

Держспоживстандарт України, 2007. – 21 с. **8.** *Сєногонова Л.І., Коваль І.В., Вдовенко Н.В.* Функціональні композиції спеціалізованих продуктів харчування спортсменів // Тези допов. XIV міжнар. наук. конгресу [«Сучасний олімпійський спорт і спорт для всіх»] Київ. 5-8 жовтня 2010. – К.: Нац. ун-т фіз. вихов. і спорту, 2010. – С. 579–580.

*Поступила в редколлегию 02.11.2011*

**УДК 577.4:658.382.3:628.31**

**Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ**, док. техн. наук., проф., НТУ «ХПИ», Харьков  
**В.В. БЕРЕЗУЦКИЙ**, док. техн. наук., проф., НТУ «ХПИ», Харьков

## **ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯТОР ФРАКЦИОНИРОВАННОГО КОАГУЛИРОВАНИЯ**

У статті приводиться короткий аналіз існуючих конструкцій апаратів (електрокоагуляторів) призначених для витягання з водних середовищ різних інгредієнтів і, на підставі цього, запропонований новий тип електрокоагулятора, в якому реалізовані теорія фракціонованої коагуляції і електрохімічного очищення води, які забезпечують ефективно вилучення домішок і зниження енерговитрат.

**Ключові слова:** Аналіз, апарати, електрокоагулятори, водні середовища, інгредієнти, фракціонована коагуляція, зниження енерговитрат.

В статье приводится краткий анализ существующих конструкций аппаратов (электрокоагуляторов) предназначенных для извлечения из водных сред различных ингредиентов и, на основании этого, предложен новый тип электрокоагулятора, в котором реализованы теория фракционированного коагулирования и электрохимической очистки воды, которые обеспечивают эффективное извлечение примесей и снижение энергозатрат.

**Ключевые слова:** Анализ, аппараты, электрокоагуляторы, водные среды, ингредиенты, фракционированное коагулирование, снижение энергозатрат.

In the article the short analysis of existent constructions of vehicles (electrocoagulators) is presented intended for extraction from the water environments of different ingredients and, on the basis of it, the new type of electrocoagulator, in which realized theory of fractionating coagulation and electrocleaning waters which provide effektivnoe extraction of admixtures and decline energo expenses is offered.

**Keywords:** Analysis, vehicles, electrocoagulators, water environments, ingredients, fractionating coagulation, decline energoexpenses.

Известно большое разнообразие электрохимических аппаратов и устройств, для очистки вод от примесей [1-4]. Известные конструкции и способы очистки не могут обеспечить высокоэффективное удаление примесей коллоидной степени дисперсности из воды, которые стабилизированы эмульгаторами. К таким категориям вод можно отнести промышленные эмульсии. Основным недостатком предлагаемых конструкций является то, что очищаемая жидкость подается непосредственно в камеру, где установлены электроды, что вызывает отложение масляной пленки на поверхности электродов, загрязнение электродного блока и ухудшает эффективность очистки. С целью повышения эффективности и снижения степени пассивации электродов электродные блоки конструктивно усложняются, что затрудняет их обслуживание и ремонт. С этой же целью повышения эффективности процесса очистки, исследователи применяют

электродные пластины различной геометрической формы при разном расположении относительно друг друга катодов и анодов и т.п. Все это не решает проблему создания высокоэффективного электрокоагуляционного аппарата. Перспективными являются конструкции электрокоагуляторов с отдельным вводом электролита и очищаемой воды [5,6].

На рисунке представлена схема универсального электрокоагулятора под условным названием «ЭКОС» (общий вид).

Нами был разработан принципиально новый аппарат, в котором получило развитие идея отдельного ввода очищаемой воды и электролита, но на более высоком уровне. Новая конструкция аппарата позволила разработать новый способ (фракционированного коагулирования) и технологию электрохимической очистки.

Электрокоагулятор включает реакторную камеру 4 с поперечными перегородками 5, в которых выполнены потоконаправляющие отверстия 6 (диаметр отверстий зависит от заданной производительности устройства) и

пеноотводящим желобом 13; щелевидный канал 3, соединяющий реакторную камеру 4 с отсеком 1, в котором расположены электродные пластины 2.

