



УДК 66.081.6

## ПРИМЕНЕНИЕ И РАСЧЕТ ОБЩЕГО ОБЪЕМА РАЗДЕЛЯЕМОГО РАСТВОРА В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ МЕМБРАННОМ АППАРАТЕ ПЛОСКОКАМЕРНОГО ТИПА

•••••

## APPLICATION AND CALCULATION OF THE TOTAL VOLUME OF THE SEPARABLE SOLUTION IN A FLAT CHAMBER-TYPE ELECTROCHEMICAL MEMBRANE APPARATUS

**Коновалов Дмитрий Николаевич**

старший преподаватель кафедры  
«Техника и технологии автомобильного транспорта»,  
Тамбовский государственный технический университет  
kdn1979dom@mail.ru

**Ковалев Сергей Владимирович**

доктор технических наук, доцент,  
профессор кафедры «Механика и инженерная графика»,  
Тамбовский государственный технический университет  
sseedd@mail.ru

**Шель Евгения Юрьевна**

аспирант кафедры «Механика и инженерная графика»,  
Тамбовский государственный технический университет  
geometry@mail.nnn.tstu.ru

**Луа Пепе**

аспирант кафедры «Механика и инженерная графика»,  
Тамбовский государственный технический университет  
geometry@mail.nnn.tstu.ru

**Аннотация.** В работе представлено перспективное конструктивное решение для электробаромембранного разделения растворов, находящее применение в химических, машиностроительных (гальванических) и агрохимических производствах. Использование разработанной конструкции аппарата позволяет увеличить производительность процесса разделения растворов.

**Ключевые слова:** разделение, раствор, аппарат.

**Konovalev Dmitriy Nikolaevich**

Senior lecturer at the Department of Motor  
Transport Engineering and Technology,  
Tambov State Technical University  
kdn1979dom@mail.ru

**Kovalev Sergey Vladimirovich**

Doctor of Engineering, Associate Professor,  
Professor of the Department of Mechanics  
and Engineering Graphics,  
Tambov State Technical University  
sseedd@mail.ru

**Schel Yevgenia Yurievna**

Postgraduate of the Department of  
Mechanics and Engineering Graphics,  
Tambov State Technical University  
geometry@mail.nnn.tstu.ru

**Lua Pepe**

Postgraduate of the Department of Mechan-  
ics and Engineering Graphics,  
Tambov State Technical University  
geometry@mail.nnn.tstu.ru

**Annotation.** The paper presents a promising design solution for electrobaromembrane separation of solutions, which is used in chemical, engineering (galvanic) and agrochemical industries. The use of the developed device design allows increasing the productivity of solution separation process.

**Keywords:** separation, solution, apparatus.

**В**остребованность отечественной и зарубежной промышленностью современных методов обработки промышленных растворов и частичный возврат ценных переносимых заряд компонентов раствора (катионов, анионов) всегда является актуальной, так как ресурсы нашей планеты ограничены.

Использование современных электрохимических мембранных методов разделения, очистки и концентрирования технологических растворов, являющихся электролитами, ограничено из-за того, что подобные технологии требуют изучения кинетики процесса, структурных характеристик полупроницаемых мембран, современного конструктивно-технологического оформления подобных процессов и использования современного методического подхода к математическому описанию конструктивно-технологических параметров устройств для их осуществления.

Одним из основных этапов предлагаемого методического подхода к разработке математического описания конструктивно-технологических характеристик электробаромембранного аппарата плоскокамерного типа для разделения промышленных растворов гальванических линий и производств минеральных удобрений является разработка перспективных конструктивных решений в области электрохимического мембранного разделения технологических растворов гальванических линий и производств минеральных удобрений, а также математический расчет объема камер для электробаромембранного разделения технологических растворов исследуемых производств, основанный на геометрии аппарата.



Перспективная конструкция электробаромембранного аппарата представлена в патенте [1].  
Схема к расчету общего объема разделяемого раствора представлена на рисунке 1.

