

УДК 577.4:658.382.3:628.31

*У статті досліджені гідродинамічні параметри потоку води в ємності зі встановленою плоскою стінкою (перегородкою) з виконанням в ній отвором і визначені варіанти виконання промислового зразка*

*Ключові слова: гідродинаміка, потік, апарат, електрокоагулятор, перегородка, плоска стінка*

*В статье исследованы гидродинамические параметры потока воды в емкости с установленной плоской стенкой (перегородкой), с выполненным в ней отверстием и определены варианты выполнения промышленного образца*

*Ключевые слова: гидродинамика, поток, аппарат, электрокоагулятор, перегородка, плоская стенка*

*In the article the hydrodynamic parameters of the water flow in the tank with a fixed plane wall (barrier), with satisfied a hole in it are researched and the options for the implementation of the industrial sample are identified*

*Keywords: hydrodynamics, flow, device, electrocoagulator, barrier, plane wall*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЕЙ ЖИДКОСТИ В ЗАТОПЛЕННОЙ ПЛОСКОЙ СТЕНКЕ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯТОРА

**В. В. Березуцкий**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

Кафедра охраны труда и окружающей среды  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, 61002

**Цель** – определить зависимость между площадью сечения отверстия и высотой столба жидкости над отверстием в стенке (перегородке) электрокоагулятора; влияние этих факторов на уровни жидкости в емкостях, образованных плоскими стенками в реакторной камере электрокоагулятора.

**Задачи** – исследовать гидродинамические параметры потока воды в емкости с установленной плоской стенкой (перегородкой) с выполненным в ней отверстием и найти вариант выполнения промышленного образца, удовлетворяющего требованиям ламинарности потока и созданием условий эффективного контакта частиц для их реагирования и коагулирования. Для проведения эксперимента и изготовления лабораторной установки, было выполнено нахождение инвариантов подобия промышленной и лабораторной установки [1]. Одним из таких инвариантов подобия является отношение площади сечения отверстия в плоской стенке (перегородки) ( $\omega$ , м<sup>2</sup>) к площади всей плоской стенке (перегородки) ( $\Omega$ , м<sup>2</sup>). Отношение выбиралось на основном уровне варьирования. Исходя из квадратного сечения отверстия в плоской стенке промышленной установки, со стороной **a** равной 0,15 (м), площадь отверстия в сечении будет равна 0,0225 (м<sup>2</sup>). Площадь плоской стенки, в промышленном аппарате будет равна 0,8\*1= 0,8 (м<sup>2</sup>). Исходя из этих данных, инвариант подобия будет равен

$$i_j = \frac{\omega}{\Omega} = \frac{\omega_a}{\Omega_a} = 0,028 \quad (1)$$

Исходя из найденного инварианта геометрического подобия, была определена площадь сечения отверстия, в плоской стенке лабораторной установки с площадью  $\Omega_a = 0,13*0,15 = 0,0195$  (м<sup>2</sup>):  $\omega_a = 0,0195*0,028 = 0,00056$  (м<sup>2</sup>). Исходя из определенной площади сечения отверстия в плоской стенке и выполнения отверстия в виде квадрата, была определена сторона квадрата, а именно – 0,023 (м).

В качестве критериев эксперимента были выбраны площадь сечения отверстия  $\omega$ , м<sup>2</sup> и высота столба жидкости над отверстием в стенке  $h_1$ , м. (направление от поверхности жидкости). Так как сечение отверстия выполнено в виде квадрата, то как критерий варьирования выбрана сторона квадрата **a**, м. Основной уровень и интервалы варьирования приведены в табл. 1, которые выбирались на основе выполненных исследований и анализа промышленных эмульсий. Результат полного факторного эксперимента типа 2<sup>2</sup>, реализованного в соответствии с матрицей планирования эксперимента, приведены в табл.2.

