передається з передошпарювача у дифузійний апарат цукрового заводу, заторної маси пивзаводу перед подаванням її у фільтраційний апарат, подрібненої маси овочів, фруктів або ягід перед пресуванням або перед екстракцією тощо. Наслідком таких дій є підвищення виходу цільових компонентів.

Другим важливим напрямком підвищення енергетичних потенціалів середовищ є насичення їх легкорозчинними газами. В технологіях виноробства, виробництва пива, спирту тощо таке насичення є результатом мікробіологічного бродіння, проте використання CO₂ у формі носія енергетичного потенціалу цілком придатне і для інших середовищ. Це може стосуватися, наприклад, передпресової підготовки суслу і ягід винограду, подрібнених овочів і фруктів. Для

підвищення результативності сатурацію середовищ здійснюють за підвищених тисків, оскільки розчинність газів у рідинних середовищах залежить від них і від температури. Зниження останньої розчинність газів збільшує.

Різка розгерметизація насичених рідинних і вологовмістких середовищ має ефекти, подібні до тих, які супроводжують адіабатне кипіння.

На основі цих явищ сформульовані пропозиції щодо інтенсифікації і збільшення виходу цільових речовин в технологіях виноробства, сокодобування, екстракції, у виробництвах пива, кондитерських виробів тощо.

Наведені напрямки підвищення енергетичних потенціалів знайшли своє відображення у формі патентів різних рівнів з окремими важливими доповненнями. Вони стосуються безпосередньо середовищ, що знаходяться у стані зброджування. Присутність CO_2 в середовищах сама по собі означає наявність енергетичного потенціалу. Окрім того у середовищах висотою 10–20 м і більше відчутним стає висотний градієнт у концентраціях розчиненого газу. Це стосується циліндро-конічних танків (ЦКТ) для зброджування пива, акратофорів у виробництві шампанського, форфасів пивзаводів, бродильних апаратів спиртової промисловості. Запропоновані до впровадження конструктивні рішення, в яких потенціали розчинених газів використовуються для перемішування, гомогенізації середовищ і активізації зброджування.

Напрямок третій стосується інтенсифікації масообмінних процесів в газорідинних середовищах. Присутність диспергованої газової фази у рідинному середовищі супроводжується виникненням циркуляційних газорідинних контурів. Наслідком їх існування є помітне зменшення утримувальної здатності по газовій фазі і обмеження по інтенсивності масообміну. При цьому лівова частка енергетичного потенціалу вхідного газового потоку без користі витрачається на циркуляцію.

Ліквідацію або хоча б обмеження цього недоліку пропонується за рахунок відмови від недетермінованої гідродинаміки циркуляційних контурів і використання спрямованих контурів з можливістю швидкоплинної зміни їх напрямків. Такий підхід приводить до чергування прямих і протитоків газової і рідинної фаз з помітним підвищенням інтенсивності масообміну.

Додатковий наступний крок в удосконаленні барботажних аераційних систем стосується необхідності суміщення зон утворення міжфазних поверхонь з найбільш енергонасиченими зонами. Реалізація цього положення можлива використанням диспергаторов або за рахунок підвищення швидкості контактування газової і рідинної фаз до значень 40–45 м/с.

Перспективним напрямком інтенсифікації масообмінних процесів в газорідинних середовищах визначено зміну тисків в газовому просторі герметичного апарату. За таких умов всі складові диспергованої газової фази відгукуються на зміни тиску пульсаціями, оновленням поверхонь поділу фаз. Це важливо як для випадків малорозчинних, так і для легкорозчинних газів, оскільки деформації газових бульбашок супроводжуються змінами і оновленням газових і рідинних плівок на поверхнях поділу фаз. Теоретичними розробками досягнута можливість оцінювати газорідинні середовища у формі пружних з визначенням частот їх власних коливань.

Четвертий напрямок. Енергетичне забезпечення присутнє у всіх технологіях харчових виробництв і стосується змін внутрішніх потенціалів сировинних потоків і одночасно присутності зовнішніх енергетичних потоків. У значній кількості випадків самі матеріальні потоки виконують роль енергоносіїв або для цієї ролі застосовуються інші матеріальні потоки. Частіше це водяна пара, нагріте або охолоджене повітря, холодильні агенти в термодинамічних циклах холодильних машин, кондиціонерів або теплових насосів, електромагнітні поля, інфрачервоні промені, електричний струм, потоки стиснутого повітря, потоки розчинів тощо. При цьому у більшості створення потоків останнього переліку потребує введення механічної енергії, яка у свою чергу є трансформацією хімічної енергії первинних теплоносіїв у ланцюгу перетворень через теплову енергію. Закономірності енергетичних перетворень використовуються в інтересах забезпечення матеріальних потоків, однак у кінцевому результаті можливо бачити надзвичайно нераціональне їх завершення.

