

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

## ИССЛЕДОВАНИЕ СООТНОШЕНИЙ РАЗМЕРОВ СЕЧЕНИЙ В НАПРАВЛЯЮЩИХ ПОТОК ПЕРЕГОРОДКАХ И РАСХОДОВ ВОДНОЙ СРЕДЫ В ПРОТОЧНОМ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯТОРЕ

У статті приведені результати досліджень співвідношень розмірів перетинів в потік направляючих перегородках і витрат водного середовища в проточній електрокоагуляції при ламінарному характері руху потоку. Приведені вирази для розрахунку об'ємів і кількості камер в електрокоагуляції і експериментально визначено значення коефіцієнта  $\alpha$ , для масло водних технологічних середовищ, що містять, що дозволяє точніше розрахувати процеси мікро флотації при очищення їх від масел

**Ключові слова:** Розміри, перетини, перегородки, електрокоагуляція, масло, водне середовище, мікро флотація, очищення, критерій Кемпа, коефіцієнт.

В статье приведены результаты исследований соотношений размеров сечений в направляющих поток перегородках и расходов водной среды в проточном электрокоагуляторе при ламинарном характере движения потока. Приведены выражения для расчета объемов и количества камер в электрокоагуляторе и экспериментально определено значение коэффициента  $\alpha$ , для масло содержащих водных технологических сред, что позволяет более точно рассчитать процессы микро флотации при очистке их от масел.

**Ключевые слова:** Размеры, сечения, перегородки, электрокоагулятор, масло, водная среда, микро флотація, очистка, критерий Кэмп, коэффициент.

In the article the results of researches of correlations of sizes of sections are resulted in a stream sending partitions and charges of water environment in a running electro-coagulator at laminar character of motion of stream. Resulted expression for the calculation of volumes and amount of chambers in an electro-coagulator and the value of coefficient is experimentally certain  $\alpha$ , for oil of containing water technological environments that allows more exactly to expect processes micro flotation at cleanings them from oil.

**Keywords:** Sizes, sections, partitions, electro-coagulator, oil, water environment, микро флотація, cleaning, criterion of Kempa, coefficient.

Выполнение соединения отсека с электродами и реакторной камеры с расположенными в ней перегородками с направляющими поток отверстиями при помощи щелевидного канала, позволило осуществить фракционированное коагулирование, которое приводит к более полному коагулированию загрязнений и быстрому уплотнению оседающих частиц [1].

Задача: исследовать соотношение размеров сечений в направляющих поток перегородках и расходы водной среды в проточном электрокоагуляторе. Способ фракционированного коагулирования реализован пока только в аппаратах предлагаемой конструкции. Существенным условием эффективности процесса является режим ввода коагулянта. На улучшение этого режима направлен процесс фракционирования, реализация которого стала возможной благодаря применению перегородок, размещение в них средств перетока обрабатываемой воды в виде направляющих поток отверстий и щелевидного отверстия

(перегородки со щелевидным отверстием) электродного отсека. Конструкция перегородок представлена на рис. Размеры перегородок соответствуют поперечным размерам реакторной камеры. Основной расчетной величиной в перегородках являются отверстия. Влияние формы отверстия и напора на величину коэффициента расхода, не оказывает существенного влияния [249]. Учитывая то, что для тонкой перегородки коэффициент сжатия струи потока можно принять равным единице, также как и коэффициент Кориолиса (кинетической энергии) и приняв условно коэффициент сопротивления равным нулю, а также учесть то, что при этом коэффициент скорости будет равен единице, сечение направляющего потока отверстия ( $\omega$ , м<sup>2</sup>) определяется по выражению [2-4]

$$\omega = \frac{Q}{\sqrt{2 \cdot g \cdot H_c}}, \quad (1)$$

где  $Q$  - расход жидкости, м<sup>3</sup>/ч;  $H_c$  - высота столба жидкости над отверстием, м;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Необходимо учесть, что выражение (1) применяется при свободном истечении струи из тонкой перегородки.