Таблица 1

Основной уровень и интервалы варьирования

Уровни	Факторы	
	a, 10 <sup>-2</sup> м (X <sub>1</sub> )	$\frac{\omega}{\Omega}$ , h <sub>1</sub> , 10 <sup>-2</sup> м, (X <sub>2</sub> )
Основной уровень	2	7,5
Интервалы варьирования	1	3,75
Верхний уровень (+1)	3	3,75
Нижний уровень (-1)	1	11,25

Таблица 2

Кодированные и натуральные значения факторов эксперимента

№ опыта	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Натуральные значения		Y <sub>1</sub> , 10 <sup>-3</sup> м	Y <sub>2</sub> 10 <sup>-3</sup> м	Y <sub>2</sub> 10 <sup>-3</sup> м	Y, 10 <sup>-3</sup> м	Y <sup>2</sup> , 10 <sup>-3</sup> м
			a	h					
1	+1	+1	3	3,75	1,3	1,5	1,4	1,4	1,54
2	-1	+1	1	3,75	1,1	1,0	1,2	1,1	1,21
3	+1	-1	3	11,25	1,8	1,7	1,9	1,8	3,24
4	-1	-1	1	11,25	0,7	0,6	0,6	0,6	0,36
Σ								3,75	6,35
0	0	0	2	7,5	0,5	0,6	0,5	0,5	

Натуральные величины факторов, при проведении эксперимента, соответственно заменены кодированными их значениями. Воспроизводимость опытов проверена путем постановки параллельных опытов на основном уровне. Воспроизводимость опытов определена по критерию Кохрена [2,3], расчетное значение которого равно

$$G_p = \frac{\max Y_i^2}{\sum_{i=1}^{n_0} Y_i^2} = \frac{3,24}{6,35} = 1,51 \quad (3)$$

Соответственно табличное значение критерия Кохрена при числе степеней свободы  $f = k - 1 = 1$  и уровня значимости  $\alpha = 0,05$  равно  $G = 0,9985$  [2]. Так как расчетный критерий Кохрена не превышает значения табличного, то однородность дисперсий подтверждается. Следовательно, опыты считаются воспроизводимыми. Математическую модель процесса записываем в виде следующего уравнения регрессии

$$\hat{Y} = B_0 X_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{12} X_1 X_2 \quad (4)$$

где  $b_i$  - коэффициенты уравнения регрессии.

Математическая модель процесса приобретает следующий вид

$$\hat{Y} = 1,25 + 0,375X_1 + 0,25X_2 - 0,225X_1X_2 \quad (5)$$

Уравнение адекватно и полученный полином достоверно описывает математическую зависимость входящих в него факторов.

Относительная ошибка измерений не превышает 3%, что можно считать допустимым при данных исследованиях. Расчеты выполнены с помощью электронных таблиц программы Microsoft Excel.

Вывод - наименьшее значение уровня  $h$  отмечается при наименьшем размере стороны квадрата сечения в плоской стенке и наибольшей высоте столба жидкости.

Необходимо определить зависимость уровня  $h$  от размещения уровня отвода жидкости из емкости ее истечения. На рис.1 представлена схема размещения отверстий в следующем эксперименте. Скорость истечения потока 1л за 6,7 с, т.е. 0,5 м<sup>3</sup> за 1 час. На рис. 2 приведены результаты проведенных экспериментов в виде графических и математических зависимостей.

Вывод: исходя из полученных результатов исследований, необходимо выполнять заглабление отверстия в затопленной стенке на отметке 6,6 10<sup>-2</sup> м, для отверстия с размером стенки в квадратном сечении 2 10<sup>-2</sup> м.

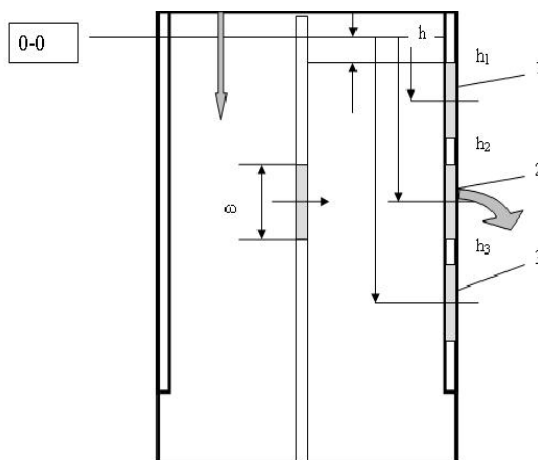


Рис. 1. Схема лабораторной установки по определению зависимости размещения отверстия истечения воды и отверстия в плоской стенке.

