

УДК 621.365:637.146.4

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИИ БЕЛКОВ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Кривовязенко Д.И., к.т.н.

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Беларусь*

Аннотация. Разработана технология, предназначенная для коагуляции белков молочной сыворотки путем электрокоагуляции. Технология может быть использован для коагуляции белков картофельного сока и некоторых других коллоидных сред.

Ключевые слова: параметры электрокоагуляции, молочная сыворотка, электроды, электрический коагулятор, технологические требования.

Постановка проблемы. Промышленное производство электрокоагуляторов белков молочной сыворотки, белков картофельного сока, других коллоидных растворов животного и растительного происхождения отсутствует [1,2]. Разработаны, но серийно не производят электрокоагуляторы бездиафрагменные (без мембран) для коагуляции и очистки стоков промышленных предприятий от разных химических загрязнений, например ионов хрома, нефти и других. Разработка технологической линии в, частности, конструкции электрокоагулятора требует решения ряда задач, одной из которой является определение технологических параметров при которых температура сыворотки не более 25...28 °С в зоне коагуляции.

Основные материалы исследования. Для подготовки технического задания и изготовления комплекта проектной документации на изготовление промышленного образца электрокоагулятора белков молочной сыворотки изготовлен упрощенный образец электрокоагулятора.

По результатам исследований сформулированы следующие технологические требования:

- дозировать количество электричества, протекающего через сыворотку в пределах 5000...7000 Кл/кг;
- поддерживать в заданном диапазоне напряженность электрического поля 500...700 В/м и плотность тока 100...120 А/м²;
- обеспечивать продолжительность обработки сыворотки в течение 1600...1800 с;
- не превышать температуру сыворотки более 25...28 °С;
- изменять *pH* показатель в анодной зоне от 4,6 до 3...4, в катодной от 3...4 до 8...10;
- выделять после коагуляции не менее 90 % белков.

Место электрокоагулятора в технологическом процессе – на трубопроводе, отводящем творожную сыворотку, после извлечения из нее творожной массы [3,4].

Электрический коагулятор (рис. 1, 2) состоит из корпуса К1, выполненного из винипласта марки ВНЭ, внутри которого установлен электрореактор Э1, предназначенный для электрокоагуляции белков сыворотки, содержит ряд других конструктивных элементов, обеспечивающих работу коагулятора: К2 – электропривод транспортера сбора пены; К3 – воздухопроводы слива осадка, остатков сыворотки, промывочного раствора; К5 – отверстие выхода пены из коагулятора; К6 – крышка коагулятора; К7, К8 – трубопроводы, подачи сыворотки в электрореактор и отвода обработанной сыворотки; К9 – камеры отстоя и сбора осадка; К10 – транспортер перемещения пены в

пеносборник; К11 – камера сбора пены. Корпус коагулятора усилен стальными уголками.

