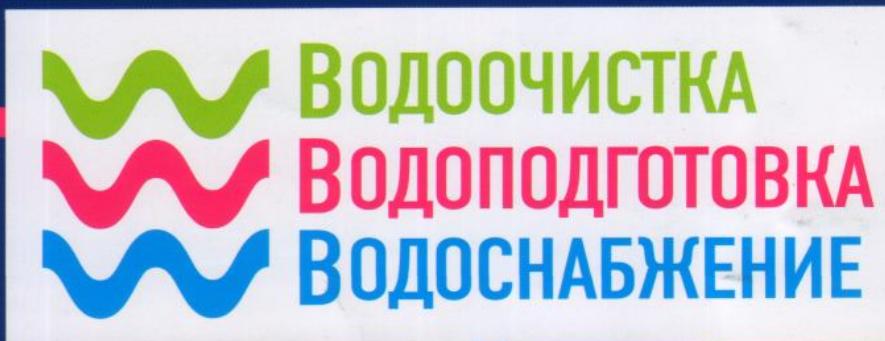


2008/8

Производственно-технический
и научно-практический журнал



Технологии
Оборудование
Передовой опыт

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МЕМБРАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ УЛЬТРА- И НАНОФИЛЬТРАЦИИ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Величковский В.Н.,
Дзюбенко В.Г.,
Санков В.Н.,
Коломийцев А.Г.

ЗАО «Киржачский молочный завод»
ЗАО НТЦ «Владипор»
ООО «Альтаир»

Молочная промышленность была одной из первых отраслей, в которой нашли широкое практическое применение системы мембранный (в 70-е годы прошлого столетия — большей частью ультрафильтрационной) обработки молока, сыворотки и продуктов переработки молочного сырья (генеральный директор ЗАО «НПП БИОКОН» А.Ф.Зябрев в статье «Применение мембранных процессов при переработке молочных продуктов. Мембранные системы БИОКОН» Переработка молока №12, 2001). Немаловажным фактором широкого использования мембранных процессов являлось создание предпосылок для создания малоотходных производств.

Процесс ультрафильтрации применялся в основном для выделения белков из подсырной или творожной сыворотки, для концентрирования и нормализации белков в молоке. Известно, что использование концентрированного молока для производства сыра позволяет увеличить выход готовой продукции при одновременном сокращении производственных затрат.

Для глубокой переработки молочного сырья используются мембранные установки на базе плоскорамных или рулонных фильтрующих элементов. Плоскорамные модули исторически были первыми, которые использовались для концентрирования сывороток. В последнее время в большинстве случаев используются фильтрующие элементы рулонного типа. Это объясняется тем, что рулонные элементы имеют максимально плотную упаковку мембран среди всех известных типов элементов, легко монтируются в стандартные напорные корпусы и эффективно регенерируются традиционными моющими и обеззараживающими средствами, применяемыми в молочной промышленности.

Конструкция стандартного рулонного элемента, предназначенного для очистки воды, представлена на рис. 1.

Подлежащий обработке исходный продукт подается в один из торцов элемента внутрь напорных каналов, образованных сеткой-турбулизатором, которая выполняет функции разделительной среды соседних активных сторон мембраны и перемешивающего устройства для

снижения концентрационной поляризации. Жидкий продукт с низким содержанием растворенных или диспергированных веществ под давлением в напорном канале проникает через мембрану и попадает в дренаж для сбора фильтрата, который представляет собой рельефный материал с каналами, направленными



перпендикулярно фильтратотводящей трубке. Растворенные и диспергированные вещества, содержащиеся в исходном потоке, в сконцентрированном виде выводятся с противоположного торца элемента.

Рулонные элементы, предназначенные для применения в молочной промышленности, имеют несколько



конструктивных отличий. Они не имеют уплотнительной манжеты на антителескопическом диске, поскольку уплотняются в напорном корпусе за счет своего калибронного диаметра, и взамен непроницаемого внешнего покрытия из стекловолокна обернуты такой же турбулизаторной сеткой, какая используется внутри элемента. Такая конструкция позволяет полностью избежать образования так называемых «застойных» зон в напорных корпусах и предотвращает возможность размножения микроорганизмов в установке.

В зависимости от исходного сырья (молоко, подсырная или творожная сыворотка) и требуемого фактора концентрирования подбирается оптимальный турбулизатор и ультрафильтрационная мембрана, которые гарантируют решение поставленных технологических задач.

В странах с современной молочной промышленностью (США, Дания, Австралия, Новая Зеландия и др.) имеются примеры разработки новых технологий производства пищевых продуктов на основе белковосодержащих концентратов, полученных с помощью мембранных процессов.