Так, повітря, що використовується для аерації пророщуваного солоду, повинно мати показники температури 10 °C і відносну вологість біля 100 %. Очевидно, що досягнення цих показників в різні періоди року потребує кондиціонування з відповідними енергетичними витратами. Аерація пророщуваної зернової маси має завданням відведення теплової енергії біологічних перетворень, доставку кисню і відведення утворюваного діоксиду вуглецю.

Величина матеріального потоку повітря повинна бути такою, щоб на виході його температура була близькою до номінальної температури зернової маси – 12...16 °C. Наведені зна-

чення параметрів приводять до висновку про низький коефіцієнт корисної дії такої системи. При цьому нагадаємо, що повітря зовнішнього середовища, яке подається на кондиціонування може мати температури $-20\dots-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ взимку і $+30\dots+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ влітку. Саме тому підвищення ККД системи в цілому слід шукати на шляху створення замкнутих або частково замкнутих енергетичних контурів.

Це означає необхідність використовувати рекуперацію та регенерацію енергоматеріальних потоків. Проте в кожному випадку необхідно долати певні бар'єри, які до нашого часу стримують використання названих замкнутих контурів. Так у наведеному прикладі аерації зернових середовищ роль своєрідних бар'єрів виконують підвищена концентрація CO_2 і зменшена концентрація кисню. Однак температура вихідного потоку продовжує залишатися близькою до номінальної.

Створення замкнутих контурів енергетичного забезпечення є особливо доцільним і ефективним у випадках, коли в харчових технологіях передбачається теплова обробка з генеруванням вторинної пари. Витрати на регенерацію і наближення параметрів вторинної пари до значень, які дозволяють використати її в ролі первинної супроводжуються коефіцієнтами трансформації 10...20 одиниць і більше. Це означає, що витрачений на регенерацію 1 кДж повертає десятки кДж теплової енергії.

Замкнуті контури енергетичного забезпечення мають бути обов'язковими щодо процесів сушіння, теплової обробки продукції пастеризацією або стерилізацією, охолодження середовищ. На увагу заслуговує можливість трансформації низькопотенціальних енергетичних потоків в високопотенціальні. Звичайно, що останнє співставлення є певною мірою умовним, оскільки, наприклад, вода, використана для охолодження бродильних апаратів може мати температуру біля $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$, що є надзвичайно прийнятним для роботи теплових насосів.

Організація замкнутих контурів енергокористування є не менш актуальною і енергоефективною в системах охолодження продукції. У зв'язку з цим назвемо одну цифру. Так на пивзаводах охолодження і освітлювання у відстійних апаратах кожної тони звареного суслу від $98\dots100\text{ }^{\circ}\text{C}$ до температури бродіння ($6\dots12\text{ }^{\circ}\text{C}$) супроводжується п'ятикратними витратами питної води.

Висновки. Аналіз харчових технологій у більшості завершується висновками про доцільність уважного перегляду системи їх енергетичного забезпечення на основі наступних напрямків:

1. Використання технологій з концентрованими енергетичними системами і потоками на основі створення перехідних процесів. Потенціали таких систем можуть бути забезпечені у формі теплової енергії з різними параметрами термодинамічної рівноваги;
2. Одержання середовищ з підвищеними енергетичними потенціалами на основі розчинених газів;
3. Використання енергетичних потоків циркуляційних контурів газорідних середовищ;
4. Створення замкнутих контурів енергозабезпечення на основі рекуперацій, регенерацій і трансформацій енергетичних і матеріальних потоків.

Література:

1. Соколенко А.І. / Інтенсифікація масообмінних процесів в харчових і мікробіологічних технологіях / Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Піддубний В.А. // Київ, "Люксар", 2008, 443 с.
2. Соколенко А.І. / Фізико-хімічні методи обробки сировини і стабілізація харчових продуктів / Соколенко А.І., Піддубний В.А., Шевченко О.Ю., Васильківський К.В., Миколів І.М. // Київ, "Люксар", 2009, 456 с.
3. Соколенко А.І. / Інтенсифікація тепло- масообмінних процесів в харчових технологіях / Соколенко А.І., Мазаракі А.А., Шевченко О.Ю., Піддубний В.А., Сукманов В.О. // К.: Фенікс, 2011, 536 с.