

бованную биомассу (солому, ботву и др.). Необходимо отметить, что при строительстве у комплекса мощностью 1 МВт удельные капитальные вложения на 1 кВт установленной мощности около 3000 евро, в то время как у комплекса мощностью 250 кВт – 4500 евро. В последние несколько лет государство определило квоты на строительство биогазовых комплексов. По результатам последнего распределения квот на 2018-2020 годы было выделено 2,72 МВт мощности для создания биогазовых комплексов.

Биогазовые энергетические комплексы повышают энергобезопасность страны благодаря решению задач: 1. указанные энергоисточники обладают высоким коэффициентом полезного действия и малым удельным расходом топлива на единицу вырабатываемой энергии, что позволит снизить удельный расход топлива на единицу получаемого энергоресурса; 2. такие источники обеспечивают взаиморезервирование с централизованной системой энергоснабжения, что повышает надежность энергоснабжения; 3. снижается эмиссия парниковых газов (метана, двуокси углерода), что позволит республике стать участником рынка продаж квот парниковых газов

Внедрение биогазовых установок уже на сегодняшний день дало положительный экологический эффект. Так в Минской и Брестской областях удалось избежать засорения рек отходами. Биогазовые установки являются современным и экологически безопасным источником энергии. А Беларусь обладает хорошим потенциалом для развития биогазовых технологий и наравне с западноевропейскими странами, пригодна для их развития и эксплуатации. Но для повышения их эффективного использования необходимо уже на стадии разработки проекта размещения установки и выбора мощности уделять внимание оценке потенциала биосырья как на текущий момент, так и на перспективу, то есть в непосредственной близости от источника сырья с минимальным использованием транспортных средств. А так же при выборе конструкции биогазового реактора обеспечить его хорошую теплоизоляцию. Осуществлять оптимальный температурный режим и подбор составов субстратов, которые обеспечивают оптимальное брожение и увеличение выхода биогаза. Рассмотреть возможности более эффективного использования вырабатываемой тепловой энергии как на процесс сушки или отопление. Выполняя все необходимые условия можно минимизировать влияние отрицательных и максимизировать влияние положительных аспектов использования биогазовых установок.

Литература

1. Величко В.В., Кундас С.П. Эффективность и проблемы использования биогазовых технологий //Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века: материалы 16-й международн. науч. Конф., 19-20 мая 2016 года, г.Минск, Республика Беларусь / под. Ред. С.А. Маскевича, С.С. Позняка, Н.А. Лысухо. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2016. – 266с.
2. Завтрашний день биогазовых технологий. [Электронный ресурс] – Режим доступа:<https://belagromech.by>. – Дата доступа: 25.09.2019.
3. Энергодиспетчер. Оперативная работа в электроэнергетике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://operby.com>. – Дата доступа: 25.09.2019.
4. Энергоэффективность.// Ежемесячный научно-практический журнал. – 2017 – №7. – С.10-25.

УДК: 637.03

СПОСОБ ХОЛОДНОЙ ПАСТЕРИЗАЦИИ МОЛОКА

Демидков С.В., к.т.н., доцент, **Коротгинский В.А.**, к.т.н., доцент
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

С целью увеличения сроков хранения молока, а также его очистки от болезнетворных микроорганизмов используются традиционные термические методы обработки. Наиболее распространенным способом обработки цельного молока в настоящее время является тепловая обработка (нагрев, охлаждение) в процессе производства молочных продуктов [1]. Одна-

ко, общим недостатком традиционных методов является снижение содержания полезных веществ в молоке и высокие энергозатраты.

Постановка задачи. Как известно, в неоднородной среде, помещенной во внешнее электрическое поле, на границах неоднородностей возникают поперечные силы, действующие вдоль направления вектора напряженности электрического поля [1]. С целью уничтожения микроорганизмов путем их механического разрушения предлагается воздействовать на молоко электростатическим полем.

Анализ силового воздействия электростатического поля. При определении напряжений внутри микроорганизма примем схему распределения электрического поля вокруг и внутри микроорганизма, показанную на рис.1. и воспользуемся выражением механического напряжения, возникающего на границе сред с разной диэлектрической проницаемостью в электрическом поле [2]:

$$\sigma_n = D^2 \cdot (1/\epsilon^{(e)} - 1/\epsilon^{(i)})/2, \quad (1)$$

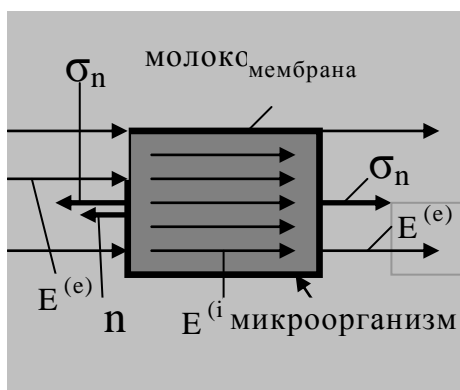


Рисунок 1 - Схема распределения электростатического поля вокруг и внутри микроорганизма

где σ_n - тензор механических напряжений на границе микроорганизма, $\epsilon^{(e)}$ - относительная диэлектрическая проницаемость среды вне бактерии, $\epsilon^{(i)}$ - относительная диэлектрическая проницаемость микроорганизма, ϵ_0 - диэлектрическая постоянная, D - величина вектора электрического поля ($D = \epsilon_0 \epsilon^{(i)} E^{(i)} = \epsilon_0 \epsilon^{(e)} E^{(e)}$).

В [1] показано, что электростатическое поле на границе сред с разной диэлектрической проницаемостью создает механическое напряжение, направленное нормально к поверхности раздела сред.

