

2. ГОСТ 33969-2016 Энергетическая эффективность. Оценка энергоэффективности насосных систем. – Москва: Стандартинформ, 2017 – 45с.

3. Онищенко Г.Б., Юньков М.Г. Электропривод турбомеханизмов – М.: Энергия, 1972 – 240с.  
УДК 621.9.048.7

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПЕРЕРАБОТКИ СЫВОРОТКИ**

**Дулуб Е.Д., Лившиц Ю.Е.**

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь.

В настоящее время огромное внимание уделяется более эффективному и рациональному использованию продуктов переработки молока. Одним из таких продуктов является сыворотка. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, производство молока в Беларуси в январе-июле 2019 года составило 4 млн 326,9 тыс. тонн, 94,7 % процента которого было отправлено на переработку [1]. Поэтому в молочной промышленности Беларуси наиболее важно использование и внедрение передовых технологий переработки продукции и оптимизация уже существующих технических решений.

Усовершенствование технологий переработки обеспечивает снижение себестоимости продукции, уменьшение потерь, повышение производительности труда, улучшение условий труда, повышение качества целевых продуктов.

Однако многие предприятия, производящие молочную продукцию, зная о положительных сторонах переработки сыворотки, не могут перерабатывать этот продукт у себя на предприятии. Этому могут послужить следующие причины: малое количество творожной сыворотки, что делает экономически нецелесообразным установку линии по её переработке, отсутствие специализированного технологического оборудования и недостаток площадей для его размещения на предприятии.

Используя технические разработки и технологические решения, предложенные в данной автоматизированной системе, предприятие сможет расширить линейку ассортимента творожной продукции с минимальными затратами и с максимальным использованием уже существующего технологического оборудования.

Стоит понимать, какой бы современной ни была технология производства творога, в сыворотку всегда переходит определённое количество мелких частиц творога, которые называются «казеиновой пылью». И чем больше казеиновой пыли содержится в сыворотке, тем больше предприятие теряет готового продукта на выходе.

Автоматизируемая система мембранной очистки сыворотки позволяет максимально извлечь казеиновую пыль из творожной сыворотки, что даёт возможность производить новые виды творожных продуктов не только на основе идеально очищенной сыворотки, но и на основе извлечённой из неё казеиновой пыли.

Структурная технологическая схема системы переработки представлена на рисунке 1.

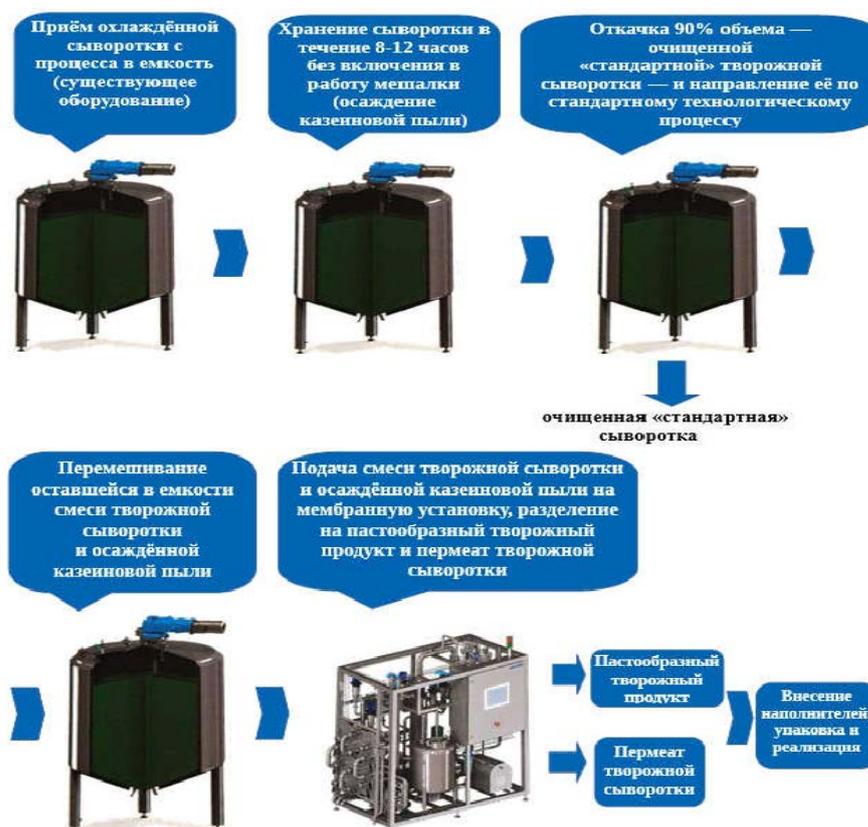


Рисунок 1 – Структурная технологическая схема системы переработки

После изучения технологических особенностей и требований системы разработан алгоритм управления работой оборудования. Алгоритм соответствует ряду общих требований, таких как дискретность, детерминированность, понятность.