Под электродными пластинами 2 расположено распределительное устройство 10 ввода воды (электролита), выполненное в виде перфорированных по длине трубок. В реакторной камере расположены пат рубки ввода 7 и вывода очищаемой воды 9, а также патрубки отвода образующегося осадка 15, опорожнения камеры 12 и отсека с электродами 11. Для поддержания постоянного уровня, вода отводится через карман 8. Сдувание пены с поверхности жидкости в аппарате организовывается через трубу 14 с перфорацией по ее боковым поверхностям. Образующиеся электролизные газы удаляются из рабочей зоны с помощью вытяжного устройства 16.

Устройство работает следующим образом. До начала очистки, отсек 1 и реакторная камера 4 заполняются электролитом, после чего к электродам подводится напряжение, а через 5 мин. после подачи напряжения, включают подачу воды на очистку в реакторную камеру 4 через патрубков 7. Жидкость, через патрубков 7 попадает в первый отсек, образованный стенками реакторной камеры 4 и поперечными перегородками 5 (количество перегородок обычно 3 - 4). Из первого отсека очищаемая вода через потоко-направляющие отверстия 6 в перегородке 5 поступает в следующий отсек и так далее. При этом поток очищаемой воды n-1 раз пересекает плоский, вертикально восходящий из

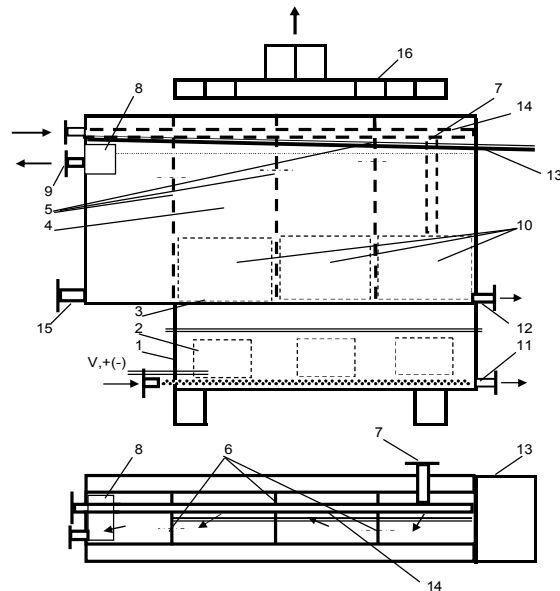


Рис. Электрокоагулятор фракционированного типа

электродного отсека 1 через щелевидный канал 3, поток газовых пузырьков с коагулянтom и электролитом.

Газовые пузырьки с коагулянтom образуются в результате процесса электролиза растворимых металлических электродов 2, количество которых определяется по известному выражению Фарадея [7]. Попадая в реакторную камеру 4, через щелевидный канал 3, частицы электрогенерированного коагулянта (в виде гидроксидов или оксигидратов металла) коагулируют загрязняющую воду дисперсную фазу, при этом образуются агрегаты соединений, которые флотируются пузырьками газа (водорода и кислорода) и потоком электролита вверх в пенный слой на поверхность жидкости, который по мере его накопления отводится из устройства с помощью пеноотводящего желоба 13 и пеносдувной трубки 14. Соединения, выпавшие в осадок, удаляются из аппарата через отводящий патрубок 15, патрубки опорожнения 11 и 12. Очищенная вода удаляется через карман 8 и патрубок 9. Выделившиеся электролизные газы отводятся из рабочей зоны устройства с помощью вытяжного устройства 16. Основным показателем, определяющим эффективность очистки и производительность устройства, является концентрация электрогенерированного коагулянта и время коагуляции. Концентрация электрогенерированного коагулянта зависит от времени электролиза и величины электрического тока (при условии выполнения электродов из однородных металлов). Величина электрического тока, в свою очередь, будет определяться коэффициентом выхода металла с поверхности электродных пластин, который зависит от числа Рейнольдса потока жидкости в межэлектродном пространстве, т.е. от гидродинамических особенностей потока жидкости в межэлектродных пространствах, что определяет скорость отвода продуктов анодного растворения от поверхности электродов. Это определяет необходимость создания наиболее благоприятных условий для эвакуации коагулянта из электродного блока, расположенного в отсеке под реакторной камерой. Увеличение скорости потока электролита между электродами способствует уменьшению концентрационной поляризации и напряжения.

