

УДК 663.283

А.О. Чагайда, к.т.н., доцент

О.В. Коваль, аспірант

О.А. Білик к.т.н., доцент

Національний університет харчових технологій (НУХТ), Україна

Інноваційні та ресурсоощадні технології продуктів харчування

Інновації в технології вакуумної перегонки

У апаратурно-технологічній схемі процесу бродіння під вакуумом [1] представлені дробарка зерна, змішувач помелу, води і ферментів для утворення замісу, апарат термоферментативної обробки, оцукрювач, послідовно з'єднані бродильні апарати суттєво обмежених об'ємів, конденсатор, вакуумна система, сушарка барди і система трубопроводів. У відповідності до схеми температурний діапазон знаходиться в межах 27...31 °С, а вихідний технологічний потік представлено сумішшю C_2H_5OH , H_2O , CO_2 та бардою.

Обмежені об'єми бродильних апаратів пов'язані з необхідністю забезпечення умов міцності їх корпусів за розріджень, близьких до 70 мм рт. ст. У зв'язку з цією особливістю запропоновано схему апарата, в якому функції бродіння цукровмісткого середовища і простої перегонки відокремлені різними об'ємами.

Влаштування бродильного апарата наведено на схемі. Він складається з циліндричного корпусу 1 з сорочкою охолодження 2, конічного днища 3, патрубків підведення живлення 4 та відведення зброженого середовища 5, запобіжного клапана 6, контуру середовища з насосом 7, трубопроводом 8, вакуумною камерою 9 з диспергувальною головкою 10 і шлюзовим затвором з герметичним приводом 11, контуру вакуумування з вакуумним насосом 12, теплообмінником-рекуператором 13 рідинного і парогазового потоків та конденсатором 14 парової суміші.

Бродильний апарат працює наступним чином. Через патрубок підведення живлення 4 заповнюються об'єми конічного днища 3 і циліндричного корпусу 1 середовищем з дріжджами. У процесі бродіння відбувається перетворення цукрів у спирт і діоксид вуглецю у повному об'ємі рідинної фази. Теплота бродіння стабілізується сорочкою охолодження 2. Для стабілізації концентрації спирту на заданому мінімальному рівні у роботу включається контур середовища з насосом 7, трубопроводом 8, вакуумною камерою 9 з диспергувальною головкою 10 і шлюзовим затвором з герметичним приводом 11 і середовище подається у вакуумну камеру 9, в якій рідина фаза диспергується, з неї випаровується спирт, а шлюзовий затвор з герметичним приводом виводить рідинну фазу у середовище бродильного апарата. У зв'язку зі зниженням тиску у вакуумній камері до 70 мм рт. ст. досягається кипіння і випаровування спирту при температурі 30 °С і утворення водно-спиртової суміші з концентрацією алкоголю 50...60 %. Стискання цієї суміші вакуум-насосом 12 приводить до підвищення її температури і тиску в результаті чого ця суміш нагрівається і подається у теплообмінник-рекуператор 13 рідинного і парогазового потоків, у якому здійснюється нагрівання рідинного потоку, часткове охолодження парогазового потоку. Передавання останнього у конденсатор 14 забезпечує повну конденсацію водо-спиртової суміші і повернення теплової енергії у бродильне середовище.

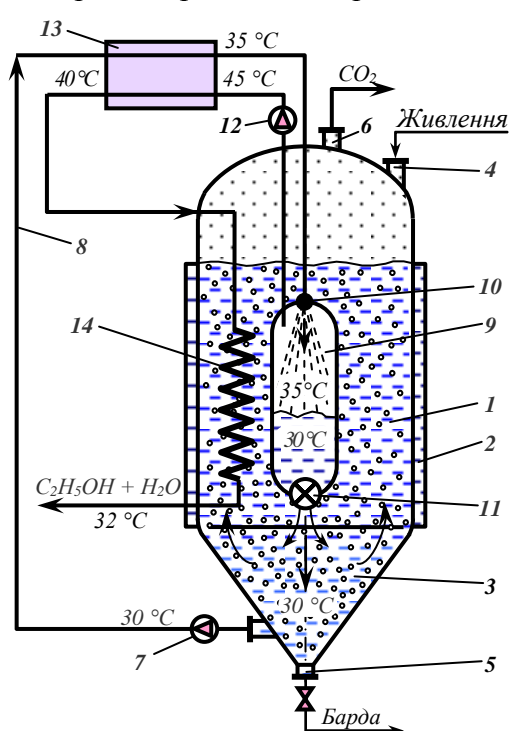


Схема бродильного апарата

Сконденсована суміш подається на перегонку і завдяки високій концентрації спирту в ній досягається енергоекономічний ефект її перегонки.

