

**УСТАНОВКА НА КЕРАМИЧЕСКИХ МЕМБРАНАХ
ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ
INSTALLATION ON CERAMIC MEMBRANES FOR THE CONCENTRATION OF WHEY**

Н. С. Омельченко, студент

Уральский государственный аграрный университет
(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Рецензент: В. А. Тимкин, кандидат технических наук, доцент.

Аннотация

Одним из основных видов вторичного сырья в молочной промышленности является молочная сыворотка, образующаяся при производстве творога и сыра и содержащая широкую гамму белков, лактозу и другие полезные пищевые вещества. Проблема утилизации сыворотки является актуальной задачей для многих молочных предприятий, поэтому разработка оборудования для концентрирования молочной сыворотки - перспективна. В статье показано, что мембранные методы переработки молочной сыворотки более эффективны по сравнению с традиционными (сушка, сгущение).

Ключевые слова: молочная сыворотка, ультрафильтрационный блок, концентрат, пермеат.

Summary

One of the main types of secondary raw materials in the dairy industry is whey, which is formed during the production of cottage cheese and cheese and contains a wide range of proteins, lactose and other useful nutrients. The problem of whey utilization is an urgent task for many dairy enterprises, therefore, the development of equipment for the concentration of whey is promising. The article shows that membrane methods of whey processing are more effective compared to traditional methods (drying, thickening).

Keywords: whey, ultrafiltration unit, concentrate, permeate.

Проблема утилизации сыворотки является актуальной задачей для молочных предприятий, которые производят сыры и творога [1]. Молочная сыворотка богата многими ценными компонентами [2], поэтому ее надо перерабатывать, осуществляя безотходное производство. Одним из методов переработки является концентрирование молочной сыворотки. Концентрат сыворотки, с содержанием не менее 20% сухих растворенных веществ, может использоваться как продукт во многих отраслях пищевой промышленности [2]. Его целесообразно использовать на молочном предприятии, в качестве добавки в различные молочные продукты.

Цель работы: Провести исследование процесса ультрафильтрации с применением керамических мембран, которые значительно проще регенерируются, при этом срок эксплуатации керамических мембран в 3 – 5 раз больше по сравнению с полимерными мембранами.

Задачи:

1. Рассмотреть устройство и принцип работы всех существующих видов мембран;
2. Выявить их преимущества и недостатки;
3. Подобрать самый удачный и эффективный метод переработки сыворотки.

Методика исследования

Литературные источники показывают, что объем производства молочной сыворотки постоянно увеличивается, то есть проблема переработки сыворотки во многих странах остается актуальной. Это обуславливает необходимость разработки линии по её переработке.

Практика показала, что мембранные методы переработки молочной сыворотки более эффективны по сравнению с традиционными (сушка, сгущение).

Преимущества мембранных методов:

- мембранные установки обладают низкими энергетическими затратами;
- продукт не подвергается тепловому воздействию, при котором денатурируют и коагулируют белки, содержащиеся в молочной сыворотке;
- позволяют более полно переработать сыворотку;
- возможность создания безотходного производства;
- высокая производительность;
- возможность полной автоматизации производства;
- возможность создания новых продуктов с пониженной калорийностью и высокой биологической ценностью.

Но помимо всех плюсов, имеющих у мембранных установок, есть и недостаток – это дороговизна выпускаемого оборудования. Исходя из этого, целью данной статьи является разработка установки для переработки сыворотки, включающую в себя ультрафильтрационный блок, обладающую более низкой стоимостью по сравнению с зарубежными аналогами. Ультрафильтрационный блок разработан на основе керамических мембран, так как они имеют ряд преимуществ над всеми остальными типами мембран:

- высокая удельная производительность фильтрации;
- высокая механическая прочность;
- возможность использования обратной промывки;
- высокая температурная стабильность;
- эффективно регенерируются химическими растворами;
- химически стойки во всем диапазоне pH;
- большой срок службы.

Кроме того, керамические мембраны идеально подходят для извлечения белка. Открытые трубчатые каналы керамических мембран (в отличие от узких каналов полимерных рулонных мембран) дают возможность исключить стадию подготовки сыворотки. За счет перечисленных преимуществ использование керамических мембран по сравнению с полимерными мембранами позволяет снизить эксплуатационные расходы (в основном за счет большего срока службы), уменьшить габариты и массу установки, что также несколько снижает величину капитальных затрат.

Результат исследования

Установка мембранная для переработки сыворотки приведена на схеме (рис.), которая включает в себя:

- танки для сбора и хранения молочной сыворотки;
- ультрафильтрационную установку;
- танк для пермеата;
- танк для белкового концентрата;
- пластинчатый холодильник;
- трубопроводная арматура.