Таблица. Соотношение размеров сечений в перегородках и расходов жидкости, при  $H_c = 0,8$  (размеры стороны квадратного сечения приведены в скобках)

Q, м <sup>3</sup> /ч	0,5	0,8	1,0	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5
$\omega$ , м <sup>2</sup>	0,126 (0,35)	0,2 (0,44)	0,252 (0,5)	0,378 (0,61)	0,454 (0,67)	0,5 (0,7)	0,55 (0,74)	0,631 (0,79)

Одновременно с выполнением фракционирующих функций перегородки задерживают на поверхности жидкости пену, которая затем отводится в пеноотводящий желоб. Выполнение отверстий в перегородках позволяет изменить направление потока жидкости, удлиняя при этом его путь и заставляя поток перемещающейся по реакторной камере жидкости несколько раз пересекать газо-коагуляционный поток - "стенку", образованную восходящим из электродного отсека потоком электролита с коагулянт.

Таким образом, зависимости сформулированные Дерягиным и приведенные в научной литературе [5-6], реализованы конструктивно, что и определило высокую эффективность

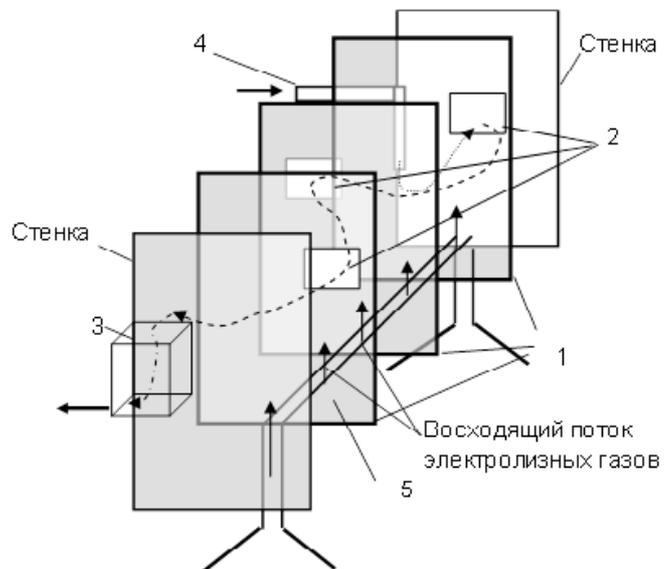


Рис. Схема перегородок в аппарате фракционированного коагулирования: 1 - перегородки; 2 - направляющие поток среды отверстия; 3 - карман отвода очищенной водной среды; 4 - патрубок подачи среды на очистку; 5 - щелевидный канал

описываемого процесса.

А именно, быстрое перемешивание, обеспечивающее высокую вероятность контакта коагулянта, пузырька электролизного газа и частицы примеси, растворенной в водной среде, с последующим далее переходом в ламинарный поток при значении числа Рейнольдса  $10^{-1}$ - $10^{-3}$  и менее, что обеспечивает оптимальные условия для коагулирования с последующим извлечением образованного комплекса из водной среды. Далее этот процесс повторяется в следующей камере и т.д.

Число перегородок определяется производительностью устройства. Каждый раз, когда пересекается "стенка" очищаемым потоком, из него извлекается часть загрязнений. Каждый из отсеков формирует объем обрабатываемой воды за отрезок времени равный 0,5 часа, что соответствует времени быстрого коагулирования. Исходя из этого объем одного отсека  $W_1$

$$W_1 = Q t, \quad (2)$$

где  $t$  - среднее время осаждения коагулированных частиц, ч (в нашем случае оно равно 0,5 ч). Следовательно, при расходе ( $Q$ ) равном  $1 \text{ м}^3/\text{ч}$  объем одного отсека должен быть равным  $0,5 \text{ м}^3$ .

Количество отсеков ( $n$ ) образованных перегородками в реакторной камере будет равно

$$n = \frac{V}{V_1} + 1, \quad (3)$$

где  $V$  - объем всей реакторной камеры аппарата;  $V_1$  - объем одного отсека (при условии, что отсеки равны между собой); 1 - добавочный отсек успокоения и отвода очищенной воды.