Создание точного, простого и рационального алгоритма работы обеспечивает высокую производительность системы и уменьшает вероятность аварий на производстве.

Разработанный алгоритм позволяет оптимизировать и объединить работу уже существующего оборудования на предприятии с работой внедряемой установки повторной переработки сыворотки. Он также даёт возможность задания оператором концентрации сухих веществ прямо во время работы установки в зависимости от нужд производства.

Установка мембранной очистки сыворотки содержит панель оператора, для которой разработан - человеко-машинный интерфейс – важный компонент любой системы автоматизации.

На сегодняшний день на создание человеко-машинного интерфейса оказывают влияние следующие тенденции:

1. укрупнение производственных систем;
2. увеличение объёмов обрабатываемой информации;
3. повышение уровня автоматизации;
4. квалификация операторов.

Системы управления с каждым днём могут контролировать все большее количество оборудования, которое тоже постоянно растёт. В связи с чем и растут требования к промышленным системам. Однако численность обслуживающего персонала снижается, что увеличивает зону ответственности и нагрузку на операторов, в то же время снижая эффективность их работы. Чтобы снизить вероятность человеческих ошибок все больше производственных функций автоматизируется с помощью систем управления и стандартизации производства. Однако и это влечет за собой нежелательные последствия. Операторы становятся чрезмерно зависимы от системы и способны лишь устранять неполадки, а не предотвращать их. С учетом этого необходимо создать человеко-машинный интерфейс таким образом, чтобы оператор мог эффективно управлять системой, изучая как можно меньше информационных элементов.

Наилучший вариант – представление системы в виде четырёхуровневой иерархической модели. Окна в этой структуре эффективно ориентируют пользователя в отношении восприятия, действий или детальной информации – в зависимости от уровня наблюдаемого окна [2].

Благодаря тенденциям ситуационного восприятия операторы становятся уже не просто рабочими – они становятся специалистами по обработке информации, которые оперативно принимают важные для всего производства решения.

Разработанный алгоритм, учитывающий особенности и требования производственного процесса, а также внедрение человеко-машинного интерфейса для панели оператора, отвечающего современным тенденциям развития ситуационного восприятия, обеспечивают создание эффективной автоматизированной системы с возможностью дальнейшей её оптимизации.

### **Литература**

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь, [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/> – Дата доступа: 03.11.2019
2. Ситуационное восприятие, [Электронный ресурс] - Режим доступа: [https://www.wonderware.ru/pdf/Wonderware\\_WhitePaper\\_TheNextLeapInHMI\\_SituationalAwareness\\_ru\\_0314.pdf](https://www.wonderware.ru/pdf/Wonderware_WhitePaper_TheNextLeapInHMI_SituationalAwareness_ru_0314.pdf) - Дата доступа: 01.11.2019

3. Мембранная установка для извлечения белка из творожной сыворотки, [Электронный ресурс] - Режим доступа: [www.dalmio.by](http://www.dalmio.by) - Дата доступа: 05.10.2019

4. Переработка сыворотки, [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://dairyprocessinghandbook.com/ru/chapter/pererabotka-syvorotki/> – Дата доступа: 15.10.2019  
УДК 669.295

## **МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ И ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ПРИМЕСЯМИ С ПОМОЩЬЮ ДИФФУЗИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**Анисович А.Г.<sup>1</sup>, Асанов Д.Ж.<sup>2</sup>, Бахадырханов М.К., Маркевич М.И.<sup>1</sup>, Щербакова Е.Н.<sup>3</sup>**

1) ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»,  
Минск, Республика Беларусь;

2) Нукусский государственный педагогический институт,  
Нукус, Республика Узбекистан;

3) Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь.

Как следствие эффективной работы ученых в космической отрасли в нашу жизнь пришли новые технологии, которые ранее были только космическими. В настоящее время делается попытка перевести на солнечную тягу транспорт [1]. В качестве рабочего элемента батарей используется, как правило, кремний, легированный определенными добавками.

Цель работы - исследование морфологии поверхности и элементного состава кремния, легированного примесями с помощью диффузионной технологии.

Процесс изготовления образцов заключался в нанесении серы и тонкого слоя чистого никеля толщиной 1 мкм на поверхность кремния. Все образцы подвергались диффузионному термическому отжигу при температуре 1200°C и времени 1 час. Глубина р-п перехода составляет  $L=30\pm 3$  мкм [2].

Исследование морфологии поверхности производилось с использованием растрового электронного микроскопа MIRA3. Также изображения микроструктуры образцов были получены на металлографическом комплексе на базе оптического инвертированного микроскопа МИ-1 при 200х.

В состав комплекса входят: персональный компьютер, металлографический микроскоп; видеокамера с адаптером; программа обработки изображений, которая предназначена для фиксирования, редактирования и анализа обработанных изображений [3].

Исследования элементного состава образцов проводились с помощью системы энергодисперсионного (EDS) микроанализа (Oxford Ultim 65, 100