Для большинства российских предприятий молочная сыворотка — побочный продукт, приносящий одни только проблемы. Это сильнейший загрязнитель окружающей среды: при разложении сывороточного белка происходит поглощение кислорода, при этом нарушается экологический баланс. Специалисты утверждают, что сыворотка по параметрам загрязнения во много опаснее бытовых сточных вод. В скором времени при сливе ее в канализацию предприятия будут вынуждены платить значительные штрафы.

Между тем, сыворотка — ценнее сырье для пищевых добавок на основе содержащихся в ней белков и лактозы и рыночная экономика обуславливает необходимость применения технологий, которые позволяют максимально извлекать ценные компоненты сырья, а также уменьшать ущерб окружающей среде из-за выбросов отходов производства.

Следует отметить, что российские ученые и производственники старались не отставать от мировых тенденций в молочной промышленности. В 80-е годы прошлого столетия на Владимирском молочном комбинате вступила в строй одна из первых отечественных промышленных установок для ультрафильтрации сыворотки, на которой были испытаны полимерные мембранные, разработанные и изготовленные в одном из структурных подразделений ВНИИСС (ныне — ЗАО НТЦ «Владипор», дочернее предприятие ОАО «Полимерсинтез», г. Владимир). В те же годы было принято специальное постановление Совета Министров, согласно которому предполагалось значительно увеличить объем переработки молочного сырья с использованием мембранных технологий. К сожалению, в последующие годы набранные темпы развития и перевооружения молочной промышленности были утрачены, чему в немалой степени способствовало отсутствие экономических ориентиров при внедрении новых технологий.

Вместе с тем очевидная перспективность современных мембранных технологических линий, закупленных за рубежом и применяемых на флагманах молочной инду-

стрии России, вызывала оправданный интерес производителей, стремящихся к увеличению ассортимента своей продукции и повышению рентабельности переработки молока. Стоимость таких линий и услуг по их сервисному обслуживанию, однако, заметно снижала практический спрос предприятий средней мощности.

Значительного снижения капитальных и сервисных затрат можно было добиться, используя технологические наработки отечественных разработчиков мембранных элементов и установок.

Исходя из данной предпосылки и по инициативе руководства ЗАО «Киржачский молочный завод» специалисты ООО «Альтаир» разработали и изготовили установку концентрирования обезжиренного молока (обрата), в которой использованы рулонные мембранные элементы производства ЗАО НТЦ «Владипор» (дочернее предприятие ОАО «Полимерсинтез»). Установка пущена в эксплуатацию в конце марта 2008 года. Следует отметить, что все три указанных предприятия расположены во Владимире и Владимирской области, что позволило и в процессе изготовления установки и при проведении пуско-наладочных работ оперативно решать вопросы, неизбежно возникающие при освоении нового технологического оборудования.

Конструктивно установка состоит из двух последовательно соединенных контуров концентрирования, в каждом из которых расположены фильтрационные аппараты (в первом — 3, во втором — 2) и циркуляционных насосов для создания тангенциального режима над поверхностью мембран. В каждом из фильтрационных аппаратов установлены рулонные ультрафильтрационные элементы типа ЭРУ-200-1016, специально разработанные в ЗАО НТЦ «Владипор» для работы с молочными продуктами. (В настоящее время ЗАО НТЦ «Владипор» выпускает ультра- и нанофильтрационные рулонные элементы для молочной промышленности различного диаметра на основе полисульфонамида и полизэфирсульфона). Аппараты и насосы размещены на несущей раме из нержавеющей стали. Обвязка установки выполнена трубами и запорной арматурой из нержавеющей стали AISI 304.