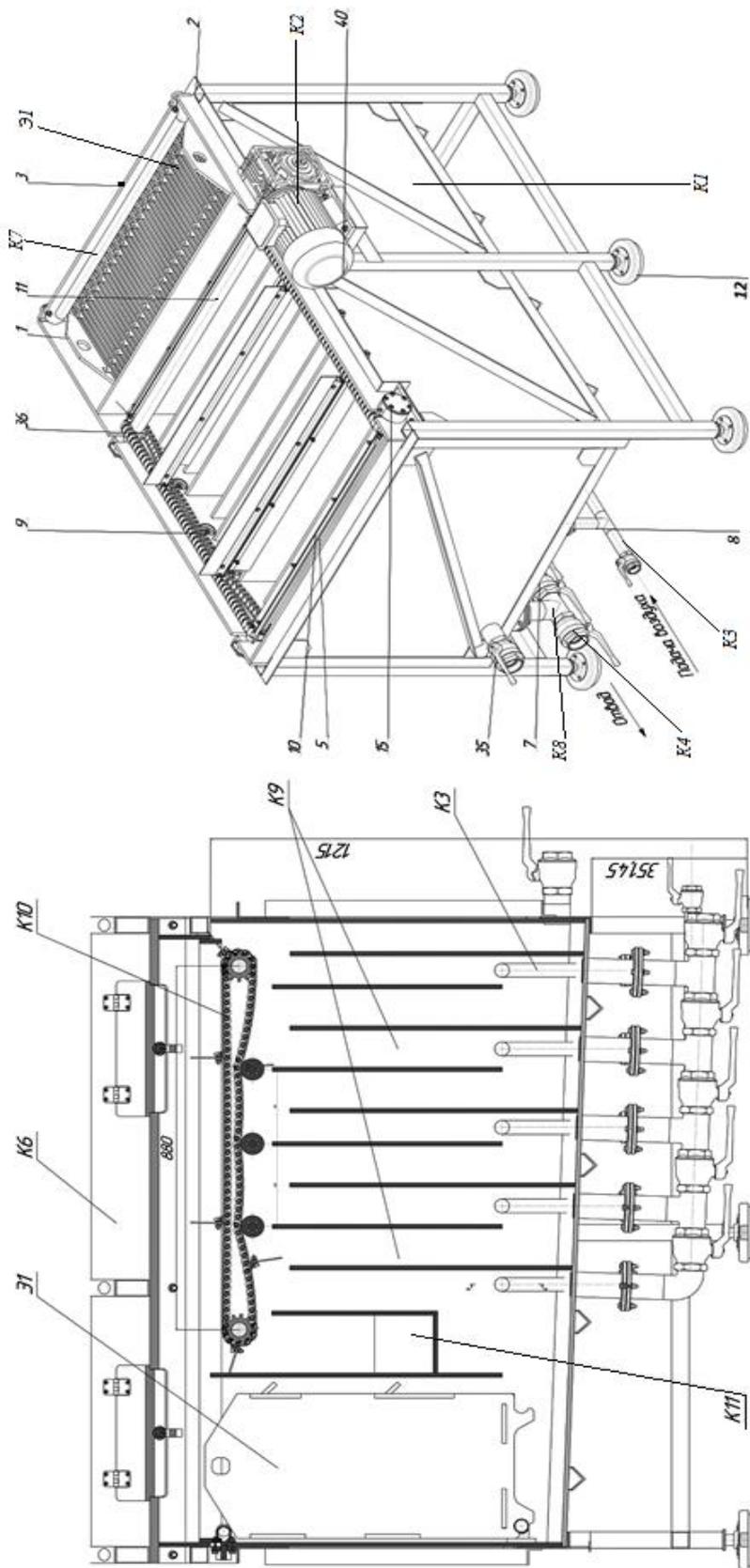


Рис. 1. – Разрезы электрокоагулятора: К7 – вход сыровотки в электрореактор Э1; К8 – выход обработанной сыровотки; К9 – камера отстоя; К10 – транспортер сбора пены; К11 – камера сбора пены

