

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОЦЕССАХ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ

Н.В. Горячий, А.А. Куликов, О.Ю. Боровкова, АО «РМ Нанотех», г. Владимир

Практическое применение процесса ультрафильтрации на молокоперерабатывающих предприятиях дает широкие возможности для трансформации производственного процесса и оптимизации производства, для выпуска новых видов продукции. За более чем пятидесятилетний период практической эксплуатации молочной отраслью накоплен большой опыт по реализации технологических процессов, основанных на использовании ультрафильтрации на полимерных мембранах. Основные технологические процессы, использующие ультрафильтрацию, представлены в таблице.

Как правило, в перечисленных процессах применяются рулонные (спиральные) мембранные элементы, которые имеют оптимальное соотношение «технологические свойства – стоимость элемента». Конструктивно спиральные элементы представляют собой навитые вокруг фильтратотводящей трубки мембранные пакеты, разделенные турбулизирующей сеткой. В зависимости от содержания сухих веществ перерабатываемого сырья и получаемого продукта, реологических свойств получаемых продуктов для разных процессов рекомендуются мембранные элементы разной геометрической конструкции (соотношение «внешний диаметр элемента – длина элемента») и разные турбулизирующие сетки. Правильный подбор этих величин во многом определяет длительность и надежность работы фильтрационной установки на производстве. Как правило, срок службы мембранных элементов ультрафильтрации в установках составляет 1,5–3 года, а длительность работы между мойками 8–20 ч в зависимости от перерабатываемого сырья и производимого продукта.

При соблюдении требований к сырью, его предварительной подготовке, надлежащей СИП-мойке установки ее производительность и рабочее давление достаточно стабильны на протяжении производственного цикла.

Торговая марка «Мембраниум» принадлежит российской компании АО «РМ Нанотех», находящейся в г. Владимире. Она была основана в 2010 г. и является компанией полного производственного цикла, специализирующейся на выпуске полимерных мембранных элементов рулонного типа. Компания производит как промышленные мембранные элементы, применяемые для водоподготовки и очистки стоков, так и санитарные элементы для молочной, пищевой, биотехнологической и химической промышленности. Санитарные мембранные элементы выпускаются в специальном гигиеническом исполнении, подразумевающим исключение застойных участков в мембранном элементе, где было бы возможно образование непромывных зон и возникновение очагов микробиологического роста.

Предлагаемые компанией решения покрывают широкий спектр потребностей рынка в полимерных

мембранах. Вся линейка мембранных элементов, выпускаемая компанией, включает в себя все основные типоразмеры мембранных элементов, представленных на рынке как по внешнему диаметру (3,8; 4,3; 6,3; 6,4; 7,8; 8,0; 8,3 дюйма), так и по длине (36 и 38 дюймов).

На примере наиболее часто встречаемых процессов ультрафильтрации рассмотрим работу мембранных элементов ТМ «Мембраниум» серии SNUF.

На рис. 1 показаны графики давления и производительности в режиме реальной эксплуатации установки **концентрирования молочных белков**. Установка работает на мембранных элементах SNUF 8038-10-46 PP при подаче исходного продукта с расходом 9000 л/ч с фактором концентрирования 2,3. Производительность установки по ретентату составляет 4000 л/ч при температуре фильтрации 5–10 °С. Основная задача установки – увеличить концентрацию белка с 3–3,6 до 7–10 %.

Из рис. 1 видно, что установка работает стабильно, наблюдается небольшое снижение исходного потока во время фильтроцикла, что связано с алгоритмом управления, заложенным в установку. Стандартные

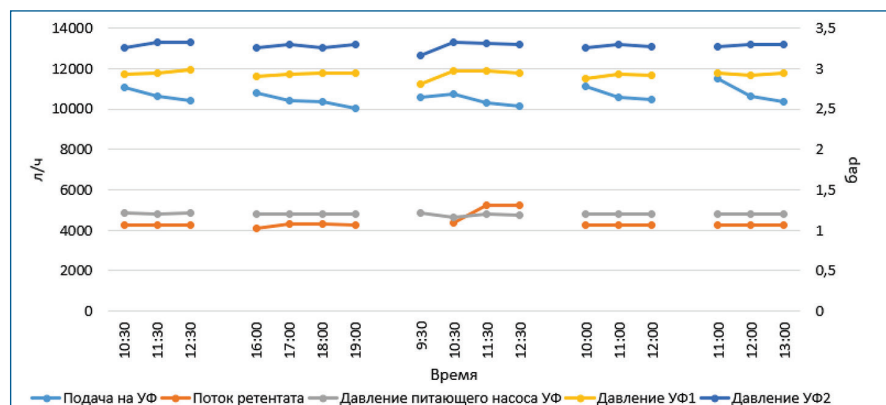


Рис. 1. Параметры работы мембранных элементов SNUF 8038-10-46 PP при ультрафильтрации обезжиренного молока

химические мойки позволяют отмыться элементам без использования дополнительной химии.

