

Технічні науки

УДК 637.022

Кравець Олег Ігорович

Тернопільський національний технічний
університет імені І. Пулюя,
кандидат технічних наук, старший викладач

Шинкарик Марія Миколаївна

Тернопільський національний технічний
університет імені І. Пулюя,
кандидат технічних наук, доцент, професор

Кравець Олег Игоревич

Тернопольский национальный технический
университет имени И. Пулюя,
кандидат технических наук,
старший преподаватель

Шинкарик Мария Николаевна

Тернопольский национальный технический
университет имени И. Пулюя,
кандидат технических наук,
доцент, профессор

Kravets O.

Ternopil Ivan Pul'uj National
Technical University, Ph.D.

Shynkaryk M.

Ternopil Ivan Pul'uj National
Technical University Ph.D., docent

**ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ВІДХОДІВ
МОЛОКОПЕРЕРОБНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**УМЕНЬШЕНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОТХОДОВ
МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА**

**REDUCTION POLLUTION THAT CAUSES MILK PROCESSING
PRODUCTION**

Анотація. Обґрунтовано можливість зменшення забруднюючої здатності відходів молокопереробних підприємств шляхом організації процесу очистки молочної сироватки від дисперсного білка. Запропоновано конструкцію фільтрувальної установки для очистки сироватки.

Ключові слова: відходи, фільтрування, сироватка, очистка, білок.

Аннотация. Обоснована возможность уменьшения загрязняющей способности отходов молокоперерабатывающих предприятий путем организации процесса очистки молочной сыворотки от дисперсного белка. Предложена конструкция фильтровальной установки для очистки сыворотки.

Ключевые слова: отходы, фильтрования, сыворотка, очистка, белок.

Summary. The possibility reduce pollution that causes milk production by organizing the process of purification of whey from protein. The authors suggested construction of filter for treatment whey.

Key words: waste, filtering, whey, purification, protein.

Охорона навколишнього середовища – одне із найважливіших завдань, які стоять перед інженерно-технічними працівниками в процесі їх виробничої діяльності. Природоохоронна робота підприємств може проводитись у двох напрямках: очищення шкідливих викидів та усунення причин забруднень. Очевидно, що більш перспективним є другий напрямок. Його реалізація вимагає впровадження безвідхідних технологій виробництва, які дозволяють комплексно використовувати вихідну сировину та утилізувати максимальну кількість шкідливих речовин.

Що стосується підприємств харчової промисловості то в багатьох випадках відходи є цінною сировиною в інших виробництвах. Зокрема в молочній промисловості такою вторинною сировиною є сироватка. На багатьох підприємствах впроваджені технології її переробки, проте на

виробництвах не великої потужності вона поступає в стічні води. Крім сироватки стічні води молочних підприємств включають стоки, отримані при митті технологічного обладнання та побутові стоки.

Рідкі відходи молокопереробних підприємств є суспензією, до дисперсної фази якої можна віднести так званий «сирний пил» (частинки сирного зерна, що утворюються в результаті дроблення продукту при механічній обробці), жирові кульки та частинки продукту, які потрапляють у відходи при митті обладнання.

Саме вмістом здатних до окислення органічних речовин, серед яких переважає білок, обумовлена сильна забруднююча здатність відходів молочного виробництва. Основна частина органічних речовин потрапляє у відходи із сироваткою. Встановлено, що для окислення органічних сполук, що містяться в 25 тоннах молочної сироватки, потрібно стільки ж кисню як для окислення побутових відходів міста з населенням 40000 чоловік [1, с 32]. При цьому об'єми отримуваної сироватки є значними – так при виробництві твердих сирів її вихід становить близько 90% від об'єму перероблюваного молока.

Проблема забруднення навколишнього середовища відходами молокопереробних підприємств ускладнюється на фоні низького рівня переробки молочної сироватки, адже основний її об'єм потрапляє у стічні води, створюючи навантаження на очисні споруди та погіршуючи стан довкілля.