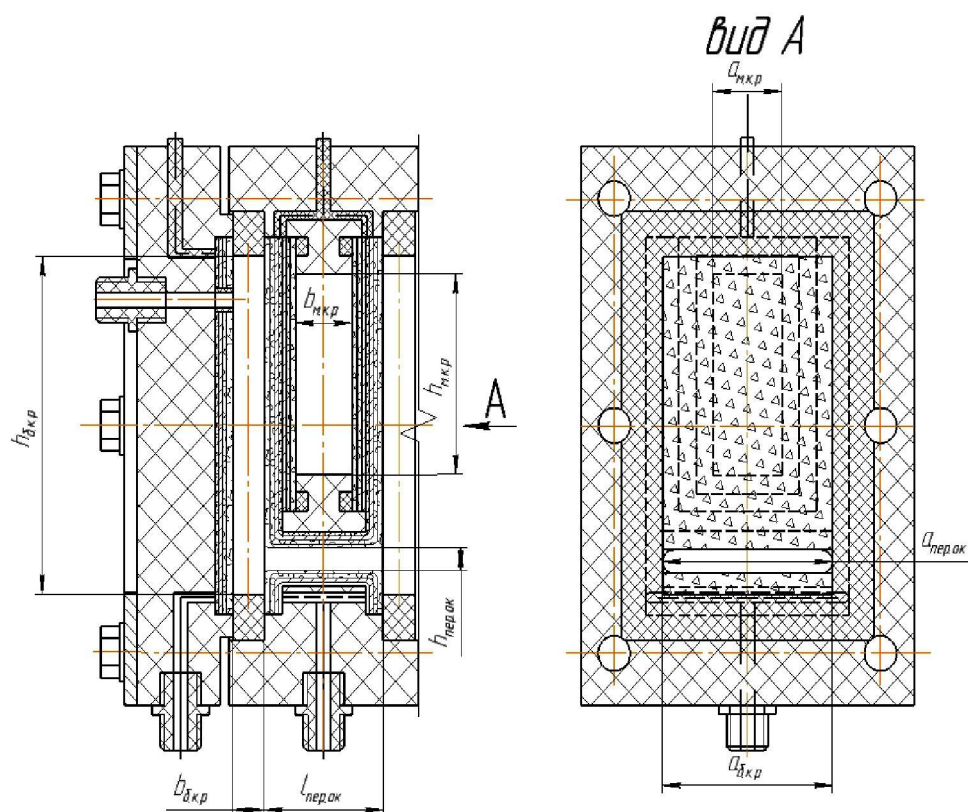


Рисунок 1 – Схема к расчету общего объема

Расчет общего объема разделяемого раствора в электрохимическом мембранном аппарате плоскокамерного типа производится в следующей последовательности.

Общий объем разделяемого раствора в аппарате плоскокамерного типа определяется по формуле:

$$V_{\text{общ}} = n_{\text{б.к.р}} V_{\text{б.к.р}} + n_{\text{м.к.р}} V_{\text{м.к.р}} + n_{\text{пер.ок}} V_{\text{пер.ок}}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{б.к.р}}$  – объем большой камеры разделения раствора,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{м.к.р}}$  – объем малой камеры разделения раствора,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{пер.ок}}$  – объем переточного окна,  $\text{м}^3$ ;

$n_{\text{б.к.р}} = 6$  – количество больших камер разделения (для 5-ти камер корпуса аппарата), ед.;

$n_{\text{м.к.р}} = 5$  – количество малых камер разделения (для 5-ти камер корпуса аппарата), ед.;

$n_{\text{пер.ок}} = 5$  – количество переточных окон (для 5-ти камер корпуса аппарата), ед.

Объем большой камеры разделения раствора определяется по формуле:

$$V_{\text{б.к.р}} = a_{\text{б.к.р}} b_{\text{б.к.р}} h_{\text{б.к.р}}, \quad (2)$$

где  $a_{\text{б.к.р}}$ ,  $b_{\text{б.к.р}}$  и  $h_{\text{б.к.р}}$  – ширина, глубина и высота малой камеры разделения раствора, соответственно, м.

$$V_{\text{м.к.р}} = a_{\text{м.к.р}} b_{\text{м.к.р}} h_{\text{м.к.р}}, \quad (3)$$

где  $a_{\text{м.к.р}}$ ,  $b_{\text{м.к.р}}$  и  $h_{\text{м.к.р}}$  – ширина, глубина и высота малой камеры разделения раствора, соответственно, м.

$$V_{\text{пер.ок}} = a_{\text{пер.ок}} h_{\text{пер.ок}} l_{\text{пер.ок}}, \quad (4)$$

где  $a_{\text{пер.ок}}$ ,  $l_{\text{пер.ок}}$  и  $h_{\text{пер.ок}}$  – ширина, длина и высота переточного окна, соответственно, м.



Подставляя значения и формулы (2), (3) и (4) в формулу (1), получим:

$$V_{\text{общ.}} = 6a_{\text{б.к.р.}}b_{\text{б.к.р.}}h_{\text{б.к.р.}} + 5a_{\text{м.к.р.}}b_{\text{м.к.р.}}h_{\text{м.к.р.}} + 5a_{\text{пер.ок.}}h_{\text{пер.ок.}}l_{\text{пер.ок.}} \quad (5)$$

Результаты расчета объема камер разделения разработанного электробаромембранного аппарата представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Результаты расчета общего объема и объемов камер разделения разработанного электробаромембранного аппарата

Аппарат плоскокамерного типа	Параметр, м <sup>3</sup>			
	$V_{\text{б.к.р.}}$	$V_{\text{м.к.р.}}$	$V_{\text{пер.ок.}}$	$V_{\text{общ.}}$
представленный в данной работе	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$0,7 \cdot 10^{-4}$	$0,5 \cdot 10^{-4}$	$16,2 \cdot 10^{-4}$

На разработанной конструкции электробаромембранного аппарата плоскокамерного типа без наложения электрического поля можно проводить баромембранные процессы, например обратный осмос, нанофильтрацию, ультрафильтрацию и микрофильтрацию.

### Литература:

1. Пат. 2689617 Российская Федерация МПК В01Д 61/42, В01Д 61/14. Электробаромембранный аппарат плоскокамерного типа / С.И. Лазарев, С.В. Ковалев, Д.Н. Коновалов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет». – № 2018128895; заявл. 06.08.2018; опубл. 28.05.2019, Бюл. № 16. – 16 с.: ил.

### References:

1. Pat. 2689617 Russian Federation IPC B01D 61/42, B01D 61/14. Electrobarometric membrane apparatus of the chamber type / S.I. Lazarev, S.V. Kovalev, D.N. Konovalov; Applicant and patent holder of Tambov State Technical University. – No. 2018128895; declared 08/06/2018; publ. 05/28/2019, Bull. № 16. – 16 p.: Ill.