Оценка параметров механических напряжений, создаваемых электростатическим полем на поверхности мембраны микроорганизма.

Считаем, что $\epsilon^{(i)} \in [1, \infty]$. Тогда $\sigma_n \approx \frac{\epsilon_0 \epsilon^{(e)}}{2} E_x^{(e)2}$. Поскольку $\epsilon^{(e)} = 3$ [2], а величина напряженности электростатического поля, требуемого для разрыва микроорганизма, составляет от 10^3 кВ/м до 10^4 кВ/м (при этом $\sigma^{(i)} \in [10, 10^3]$ н/м²).

В [1] экспериментальным путем было показано, что при воздействии переменного электрического поля с напряженностью $E^{(e)} \approx 3 \cdot 10^3$ кВ/м происходит пастеризация молока. Этот факт подтверждает работоспособность предложенной в данной статье теоретической модели.

Реализация механизма пастеризации молока электростатическим полем. Схема устройства для холодной пастеризации молока показана на рис.2.

Одна из возможных конструкций устройства для холодной пастеризации молока представляет собой набор спеченных металлических шариков, подключенных к одному из электродов источника постоянного напряжения.

Молоко пропускают через заданный объем фильтра. При этом сама молочная среда соединена электрически с другим электродом источника напряжения. Вследствие наличия проводимости у молока и изолированности его от металлических шариков электрический потенциал в любой точке объема молока одина-

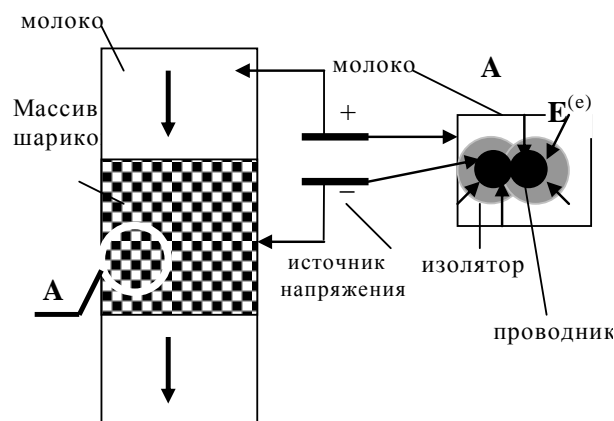


Рисунок 2 - Схема устройства для холодной пастеризации молока

ков. Следовательно, прохождение молока через фильтр будет осуществляться в условиях воздействия на него статического электрического поля $E^{(э)} \approx U/\Delta$, где U - напряжение источника, а Δ - толщина оксидной пленки. Следовательно, на частицы молока, находящиеся вблизи поверхности шариков, будет действовать механическое напряжение, определяемое соотношением (1), в результате чего будет осуществляться механическое разрушение микроорганизмов, содержащихся в молоке.

Заключение

1. Предложен способ электростатического воздействия на молоко с целью его обеззараживания и консервации, исключаяющий фактор термического воздействия и требующий минимума энергозатрат.
2. Предложена принципиальная схема устройства для холодной пастеризации молока.

Литература

1. Ганжа, В.Л. Энергосберегающая электроимпульсная технология пастеризации жидкотекучих пищевых продуктов/ В.Л. Ганжа, Г.М. Васильев, В.А. Васецкий.- Минск: ИТМО им. А.В.Лыкова НАНБ, 2003, 27с.
2. Ландау, Л.Д. Электродинамика сплошных сред/ Л.Д. Ландау, Е. М.Лифшиц -М: Наука, 1982, 661с.

УДК 635.21.077: 621.365

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР МАТЕРИАЛА ЭЛЕКТРОДОВ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯТОРА БЕЛКОВ КАРТОФЕЛЬНОГО СОКА

Дубодел И.Б., к.т.н., доцент, **Кардашов П.В.**, к.т.н., доцент, **Корко В.С.**, к.т.н., доцент
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Материал электродов должен обеспечивать надежный токоподвод к обрабатываемой массе, обладать высокой стойкостью к воздействию среды, отсутствием или безвредностью продуктов электролитического разложения. Критерием выбора послужили эрозионной стойкости и стоимость материала.

Задача исследования состояла в установлении зависимости скорости и характера эрозии материала электродов, работающих в картофельном соке, от плотности тока на них.

Исследовали электроды из стали марки Ст.3, 12Х18Н9Т и графита ГЭ в диапазоне плотности тока 440...1020 А/м². Образцы электродов размером 20×10×2 мм, изготовленных из листового материала, перед испытанием зачищали наждачной бумагой марки М16 и обезжировали в ацетоне /1/. Небольшие размеры образцов обусловлены необходимостью создания равномерной плотности тока на их поверхности.

Экспериментальная установка включала ячейку прямоугольной формы со сменными электродами, автотрансформатор, амперметр, вольтметр и потенциометр, с подключенной к нему термопарой для контроля за температурой.

Продолжительность испытания составляла 12 часов при температуре 50 °С. Через каждые 3 часа образцы изымали, очищали от коагулята и продуктов эрозии в горячей воде с последующей обработкой в 10% растворе NaOH, просушивали и взвешивали на весах с точностью до 10⁻³ г. Высокая точность при взвешивании вызвана небольшой массой образцов и времени испытаний.

Величину эрозии определяли по убыли массы [1]:

$$v = (m_0 - m_1)/(s\tau),$$

где v – скорость эрозии, г/(м²·ч); m_0 – первоначальная масса образца, г; m_1 – масса образца после удаления продуктов коррозии, г; s – поверхность образца до испытания, м²; τ – время испытания, ч.