Враховуючи те, що сильна забруднююча дія сироватки спричинена вмістом органічних речовин, можна припустити, що зменшити рівень забруднення навколишнього середовища можна шляхом застосування процесу очистки сироватки від дисперсних частинок білка. Крім цього, відділення білка із сироватки перед її потрапленням у стічні води покращить умови їх подальшої очистки. Адже традиційним способом очистки рідких відходів є аеробна технологія, яка ефективна лише при умові низької концентрації органічних речовин.

Слід відзначити, що у наш час багато виробників молочної продукції вже усвідомили важливість попередньої очистки сироватки від білка в разі її зливання. Проте ця зміна відношення до сироватки продиктована не стільки екологічною необхідністю скільки економічною доцільністю – очистка дозволяє повернути частину білка в технологічний процес і зменшити затрати сировини на виробництво одиниці готової продукту.

Однак не зважаючи на зацікавленість багатьох виробництв, налагодження процесу очистки сироватки ускладнюється відсутністю відповідного обладнання, яке на ряду з ефективністю має задовольняти ще одну важливу умову – бути доступним для підприємств різної потужності.

Тому багато підприємств використовує далеко не досконалі способи очистки сироватки – від звичайного проціджування крізь фільтрувальний матеріал (наприклад, шари марлі) до застосування спеціального, але морально-застарілого обладнання (вібраційних сит).

На вимогу виробництва, науковцями та конструкторами проводиться розроблення сучасного обладнання для очистки сироватки. Проте, не зважаючи на певні напрацювання, єдиного підходу до вирішення проблеми

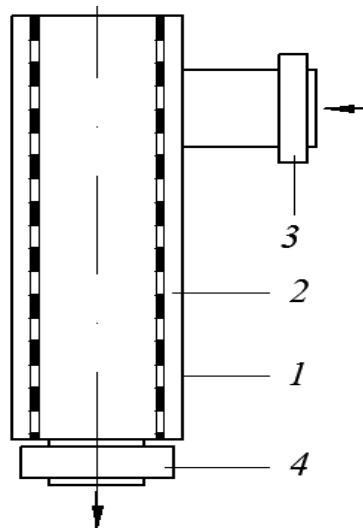


Рис. 1. Схема фільтра ФМ-03М: 1 – корпус; 2 – фільтрувальний елемент; 3, 4 – патрубки.

на сьогодні немає, а існуюче обладнання не враховує усіх особливостей процесу, а тому є неефективним, або ефективним лише в умовах певного виробництва.

Серед останніх розробок в даному напрямку можна відмітити запропонований російським підприємством харчового машинобудування «Екомаш» фільтр ФМ-03М (рис. 1). Його фільтрувальний елемент виготовлений з плетеної нержавіючої сталі. При роботі фільтра сироватка подається в корпус 1 через патрубок 3 і проходить крізь

фільтрувальний елемент 2. Фільтрат виводиться з допомогою патрубку 4. Регенерація фільтрувального елемента здійснюється шляхом зворотної подачі сироватки. Пропускна здатність – від 2 до 5 м³/год.

Суттєвим недоліком конструкції є неможливість відведення осаду. Також, враховуючи сильні адгезійні властивості молочного білка по відношенні до металевих поверхонь [2, с 556-558], можна припустити, що при протитечійній регенерації матиме місце лише часткове відновлення властивостей фільтрувальної поверхні. Якість регенерації є сумнівною ще й тому, що забруднення фільтрувальної поверхні, як правило, не рівномірне по площі, а рідина йде шляхом меншого опору, тобто, крізь ділянки, що є менш забрудненими.

Цей ефект особливо відчутний для фільтрувальних поверхонь, площа яких значно перевищує площу поперечного перерізу вхідного патрубка та для поверхонь, що мають об'ємну форму – обидві умови виконуються в конструкції фільтра ФМ-03М.

