

16. РЕГЕНЕРАЦІЯ МЕМБРАН ПРИ РОЗДІЛЕННІ МОЛОКА ТА МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

Ю.Г. Змієвський, канд. техн. наук

В.Г. Мирончук, д-р техн. наук

І.А. Гудзовська

Національний університет харчових технологій

На сьогодні швидкими темпами відбувається впровадження мембранних процесів у молочну промисловість (баромембранні та електромембранні). Незалежно від рушійної сили процесу, з однієї сторони мембрани біля її поверхні концентрація розчинених речовин більша, ніж в середині робочої камери. Це явище дістало назву концентраційної поляризації і призводить до локального перенасичення розчину відповідними сполуками та їх відкладання на мембрані, що зменшує їх ефективну площу та знижує швидкість масоперенесення. При розділенні знежиреного молока та молочної сироватки, на поверхні мембран відкладаються білкові та мінеральні сполуки, які необхідно періодично змивати хімічними реагентами.

Метою представленої роботи було визначення основних вимог до регенеруючих розчинів та аналіз відомих технологій за умов мембранного розділення знежиреного молока та молочної сироватки.

Відомо, що осад на поверхні мембран складається з двох шарів: в'язкий дифузійний шар, який легко змивається водою та гелеподібний або кристалічний, який відмивається лише хімічними реагентами. При підборі регенеруючих розчинів треба враховувати: матеріал мембрани та елементів обладнання з якими вони контактують, робочі параметри установки, характер взаємодії компонентів миючих засобів із залишками розділювальних розчинів та водою тощо. Це накладає обмеження на температурні режими регенерації, рН та склад миючих засобів тощо. Наприклад, наявність кислотних залишків SO_4^{2-} та CO_3^{2-} в їхньому складі недопустима, тому що іони кальцію та магнію, що містяться у воді та молоці (сироватці), утворюють нерозчинні сполуки (MgSO_4 , CaCO_3), що знижує якість відмивання.

Для гідролізу компонентів білкового осаду необхідно використовувати або ферментні препарати, або препарати на основі лужних речовин, наприклад, каустичної соди. Ферменти більш ефективні, проте їх вартість значно вища. В разі застосування каустичної соди для гідролізу казеїну до казеїнату натрію та лактоальбуміну до лактоальбумінату натрію, розчинних у воді, доцільно, щоб її вміст був в межах 0,3 % при температурі 65 – 70 °С.

Видалити нерозчинні фосфорно-кальцієві солі можна розчином азотної кислоти з рН не нижче 2 або триполіфосфатом натрію при температурі 45 – 50 °С.

Процес відмивання проводять у наступній послідовності: лужна, кислотна мийка, дезінфекція. Між кожним етапом установку промивають пом'якшеною водою. У якості дезінфікуючих компонентів використовують в переважній більшості гіпохлорид кальцію, а якщо характеристики мембран дозволяють, то гарячою водою або парою з температурою 90 – 120 °С.

В науково-технічній літературі зустрічається інформація, що промивання установки водою та розчинами миючих засобів з низькими концентраціями дозволяє видалити лише залишки оброблюваного розчину та, утворений біля поверхні мембрани, в'язкий шар осаду. Для змивання щільного гелеподібного шару, який контактує безпосередньо з поверхньою мембрани, а також часток речовини, які потрапили у пори, рекомендується застосовувати високоефективні миючі засоби з певним вмістом

ферментних речовин при підвищених температурах. Деякі дослідники, для відновлення початкової продуктивності, пропонують промивати мембрани розчинами сильних окисників або відновників, таких як хлор, хлориди, гіпохлорити натрію, озон, персульфат натрію (окисники), гидрит амонію, сульфід та тіосульфат натрію, формальдегід, ацетальдегід (відновники) тощо. Однак, застосування таких компонентів, як хлор, зменшує термін експлуатації та селективні властивості більшості полімерних мембран, тому необхідно проводити додаткові дослідження в даному напрямку.

Для зменшення величини шару осаду на поверхні мембран та його негативного впливу на продуктивність, доцільно створювати турбулізацію потоку в робочих камерах та підбирати оптимальний тиск, який забезпечить економічно обгрунтований потік пермеату крізь мембрану при заданому значенні концентраційної поляризації.

На основі аналізу наукових публікацій, зроблено висновок, що на сьогодні недостатньо уваги приділяється дослідженню процесів регенерації мембран, розробленню ефективних технологій їх відмивання тощо. Перспективним залишається пошук матеріалів для мембран, стійких до високих температур, хімічних реагентів та можливості їх використання у широкому діапазоні рН.