Время от образования электрогенерированного коагулянта до его укрупнения и коагулирования мало по сравнению со временем полной коагуляции частиц загрязнений. Поэтому не целесообразно удалять реакторную камеру на значительное расстояние от электродов. Для увеличения эффективности процесса коагуляции необходимо выполнение условия  $C_k = f(C_3)$ , где  $C_k$  - концентрация электрогенерированного коагулянта в единице объема потока жидкости выходящего из отсека с электродами,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $C_3$  - концентрация загрязнений в единице потока очищаемой воды,  $\text{кг}/\text{м}^3$ . При решении этой задачи в проточных электрофлокоагуляторах необходимо варьировать расходом сточной воды, подаваемой на очистку и электролита, поступающего в реакторную камеру из отсека с электродами, или оставляя постоянными расходы изменять концентрацию электрогенерированного коагулянта, вырабатываемого в процессе электролиза в электродном отсеке. Необходимо при этом учитывать, что повышение концентрации коагулянта в потоке связано с увеличением затрат электроэнергии.

Вывод: разработан новый тип электрокоагулятора, в котором реализованы теория фракционированного коагулирования и электрохимической очистки воды, которые обеспечивают эффективное извлечение примесей и снижение энергозатрат.

**Список литературы:** 1. А.с. № 819064 СССР, МКИ С02F 1/46. Способ очистки сточных вод от масел / Гладкий А.И., Сокол Е.Я., Журков В.С., Сергеев В.Т. (СССР). – № 2556551/29-26; заявл.20.12.77; опубл.07.04.81, Бюл. №13. 2. А.с.№ 703511 СССР, МКИ С02С 5/04; С02С 5/12. Способ очистки сточных вод / Будиловский О.Я., Будрис Р.П., Добровольская П.П., Рыскин Е.Я. (СССР). – № 2567458/23-26; заявл.09.01.78; опубл. 15.12.79, Бюл.№ 46. –2с. 3. А.С.№ 1183457 СССР, МКИ С 02 F1/46. Аппарат для очистки жидкостей /Дмитриев В.Д., Новолавровский М.Б., Сулова И.А., Шапченко С.В. (СССР). – №3664257/23-26; заявл. 22.07.83; опубл. 07.10.85, Бюл.№37.– 2с. 4. А.с. № 1815937 А1 СССР, МКИ С02 F1/463. Устройство для электрохимической очистки сточных вод / Березуцкий В.В., Древаль А.Н., Есаулов С.М.(СССР). – №4344407/26; заявл. 15.12.87; Т. –2с.5. *Березуцкий В.В.* Аппарат для электрохимической очистки сточных вод Пат. №1691319 Российской Федерации. МКИ С02 F 1/463, №4452193/26; заявл. 04.07.88; опубл.15.11.91 Бюл. №42. 6. Апарат електрохімічного очищення стічних вод Патент на корисну модель №17651 / Березуцький В.В., Максименко О.А.; заявл. 07.03.2006 р. Надрук. 16.10.2006. Бюл. № 10.2006. 7. *Березуцький В.В.* Обеспечение безопасности при применении водных технологических эмульсий и растворов на производствах в металлообрабатывающих технологиях / В.В. Березуцкий – Харьков.: Факт, 2009 – 400 с.

*Поступила в редколлегию 06.11.2011*

**УДК 504.06 : 656.13**

***Н. В. ВНУКОВА***, канд. геогр. наук, доц., ХНАДУ, Харків

## **МЕТОДИКА ЕКСЕРГЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РІЗНИХ ВИДІВ ПАЛИВА**

В статті запропоновано методику ексергетичного аналізу технологічних процесів при розподілі енергії всіх видів для різних типів двигунів, яка погоджує технологічну схему процесу перетворення енергії (матеріальні потоки) з потоками енергії (ексергії) всіх форм.

**Ключові слова:** аналіз, технологічні процеси, паливо, ексергія.

В статье предложено методику эксергетического анализа технологических процессов при распределении энергии всех видов для разных типов двигателей, которая согласовывает технологическую схему процесса преобразования энергии (материальные потоки) с потоками энергии (эксергии) всех форм.

**Ключевые слова:** анализ, технологические процессы, топливо, эксергия.

In the article the method of exergy analysis of technological processes is offered at distributing of all kinds energy for the different types of engines, which coordinates the flow sheet of process of energy transformation (financial streams) with all forms energy streams (exergy).

**Key words:** analysis, technological processes, fuel, exergy.

### **1. Вступ**

Органічне паливо, яке використовується в транспортних енергетичних установках являє собою складну хімічну речовину і принциповий підхід до