Выделившуюся молочную сыворотку, в результате производства творога направляют в танки для накопления, охлаждения и дальнейшего хранения (до 24 часов). В линии установлено 3 танка (Е1, Е2, Е3) общей ёмкостью 60000 литров. Танки снабжены механическими мешалками, которые обеспечивают равномерное перемешивание молочной сыворотки с це-

лью предотвращения отстоя жира. Скорость перемешивания строго регулируется во избежание насыщения молочной сыворотки воздухом и разрушения жировых шариков. Температура и уровень продукта поддерживается в заданном режиме автоматически. Все танки оснащены системой промывки с форсунками, что обеспечивает равномерное разбрызгивание воды и моющих растворов и их последующую промывку без участия человека. Бак питающий ёмкостью 100 литров принимает молочную сыворотку из танков. Ультрафильтрационный модуль состоит из 3 аппаратов ультрафильтрационных (УФ) и 3 охладителей (Ох). Всего в установке 10 модулей и 30 аппаратов ультрафильтрационных.

Продукты переработки сыворотки (пермеат и белковый концентрат) по трубам перекачиваются в соответствующие танки (ТБК, ТП) по 10000 литров. Циркуляцию продукта в системе обеспечивают 2 насоса питающих (Нп) и 10 напорных насоса (Нн). Клапан обратный (Ко) служит для много кратной переработки сыворотки, чтобы добиться высокого уровня концентрации белкового раствора. В установке установлена 10 клапанов. Клапаны регулировочные обеспечивают оптимальные потоки перерабатываемой сыворотки в установке. Циркуляцию моющих средств обеспечивают насос (Н_{смп}). Трубопроводная арматура соединяет все части аппарата. Кроме того, в установку входит система автоматического регулирования, собранного на базе микропроцессорного контроллера (МПК), которая осуществляет следующие функции:

- регулирование уровня продукта в питающем баке;
- регулирование давления;
- показание и регулирование температуры охлаждающей воды в охладители.

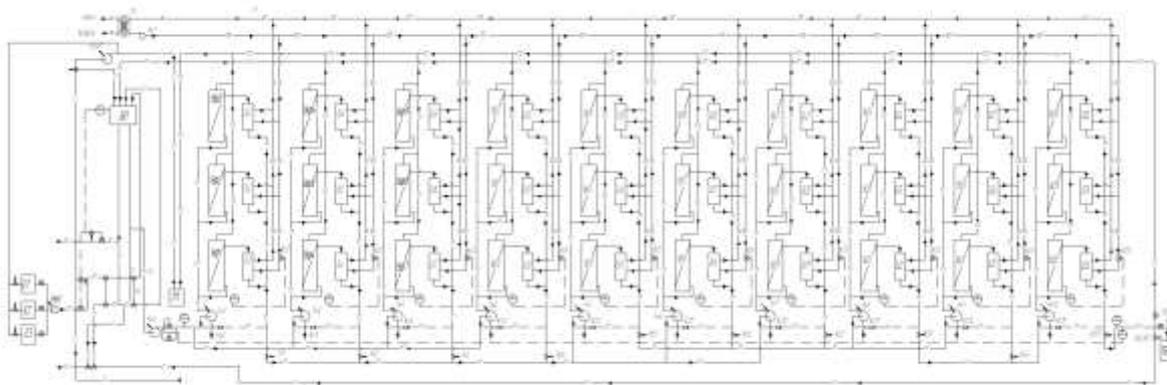


Рис. 1. Схема установки мембранной для переработки сыворотки

Принцип действия мембранной установки следующий. Исходная молочная сыворотка (содержание белка 0,6%, лактозы 4,5%) находящиеся на хранении в танках (E1, E2, E3) при помощи питающего насоса (Нп1) поступает из танков в бак питающий (БП), откуда насосом (Нп2) подается в мембранную установку, где концентрируется до содержания белка 6 % и далее полученный белковый концентрат поступает в емкость (ЕБК). Образовавшийся в процессе концентрирования пермеат (раствор лактозы в воде) поступает в танк (ЕП).

Выводы

Учитывая, что молочная сыворотка на многих молокоперерабатывающих предприятиях не используется, сбрасывается в канализацию, загрязняя окружающую среду, приводя к значительным потерям ценных сывороточных белков, можно считать целесообразным модернизировать такие предприятия, построив на них технологическую линию по переработке мо-

лочной сыворотки, что будет способствовать увеличению доходов и более рациональному использованию сырья.

Библиографический список

1. *Тимкин В. А., Лазарев В. А., Минухин Л. А.* Определение осмотического давления молочной сыворотки // Аграрный вестник Урала. 2014. № 3 (121). С. 45-47.
2. *Тимкин В. А., Горбунова Ю. А.* Исследование процессов микро- и ультрафильтрации в производстве творога // Пища. Экология. Качество: труды XIII международной научно-практической конференции ; отв. за выпуск: О. К. Мотовилов, Н. И. Пыжикова и др. 2016. С. 298-302.
3. *Тимкин В. А.* Исследование процесса ультрафильтрации в производстве концентрата сывороточных белков // Пища. Экология. Качество труды XIII международной научно-практической конференции ; отв. за выпуск: О. К. Мотовилов, Н. И. Пыжикова и др. 2016. С. 293-297.
4. *Тимкин В. А.* Баромембранные процессы в производстве концентрированных плодово-овощных соков и других жидких пищевых сред: автореферат дис. ... канд. тех. наук / Моск. ин-т пищ. пром-сти. М., 1997.