

Бальчугов Алексей Валерьевич,

д.т.н., профессор кафедры МАХП, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: balchug@mail.ru

Бадеников Артем Викторович,

к.т.н., ректор, Ангарский государственный технический университет, e-mail: rector@angtu.ru

Баранова Альбина Алексеевна,

к.т.н., доцент кафедры ПГС, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: baranova2012aa@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕДИМЕНТАЦИИ ЧАСТИЦ ПЕСКА В ТУРБУЛЕНТНОМ РЕЖИМЕ

Balchugov A.V., Badenikov A.V., Baranova A.A.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE SEDIMENTATION PROCESS SAND PARTICLES IN TURBULENT REGIME

Аннотация. Выполнены экспериментальные исследования процесса седиментации одиночных частиц песка в турбулентном режиме. Получено критериальное уравнение для расчета скорости осаждения одиночных частиц песка.

Ключевые слова: седиментация, эксперимент, критериальное уравнение.

Abstract. Experimental studies of the process of sedimentation of single sand particles in turbulent mode have been carried out. A criterion equation was obtained for calculating the sedimentation rate of single sand particles.

Keywords: sedimentation, experiment, criterion equation.

Процессы седиментации широко используются в химической и строительной промышленности для очистки сточных вод от взвешенных частиц примесей. Целью экспериментальных исследований является получение критериального уравнения для расчета скорости осаждения частиц песка в турбулентном режиме в промышленных отстойниках.

В работе [1] методом анализа размерностей получен общий вид критериального уравнения для процесса седиментации:

$$Re = n \cdot Ar^m, \quad (1)$$

где Re – критерий Рейнольдса; Ar – критерий Архимеда; n , m – коэффициенты, значения которых определяются экспериментально.

Критерий Рейнольдса при седиментации:

$$Re = \frac{w_{ос} \cdot d_{ср} \cdot \rho_{ж}}{\mu_{ж}},$$

где $w_{ос}$ – скорость осаждения, м/с; $d_{ср}$ – средний объемно-поверхностный диаметр частиц песка, м; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м³; $\mu_{ж}$ – динамический коэффициент вязкости жидкости, Па·с.

Критерий Архимеда:

$$Ar = \frac{g \cdot d_{ср}^3 \cdot (\rho - \rho_{ж}) \cdot \rho_{ж}}{\mu_{ж}^2},$$

где ρ – истинная плотность частиц песка, кг/м³.

Эксперименты (табл. 1, рис. 1) проведены при следующих условиях: высота слоя воды $h=0,4$ м; температура воды $t=20$ °С; средний объемно-поверхностный диаметр частиц песка $d_{cp}=0,0028-0,0043$ м; истинная плотность частиц песка $\rho=2650$ кг/м³.

Таблица 1 – Данные по седиментации одиночных частиц песка в воде

№ п/п	$d_{cp}, м$	$\tau, с$	$w, м/с$	Re	Ar
1	0,0043	1,25	0,320	1265	1085911
2	0,0038	1,32	0,303	1057	747314
3	0,0031	2,17	0,184	522	400391
4	0,0029	1,97	0,203	543	337572
5	0,0028	1,71	0,234	606	306903
6	0,0032	1,84	0,217	631	431177
7	0,0040	1,31	0,305	1126	882886
8	0,0040	1,51	0,265	977	882886
9	0,0032	1,64	0,244	726	465202
10	0,0032	1,97	0,203	605	465202
11	0,0032	1,96	0,204	597	442139
12	0,0033	1,77	0,226	697	516374
13	0,0040	1,51	0,265	977	882885
14	0,0032	2,16	0,185	542	442139

Из анализа экспериментальных данных следует, что процесс осаждения одиночных частиц песка в воде проходил в турбулентном режиме ($Re>500$).

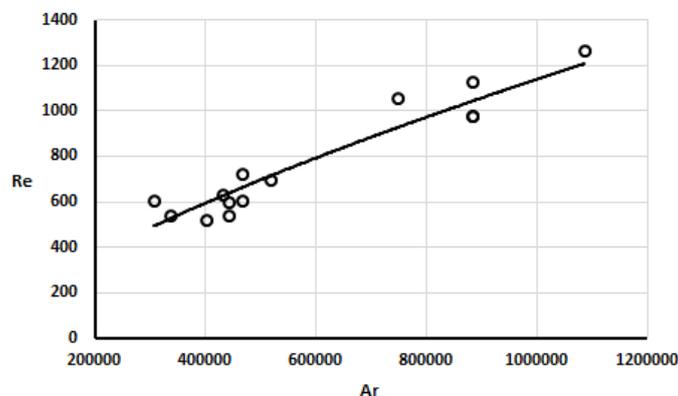


Рисунок 1 – Критериальная зависимость седиментации крупных частиц песка

Критериальное уравнение, соответствующее графику, представленному на рисунке 1, имеет вид:

$$Re = 0,0627 \cdot Ar^{0,7099} \quad (2)$$

Величина достоверности аппроксимации уравнения (2) составляет 0,9118. Уравнение (2) можно использовать при разработке промышленных отстойников, предназначенных для очистки сточных вод от крупных частиц песка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бальчугов А.В., Бадеников А.В., Баранова А.А. Критериальное уравнение процесса седиментации в переходном режиме // Вестник Ангарского государственного технического университета. – 2023. – С. 53-56.