РИС. 1

Система концентрирования молока

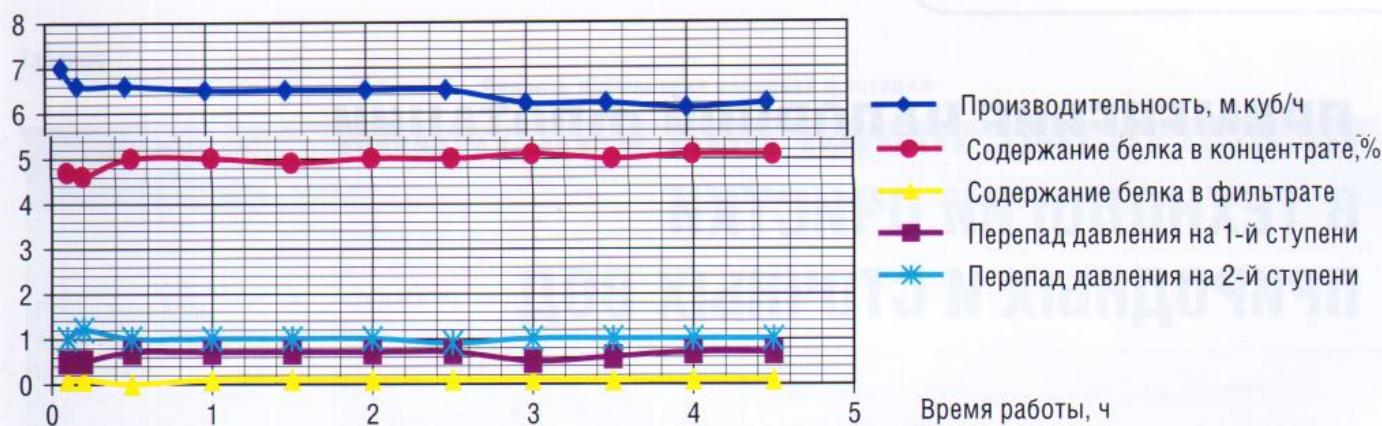


Рис.2.
Экспериментальные данные процесса концентрирования обрата.

Электрический щит управления, приборы контроля и запорно-регулирующая арматура также расположены на лицевой стороне несущей рамы. В системе управления предусмотрены два режима:

- «Концентрирование» — автоматический режим, используемый для рабочего процесса концентрирования;
- «Мойка» — ручной режим, предназначенный, в основном, для химической регенерации (очистки) и дезинфекции мембранных элементов и установки.

В режиме «Концентрирование» система включается кнопкой «Пуск/Стоп системы», при этом сначала происходит плавный запуск насоса первого контура (мягкий пускатель ES400-12), затем через некоторое время задержки — плавный запуск насоса второго контура.

В процессе работы производится измерение температуры обрата на входе в установку, в каждом из циркуляционных контуров, а также температуры моющего раствора в емкости приготовления моющих растворов. В целях сохранности мембранных элементов при отклонении температуры обрата или моющего раствора от заданных значений управляющий контроллер вначале подает предупредительный сигнал, а в случае невозможности дальнейшего поддержания заданного диапазона значений — производит отключение установки с указанием причины останова.

Требования к качеству подаваемого на установку обрата:

- остаточное содержание жира — не более 0,1 %;
- температура — 30–45 °C.

Указанные требования по содержанию жира обеспечиваются эффективной работой сепараторов, используемых на ЗАО «Киржачский молочный завод».

Объемный расход фильтрата, выводимого из каждого контура, контролируется по ротаметрам поплавковым, расход белкового концентрата измеряется с помощью электромагнитного преобразователя расхода ИПРЭ-7.

На первом этапе работа осуществлялась следующим образом: обрат после сепараторов накапливался в промежуточных емкостях. После завершения сепарирования с помощью подпитывающего насоса обрат подавался в

пластинчатый теплообменник, где подогревался до заданной (40–45 °C) температуры и далее поступал в установку концентрирования.

На втором этапе после отработки оптимальных режимов концентрирования и обучения обслуживающего персонала специалисты ЗАО «Киржачский молочный завод» интегрировали установку концентрирования в непрерывную линию, начинающуюся с узла приемки молока из автоцистерн.

На рис. 2 представлена типичная динамика изменения основных технологических параметров, определяемых по ходу проведения процесса концентрирования партии обрата первоначальной массой около 30 тонн. В результате работы получено около 19 тонн белкового концентрата.

Как видно из приведенных данных, спустя небольшой промежуток времени после пуска (15–20 минут) технологические параметры достигают определенной стабильности и выдерживаются на заданном уровне в течение времени переработки. Небольшое снижение производительности установки связано с возникновением поляризационного слоя на поверхности мембран, который удаляется достаточно эффективно при процедуре химической очистки (мойки) мембран благодаря подобранныму эффективному моющему составу.

Установка ультрафильтрационного концентрирования была запущена на ЗАО «Киржачский молочный завод» в конце марта 2008 года, в настоящее время при ежедневной эксплуатации производит обработку от 25 до 32 тонн обрата с начальным содержанием белка 3±0,1 %, при этом получается белковый концентрат с концентрацией 5±0,2 % по белку. Расчетные потери белка не превышают 1 % от исходного количества.

Белковый концентрат направляется в дальнейшую переработку.

В конце данного сообщения следует добавить, что ООО «Альтаир» разработало и изготовило pilotную установку для отработки режимов нанофильтрационного концентрирования сыворотки на основе рулонного элемента ЭРН-100-1016, которая в настоящее время проходит испытания и отработку технологических режимов на одном из предприятий молочной промышленности.