Створена спеціалістами підприємства «Дубнозагатпром» установка (рис. 2) позбавлена деяких із перелічених вище недоліків. Даний пристрій

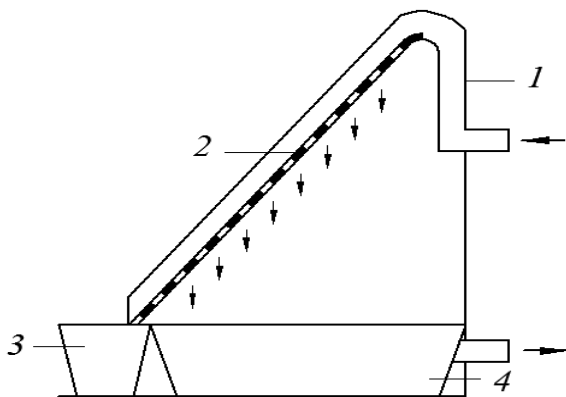


Рис. 2. Схема установки [3, с. 23] підприємства «Дубнозагатпром»: 1 – патрубок; 2 – фільтрувальний елемент; 3, 4 – ємності.

призначений для відділення білка із сироватки, отриманої в процесі виробництва твердих сирів на підприємствах різної потужності та способу формування сирної маси. Сироватка подається в Г-подібний патрубок 1, звідки вона потрапляє на плоский фільтрувальний елемент із нержавіючої сталі 2, що розміщений під кутом до горизонтальної площини. Сироватка проходить крізь

фільтрувальні отвори та потрапляє у ємність 4, звідки виводиться з установки. Частинки білкової дисперсної фази скочуються у ємність 3.

Продуктивність установки можна регулювати в межах від 5 до 50 м³/год. Недоліками є відсутність системи регенерації фільтрувальної поверхні та доволі вузька область застосування – лише для сироватки, отриманої при виробництві твердих сирів.

Метою роботи було зменшення кількості органічних речовин у відходах молокопереробних підприємств шляхом очистки сироватки на установці запропонованої конструкції [4].

Розроблення установка для очистки сироватки проводилось із врахуванням гранулометричного складу частинок білка в сироватці, їх реологічних та адгезійних властивостей. Установка складається з циліндричного корпусу 1 (рис. 3), патрубків 2 і 3 подачі і відводу сироватки відповідно, напрямного стакану 4 зі шнеком 5, фільтрувального елемента 6, рухомого каркасу 8 та підпружиненого конуса 7.

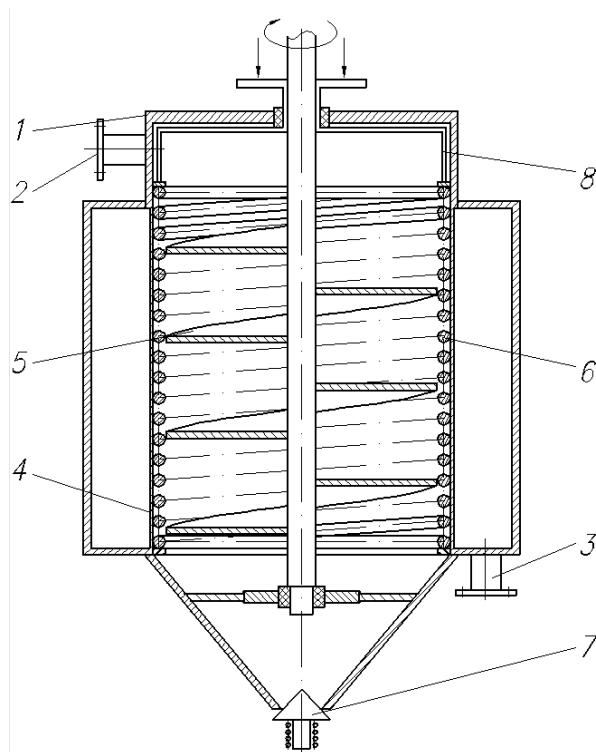


Рис. 3. – Установка для очистки сироватки [5]

1 – корпус; 2, 3 – патрубки; 4 – напрямний стакан; 5 – шнек; 6 – фільтрувальний елемент; 7 – підпружинений конус.