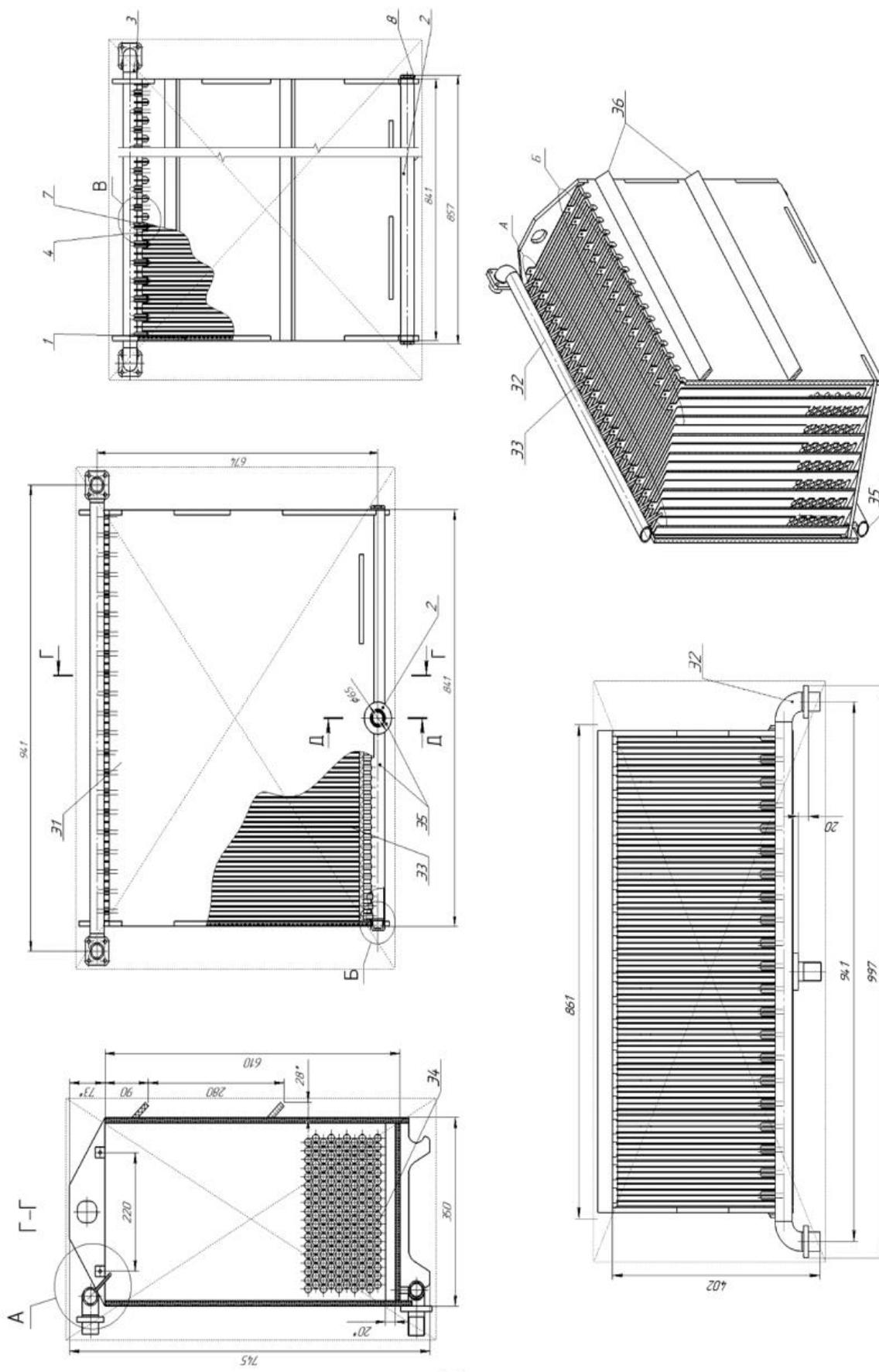


Рис. 2. – Внешний вид и разрезы электроэлектроактора: Э1 – электроэлектроактор; Э2 – труба подачи сыворотки; Э3 – электроэлектроакторная камера; Э4 – мембрана; Э5 – отверстие промывки электроактора; Э6 – направляющие слива сыворотки

Электрореактор Э1 (рис. 2), в котором коагулируют белки, включает: электродную камеру Э3; трубу подачи сыворотки Э2; мембраны, разделяющие анодную и катодную зоны Э4; трубу слива воды из электродной камеры после ее промыва Э5, направляющие слива сыворотки из реактора Э6.

Электрокоагулятор работает по следующей схеме. Молочная сыворотка поступает по трубе Э2 и распределительным трубкам в каждую анодную зону между анодом и мембраной (рис. 2). Опускается вдоль электрода и мембраны вниз, перетекает под мембраной в катодную зону, в которой поднимается вверх между мембраной и электродом – катодом. В этом движении сыворотка насыщается катионами в анодной зоне и анионами в катодной. Ее *pH* показатель изменяется от начального, равного 4,6...4,8 до переходного – 3...4 и далее растет до 8...10. Диапазон изменения *pH* охватывает все изоэлектрические точки, в которых белки коагулируют. Далее сыворотка вытекает из катодной зоны в коагулятор, в зону аэрации, флотации пены и отстоя осадка. Белок после коагуляции находится в пене и осадке. Сыворотка вместе с хлопьями белков перетекает из одной зоны аэрации в другую и далее. Хлопья белков в виде пены флотируются пузырьками воздуха вверх, где с помощью скребков транспортера попадают в пеноприемник К11 (рис. 1).

Тяжелые фракции белков оседают на дне флотационной камеры. Пену и осадок собирают в специальную емкость сбора. Для изготовления коагулятора белков молочной сыворотки разработан комплект конструкторской документации ЭКБ01.2020-КД.

Разработанный электрокоагулятор применим в других коллоидных средах. В дальнейшем необходимо изготовить опытный образец коагулятора и вмонтировать его в линию переработки сыворотки на одном из молочных заводов. Провести заводские испытания, необходимую модификацию и подготовить серийное производство электрокоагуляторов.

Таблица 1 – Техническая характеристика электрокоагулятора белков ЭКБ-1

Наименование показателей	Единицы измерения	Норма
1. Напряжение питающей сети	В	400/230, 50 Гц
2. Мощность номинальная	кВт	10
3. Производительность	т/ч	1,0
4. Напряжение на реакторе, пост. ток	В	12
5. Ток реактора	А	800
6. Продолжительность обработки	с	1600...1800
7. Расстояние между электродами	м	0,02
8. Габаритные размеры реактора		
длина	мм	1000
высота	мм	750
ширина	мм	350
9. Габаритные размеры коагулятора	мм	1500x1400x1600
10. Коагуляция белков	%	не менее 90

Выводы. Результаты испытаний способа и устройства электрокоагуляции белков молочной сыворотки подтверждают их технологическую, энергетическую и экономическую эффективность. При оптимальных параметрах электрокоагуляции выделение белка из сыворотки превышает 90 %, энергоемкость процесса ниже в 4...8 раз, в зависимости от сравниваемого способа.

Список использованных источников

1. Перспективы технологии переработки молочной сыворотки / И. В. Буянова [и др.] // Молочная промышленность. – 2019. – № 3. – С. 36-38.
2. International Whey Conference : papers from the 6rd conf., Chicago, 17–20 Sept. 2017 / American Dairy Products Institute ; ed.: S. Anema [et al.]. – Chicago : American Dairy Products Institute, 2017. – 397 p.
3. Храпцов А. Г. Инновационные разработки в использовании молочной сыворотки / А. Г. Храпцов // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 3. – С. 5–15.
4. Остриков А. Н. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 352 с.