

УДК 628.345

Моделирование фильтрационного осветления

Калистратова Алина Александровна

kalistratova@bmstu.ru

SPIN-код: 8011-8932

Козодаев Алексей Станиславович

kozodaev@bmstu.ru

SPIN-код: 7802-8001

Могилина Александра Сергеевна

mogilina@bmstu.ru

SPIN-код: 3597-1742

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены классические и современные математические модели процесса фильтрационного осветления воды. Проанализированы ключевые подходы к описанию механизма удержания взвешенных веществ в фильтрующем слое. Показано, что существующие модели, несмотря на прогресс в описании физики процесса, остаются эмпирическими и требуют определения коэффициентов экспериментальным путем для конкретных условий. Сделан вывод о необходимости дальнейшего совершенствования моделей для прямого учета интенсифицирующих факторов, таких как контактная коагуляция.

Ключевые слова: фильтрационное осветление, контактная коагуляция, модель Ивасаки, модель Минца, модель Веницианова

Введение. Процессы фильтрования могут быть интенсифицированы за счет добавления в систему адсорбционных или коагуляционных процессов. В этом случае загрязняющие вещества более эффективно улавливаются за счет сил адгезии, возникающих в системе. Математическая модель, позволяющая моделировать такие процессы, может быть разработана на основе существующих моделей фильтрационного осветления.

Методы и материалы; результаты. Классической моделью фильтрации является эмпирическая модель Ивасаки [1], отображающая зависимость концентрации загрязняющего вещества в слое фильтрующей среды от глубины слоя. Согласно модели, в фильтрующей среде присутствует лишь механизм задерживания частиц загрязнения на поверхности контактной загрузки. Коэффициент фильтрации, включенный в модель, зависит от условий протекания процессов фильтрации. Он остается эмпирическим и не может быть определен путем математического моделирования.

Проведенные исследования [2, 3] доказывают, что помимо процессов осаждения загрязняющего вещества в фильтрующем слое имеют место быть процессы вторичного уноса осевшего загрязнителя. Впервые такой подход был предложен Д.М. Минцем. В его модель введены коэффициенты, учитывающие интенсивность вторичного уноса и осаждение осадка в элементарном слое, которые зависят от свойств осадка, свойств взвести и размера зерен загрузки [4]. На основании модели Д.М. Минца Е.В. Веницианов предложил

свою модель фильтрации, основанную на результатах исследования структуры потока в глобулярном слое [5]. Система уравнений включает коэффициенты, зависящие от характера загрязнителя, осадка и загрузки, и определяющиеся в предварительных экспериментах. Модель может быть использована для расчета процессов контактной коагуляции, при этом интенсификация процессов улавливания взвеси в загрузке закладывается в эмпирических коэффициентах массопереноса. Однако любое изменение условий проведения процесса очистки будет требовать проведения дополнительной серии экспериментов. Это требует совершенствования модели и отдельного учета коагуляционных процессов в системе уравнений.

Заключение. Постепенное совершенствование базовых моделей позволяет снизить количество параметров, определяемых экспериментально. В частности, совершенствование существующих моделей расчета фильтрационного осветления может позволить учесть наличие эффекта коагуляции в слое загрузки, и как следствие, позволит проводить расчет аппаратов, работающих на основе принципа контактной коагуляции.

Список источников

- [1] Nieć J., Spychała M., Zawadzki P. New approach to modelling of sand filter clogging by septic tank effluent. *Journal of Ecological Engineering*, 2016, vol. 17, pp. 97–107. <https://doi.org/10.12911/22998993/62296>
- [2] Mintz D.M. Modern theory of filtration. *International Water Supply Congress and Exhibition*. Barselona, 1966, no. 10, 32 p.
- [3] Митин В.А. *Исследование влияния структурно-механических свойств осадка на работу зернистых осветительных фильтров*. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, ВНИИ ВОДГЕО, 1969, 18 с.
- [4] Минц Д.М. *Теоретические основы технологии очистки вод*. Москва, Стройиздат, 1964, 156 с.
- [5] Веницианов Е.В., Рубинштейн Р.Н. *Динамика сорбции из жидких сред*. Москва, Наука, 1983, 240 с.