Сироватка через патрубок 2 надходить тангенціально у корпус 1 та проходить крізь фільтрувальний елемент 6. Частилки білка утворюють осад на фільтрувальному елементі 6 та транспортуються шнеком 5 в кінчну частину корпуса, звідки виводиться крізь зазор між корпусом та підпружиненим конусом 7. Фільтрат виводиться через патрубок 3. Фільтрувальний елемент 7 представляє

собою циліндричну пружину стиску. Регенерація здійснюється шляхом

подачі зусилля стиску на пружину, в результаті чого розміри зазорів між окремими витками пружини зменшуються, і частки, що закупорюють ці зазори, видаляються звідти (рис. 4). Регенерація триває менше 1 с та не передбачає зупинки роботи фільтра. Розмір отворів фільтрувального елемента (ширина зазору між витками пружини) можна регулювати в межах від 0,5 до 2,0 мм шляхом відповідної деформації пружини.

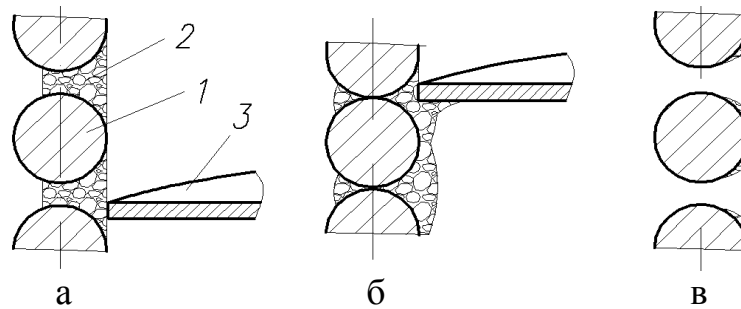


Рис. 4 – Схема роботи сомоочисного фільтрувального елемента (розробка авторів): а) до регенерації; б) під час регенерації; в) після регенерації.

1 – фільтрувальний елемент; 2 – осад; 3 – шнек.

Відповідно до результатів досліджень гранулометричного складу дисперсного білка в молочній сироватці різних видів діапазон розмірів (діаметрів) частинок білка становить 0,23-1,9 мм (рис. 4).

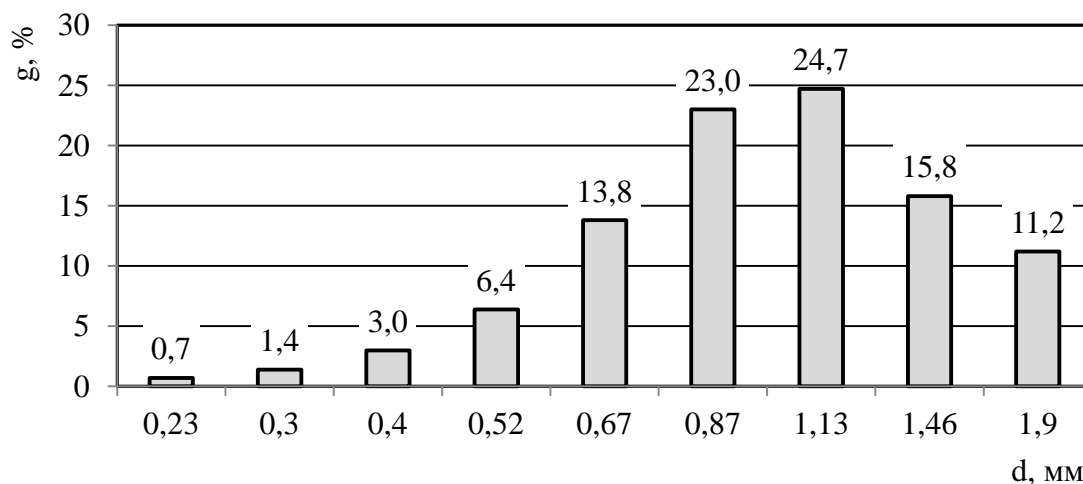


Рис. 5. – Гранулометричний склад дисперсного білка сироватки [5, с. 268]

Пропонується проводити очистку у два етапи: спочатку на фільтрі грубої очистки із розміром фільтрувальних отворів 1,0 мм, а потім на фільтрі тонкої очистки – розмір отворів 0,5 мм.

На основі даних щодо гранулометричного складу дисперсного білка в сироватці розраховано, що застосування запропонованої установки дозволить на порядок зменшити концентрацію білкових частинок в сироватці (рис. 6).