Завдяки видаленню спирту з середовища в ньому стабілізується осмотичний тиск, що дозволяє

не обмежувати життєдіяльність мікроорганізмів (дріжджів) і подовжити технологічний процес бродіння.

Утворюваний діоксид вуглецю видаляється з бродильного апарата через запобіжний клапан 6. По завершенню відпрацьована барда відводиться з апарату через патрубок відведення збродженого середовища 5.

Технічний результат полягає у поєднанні процесів бродіння і вилучення утворюваного спирту, зменшенні осмотичного тиску в середовищі, збільшенні середньої швидкості зброджування цукрів та продуктивності процесу бродіння, зменшенні енерговитрат на етапі бродіння та подальшому етапі перегонки

Власне, запропонована система переробки цукровмісткого середовища не є поверненням до відомої схеми, за якої бродіння і перегонка розділені на окремі операції в обладнанні і послідовні у часі. В даному випадку має місце суміщення у часі процесів бродіння і первинної перегонки, що дозволяє обмежувати величини осмотичних тисків у середовищі. Це означає можливість стабілізації швидкості трансформації цукрів в алкоголь і діоксид вуглецю, що супроводжується підвищенням продуктивності системи. Запропонована технологія може використовуватися в циклічно діючих або у безперервних схемах. Вибір на користь тієї чи іншої схеми залежить від фізико-хімічних характеристик вхідних матеріальних потоків і можливостей синхронізувати у часі два різних процеси у тому числі і за величиною пропускної здатності.

Очевидно, що за такої постановки задачі необхідно визначити початкові умови. До них мають відноситися концентрації в середовищі цукрів і алкоголю, які відповідають початку процесу. У першому наближенні будемо вважати, що вхідний матеріальний потік представлений мелясою. В умовах паралельної перегонки це означає можливість подовженого процесу на основі стабілізованого середовища, оскільки живлення для дріжджів може подаватися в нього з розрахунковою динамікою. Стабілізація середовища за показниками концентрації цукру і алкоголю означає стабілізацію осмотичного тиску розчину. За рівності температур середовища і стабільності притоку живлення за вказаних умов виключаються впливи осмотичних і температурних шоків, що наближає до можливості динамічної рівноваги системи і стабілізації пропускної здатності. Хоча такі умови сформульовані, як початкові, їх слід оцінювати на рівні припущення, оскільки мікробіологічна культура середовища є чутливою складовою системи, яка відгукується на відхилення параметрів середовища живлення від номінальних, на необхідність коректування параметрів рідинної фази самого середовища, на порушення показників його гомогенізації тощо.

До переліку процесів, які супроводжують заплановану технологію, відносяться гомогенізація середовища, масообмін у зв'язку зі споживанням цукрів на поверхні оболонки клітин і їх транспортуванням через цитоплазматичні оболонки, внутрішньоклітинні перетворення з утворенням алкоголю і діоксиду вуглецю, зворотній транспорт утворених речовин і масообмін на поверхні поділу твердої і рідинної фаз.

Очевидно, що наведений перелік процесів далекий від своєї повноти і, особливо, від тієї частини процесів, що відбуваються в самій клітині. Проте в наступній частині дослідження принципове значення буде мати загальний результат, пов'язаний зі швидкістю трансформації матеріальних потоків, тобто зі швидкістю зброджування цукрів.

Другою укрупненою складовою технології будемо вважати процес простої перегонки, який здійснюється у спеціальній завакуумованій камері. При цьому очевидно, що узагальнені процеси бродіння і перегонки є послідовними, перебіг яких здійснюється один за одним.

Висновок. Перспективним напрямком розвитку бродильних технологій є стабілізація осмотичних тисків в культуральних середовищах. Одна з можливостей такої стабілізації є суміщення процесів бродіння і перегонки за рахунок вакуумування середовищ (при тисках 70...75 мм рт. ст.).

Література

1. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійничук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика. – К.: Видавничий дім "Асканія", 2009. – 424 с.