Параметры ежедневной СИП-мойки ультрафильтрационной установки следующие: щелочной шаг при температуре 50 °С и pH 11,7, enzymный шаг при температуре 50 °С и pH 10,5, кислотный шаг при температуре 50 °С и pH 2,0, финальный щелочной шаг при температуре 50 °С и pH 11,7.

На рис. 2 представлены рабочие параметры при эксплуатации установки получения концентрата сывороточных белков. Установка рассчитана на производительность 10000 л/ч по исходному продукту с фактором концентрирования 35–40 для получения 250–300 л/ч ретентата. Для производства необходимо сконцентрировать белок с 0,5–0,7 до 7–12 %.

В процессе работы снижается подача исходного продукта на установку, что связано с алгоритмом работы

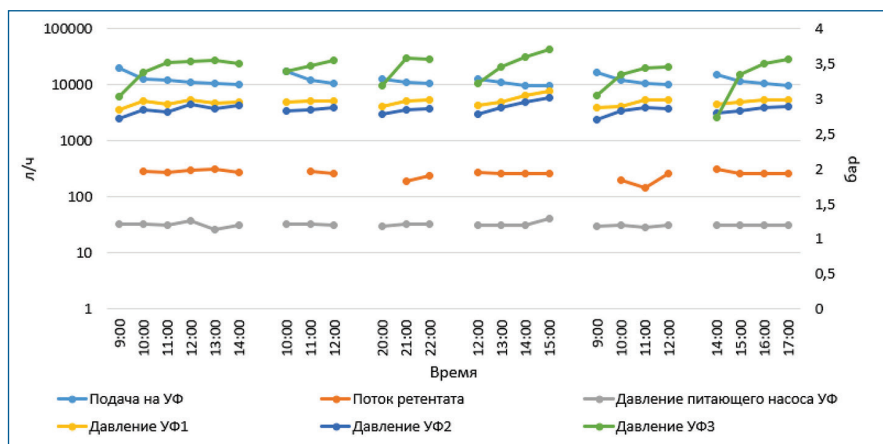


Рис. 2. Параметры работы мембранных элементов серии SNUF 8038-10-46 PP при получении концентрата сывороточных белков

установки. Наблюдается рост входного давления на третьем контуре, что говорит об активном загрязнении мембранных элементов, но химические мойки позволяют элементам эффективно отмыться без применения хлорной мойки.

Параметры ежедневной СИП-мойки ультрафильтрационной уста-

новки следующие: щелочной шаг при температуре 50 °С и pH 12, enzymный шаг при температуре 50 °С и pH 10,5, кислотный шаг при температуре 50 °С и pH 2,0, финальный щелочной шаг при температуре 50 °С и pH 11,5.

На рис. 3 представлены данные, характеризующие работу установки



мембраниум®

МЕМБРАНИУМ (АО «РМ Нанотех») – единственная российская компания среди мировых производителей наноструктурированного мембранного полотна и рулонных мембранных элементов для обратного осмоса, нанофильтрации и ультрафильтрации.

- мембранные элементы для фильтрации молока, сыворотки
- мембранные элементы для водоподготовки
- уплотнительные кольца типа O-ring и Lip Seal для мембранных элементов
- технический, технологический аудит работы мембранных установок
- проведение аутопсии мембранных элементов
- технический консалтинг
- проведение испытаний на пилотных мембранных установках
- моющие средства для мембранного оборудования, антискалант

Почему МЕМБРАНИУМ?

- снимает импортозависимость в мембранных комплектующих для установок фильтрации пищевой, химической и других отраслях промышленности
- осуществляет комплексную техническую поддержку клиентов в период эксплуатации выпускаемой продукции



нормализации обезжиренного молока по белку. Концентрацию белка поднимают с 3 до 5 % для поддержания оптимального содержания белка

и улучшения органолептических показателей творога. Установка рассчитана на производительность 2800 л/ч по исходному продукту

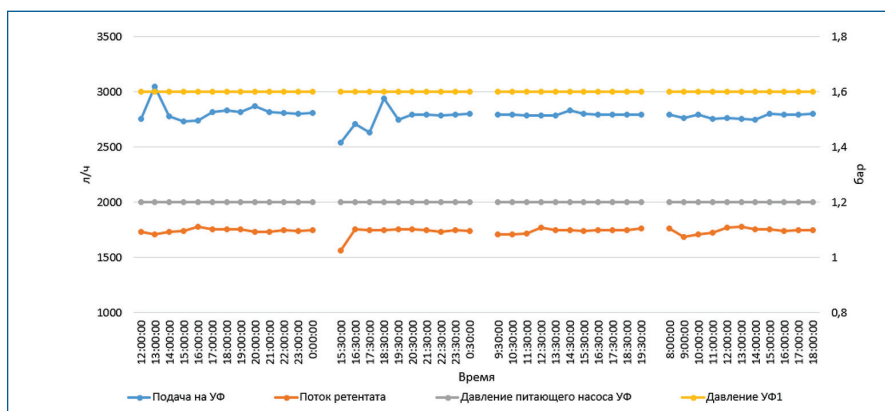


Рис. 3. Параметры работы мембранных элементов SNUF 6338-10-46 PP при нормализации обезжиренного молока по белку