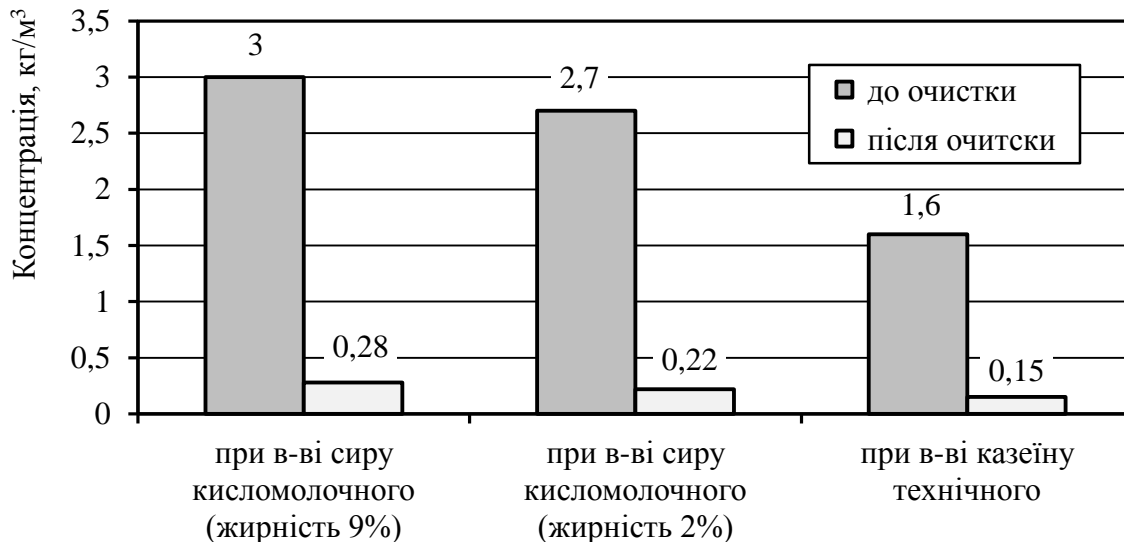


Рис. 6. Концентрація дисперсного білка в сироватці, отриманій при виробництві різних молочних продуктів, до та після її очистки на установці запропонованої конструкції (складено авторами).

Крім цього, відділення білка із сироватки забезпечить значний економічний ефект. Підраховано, що при переробці на кисломолочний сир 100 тонн молока запропоновані заходи дозволять повернути у технологічний процес близько 240 кг цінного молочного білка.

Таким чином, здійснення очистки сироватки перед її скиданням у стічні води дозволить значно зменшити забруднюючу здатність відходів молокопереробних підприємств та знизити затрати сировини на виробництво одиниці готової продукту, шляхом повернення частини білка в технологічний процес.

Література

1. Храмцов А.Г. Деминерализация лактозосодержащего сырья методом электродиализа. Обзорная информация / А. Г. Храмцов, И. А. Евдокимов, Г.С. Варданян, А.И. Терновой // АгроНИИТЭИММП. – 1992. – С. 32.
2. Кравець О.І. Регенерація фільтрувальної поверхні при очистці молочної сироватки / О.І. Кравець, М.М. Шинкарик / *Ukrainian Food Journal*. – 2013. № 4. – С. 555-561.
3. Приболотный А.В. Первичная обработка сыворотки, или как заработать на ней деньги / А.В. Приболотный // *Молочная промышленность*. – 2009. – №6. – С.23-24.
4. Пат. на кор. мод. 77749 України, МПК В 01 D 35/28. Фільтр для очистки молочної сироватки від сирного пилу / Шинкарик М.М., Кравець О.І., Шинкарик М.В.; заявник і власник Тернопільський нац. тех. ун. ім. І.Пулюя. заявл. 14.08.12 ; опубл. 25.02.13, Бюл. № 5.
5. Шинкарик М.М. Аналіз гранулометричного складу білкової дисперсної фази / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. – 2011. – Т. 2, № 40. – С. 266-269.