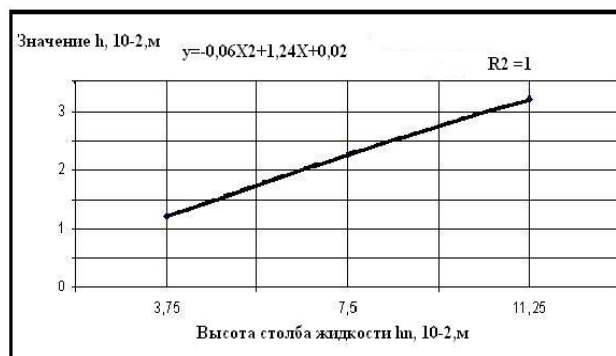


Рис. 2. Зависимость размещения отверстия истечения воды и отверстия в плоской стенке на изменение уровня жидкости в реакторной камере.

Таблица 3

Натуральные значения факторов эксперимента по определению зависимости размещения отверстия истечения воды и отверстия в плоской стенке

№ опыта	X 10 <sup>-2</sup> м	У1, 10 <sup>-2</sup> м	У2, 10 <sup>-2</sup> м	У3, 10 <sup>-2</sup> м	У 10 <sup>-2</sup> м	У <sup>2</sup> 10 <sup>-4</sup> м <sup>2</sup>
1	3,75	1,1	1,2	1,3	1,2	1,44
2	7,5	2,2	2,3	2,3	2,26	5,1
3	11,25	3,1	3,2	3,31	3,2	10,24
Σ						16,78

**Общие выводы**

Исследованы гидродинамические параметры пою тока воды в емкости с установленной плоской стенкой

(перегородкой) с выполненным в ней отверстием и определены варианты выполнения промышленного образца, удовлетворяющего требованиям ламинарности потока и создания условий эффективного контакта частиц для их реагирования и коагулирования в аппарате (электрокоагуляторе).

**Литература**

1. Березуцкий В.В. Обеспечение безопасности при применении водных технологических эмульсий и растворов на производствах в металлообрабатывающих технологиях / В.В. Березуцкий – Харьков.: Факт, 2009 – 400 с.
2. Основы научных исследований / [Глушенко И.М., Пинскер А.Е., Полянчиков О.И., Трикила А.И.] – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 158с.
3. Бондарь А.Г. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии (алгоритмы и примеры) / Бондарь А.Г., Статюха Г.А., Протяженко И.А. – К.: Вища школа, 1980. – 264 с.

УДК 628.54:691.32

# ВИКОРИСТАННЯ ВІДСІВІВ ГРАНІТНОГО ЩЕБЕНЮ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТОВАРНОГО БЕТОНУ

**О.І. Іваненко**

Кандидат технічних наук, доцент\*  
Контактний тел.: (044) 454-91-40, 098-111-61-11  
E-mail: m.gomelya@kpi.ua

**К.О. Кравченко**

Студентка\*  
Контактний тел.: 063-071-54-75  
E-mail: 20Katjunja07@rambler.ru

**М.М. Вірник**

Студентка\*  
Контактний тел.: 093-605-72-59

**А.І. Титюк**

Студент  
\*Кафедра екології та технології рослинних полімерів  
Національний технічний університет України  
„Київський політехнічний інститут”  
пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056  
Контактний тел.: 063-583-49-34

*Досліджена можливість використання відсівів гранітного щебеню в якості дрібного заповнювача для товарного бетону. Визначені морозостійкість, міцність на стиск та водонепроникність зразків бетону. Гарантовано отримання будівельних виробів підвищеної міцності та надійності*

**Ключові слова:** відсів, щебень, бетон

---

*Исследована возможность использования отсевов гранитного щебня в качестве мелкого заполнителя для товарного бетона. Определены морозоустойчивость, прочность на сжатие и водонепроницаемость образцов бетона. Гарантировано получение строительных изделий повышенной прочности и надежности*

**Ключевые слова:** отсев, щебень, бетон

---

*The opportunity of use of granite rubble siftings is shown as small-sized aggregate for commercial concrete. The frost resistance, compression strength and water resistance of samples of concrete are determined. The reception of building products of the raised compression strength and reliability is guaranteed*

**Keywords:** sifting, rubble, concrete