Теоретические исследования показали, что для успешного протекания процесса сближения и последующего прилипания твердой частицы или капельки нефтепродуктов к пузырьку определяющее значение имеет градиентная коагуляция, характеризующаяся градиентом скорости  $G$  [7-9]. Эффективность процесса при потенциальном режиме флотации, определяемом динамическим режимом потока жидкости пересекающего плотный восходящий поток электролизных газов, показала, что выбор безразмерного произведения  $GT$  (критерий Кэмп) для оценки гидродинамических условий микро флотации в водных технологических средах, содержащих масло, эффективная величина  $G = 60$ , а  $\alpha = 0,017$ . Реализуется это посредством размещения камер и направлением движущегося потока очищаемой жидкости и восходящего (флотирующего и коагулирующего) потока электролизных газов с электрогенерированным коагулянт. Расстояние, которое проходит поток очищаемой жидкости между направляющими поток отверстиями равно 0,5 м, линейная скорость потока  $(1-2) \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ . Если проанализировать отношение линейных скоростей потоков очищаемой жидкости и газовых пузырьков, то можно отметить соответствие его величины показателю  $\alpha$ , т.е.

$$V_{ж} = \alpha V_{э};$$
$$\alpha = V_{ж} / V_{э}$$
(4)

Скорость подъема газовых (электролизных) пузырьков, образующихся при электрокоагуляции, составляет  $(58 - 60) \cdot 10^{-3}$  м/с.

**Выводы:** в результате исследований установлены соотношения размеров сечений в направляющих поток перегородках и расходов очищаемой воды, при ламинарном характере течения потока жидкости;

-получены выражения для расчета объемов и количества камер в электрокоагуляторе;

-экспериментально определено значение коэффициента  $\alpha$ , для маслосодержащих водных технологических сред, что позволяет более точно рассчитать процессы микро флотации при очистки их от масел.

**Список литературы:** 1. *Березуцкий В.В.* Техногенная безопасность маслоэмульсионных вод / В.В. Березуцкий – Харьков: ХГПУ, – 1998. – 279 с. – (Монография). 2. *Березуцкий В.В.* Аппарат для электрохимической очистки сточных вод Пат. №1691319 Российской Федерации. МКИ СО2 F 1/463, №4452193/26; заявл. 04.07.88; опубл.15.11.91 Бюл. №42. 3. 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. 4. *Богомолов А.И.* Примеры гидравлических расчетов / А.И. Богомолов – М.: Транспорт, 1984.– 526 с. 5. *Кудрявцева Н.М.* Исследования в области поверхностных сил / Н.М. Кудрявцева, Дерягин Б.В. – М.:АН СССР, 1961. – 183 с. 6. *Дерягин Б.В.* Теория устойчивости коллоидов и тонких пленок / Дерягин Б.В. – М.: Наука, 1986. – 206 с. 7. *Пантелят Г.С.* Системы водоснабжения металлургических производств, исключаяющие сброс отработанных вод в водоемы: дис. докт.техн.наук: 05.23.04.- М., 1985. – 517 с. 8. *Пантелят Г.С.* Теоретические аспекты интенсификации очистки городских сточных вод / Г.С Пантелят., Эпоян С.М. – Водоснабжение и санитарная техника. – 1996. – № 10. – С. 11-12. 9. *Эпоян С.М.* Влияние параметров флокуляционного перемешивания на интенсификацию очистки городских сточных вод / С.М. Эпоян – Водоснабжение и санитарная техника. – 1997. – № 4. – С. 17-18.

*Поступила в редколлегию 15.02.2012*

**УДК 654.1: 621.39**

***І.О. МЕЗЕНЦЕВА***, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП», Харьков,  
***В.В. ГОРБЕНКО***, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХП», Харьков,  
***І.М. ЛЮБЧЕНКО***, ст. викл., НТУ «ХП», Харьков,  
***С.В. КОТЛЯРОВА***, ст. викл., НТУ «ХП», Харьков

## **ВПЛИВ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**

У статті розглядається вплив мобільного зв'язку на організм людини. Представлені показники, за якими регламентують безпеку стільникових телефонів у світі та у деяких країнах СНД. Показані найбільші та найменші значення коефіцієнту питомого поглинання для різних моделей мобільних телефонів. Наведені правила безпечного використання мобільних телефонів.

В статье рассматривается влияние мобильной связи на организм человека. Представлены показатели, по которым регламентируют безопасность сотовых телефонов в мире и в некоторых странах СНГ. Показаны наибольшие и наименьшие значения коэффициента удельного поглощения для разных моделей мобильных телефонов. Приведены правила безопасного использования мобильных телефонов.