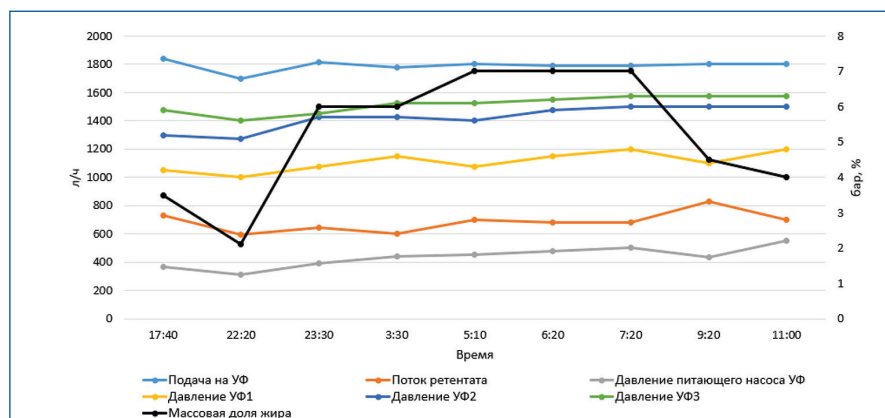


Рис. 4. Параметры работы мембранных элементов SNUF 4336-10-80 PP при производстве творога разной степени жирности

Основные технологические процессы переработки молочного сырья с применением ультрафильтрации

Процесс / технология	Типовое значение фактора концентрирования	Типовые значения получаемых продуктов	Температура процесса, °C	Типоразмер применяемых мембранных элементов
Ультрафильтрация обезжиренного молока / нормализация молока по белку	1,2–1,4	До содержания белка 4–5 % в ретентате	Часто 6–8, редко 47–50	В основном – 8038, реже – 6338/6438
Ультрафильтрация обезжиренного молока / получение концентрата молочных белков	2,5–3,8	До содержания белка 11–12 % в ретентате	Часто 6–8, редко 47–50	В основном – 6338/6438, реже – 8038
Ультрафильтрация сладкой / кислой сыворотки / производство концентрата / изолята сывороточных белков	20–40	До содержания белка в ретентате до 12 %, сухих веществ в ретентате – до 18 %	Часто 6–8, редко 47–50	В основном – 8038/8338, реже – 6338/6438
Ультрафильтрация сквашенной нормализованной молочной смеси / производство ультрафильтрованного творога	2,5–4	Жирность готового продукта – от 0 до 9 %, содержание сухих веществ – до 22 %	45–48	3838, 4336, 6338/6438, модули типоразмера M37
Ультрафильтрация нормализованной молочной смеси для производства сыров типа Фета	4–5	Содержание сухих веществ в ретентате 33–37 %, жирность ретентата – до 60 %	45–48	В основном – 6338/6438, реже – 3838, 4336
Ультрафильтрация/диализация элюатов при производстве лактоферрина / лактопероксидазы	10–30	Содержание белка и балластных веществ в ретентате зависит от требований производства	6–8	3838, 6338/6438, 8038/8338 в зависимости от циклограммы производства
Ультрафильтрация рассолов посолочных бассейнов / регенерация рассола	50–100	Осветление/санация рассола	6–8	В основном – 6338/6438, реже – 8038

с фактором концентрирования 1,6 и выходом ретентата 1700 л/ч.

Из рис. 3 видно, что установка работает стабильно, наблюдаются небольшие колебания параметров, которые не влияют на выработку продукта.

Параметры ежедневной СИП-мойки ультрафильтрационной установки: энзимный шаг при температуре 50 °C и pH 9,7, кислотный шаг при температуре 50 °C и pH 1,9, финальный щелочной шаг при температуре 50 °C и pH 11,7.

Одним из часто встречаемых случаев применения ультрафильтрации является концентрирование заваренного сгустка. На рис. 4 представлены данные о работе установки по производству творога разной жирности. Жирность творога в зависимости от производственного задания варьируется от 2 до 7 %. Установка рассчитана на производительность 1800 л/ч по калье с фактором концентрирования 2–3 в зависимости от требуемого продукта.

Параметры ежедневной СИП-мойки ультрафильтрационной установки следующие: кислотный шаг при температуре 50 °C и pH 2,0, финальный щелочной шаг при температуре 50 °C и pH 11,5.

Приведенные результаты промышленной эксплуатации санитарных мембранных элементов ТМ «Мембраниум» серии SNUF свидетельствуют о стабильности работы элементов на установках при переработке молочной продукции.

АО «РМ Нанотех» более семи лет занимается промышленным выпуском и реализацией мембранных элементов санитарного типа для процессов переработки молочной продукции (см. таблицу). Благодаря своим технологическим параметрам, близким к параметрам зарубежных аналогов, мембранные элементы «Мембраниум» могут использоваться как альтернатива мембранным элементам иностранного производства. Производственные мощности предприятия позволяют оперативно реагировать на неотложные потребности заказчиков в мембранных элементах, обеспечивая уверенность в оперативной зоне реагирования на актуальные запросы предприятий. 💧