

Экспериментальные исследования технологии биологической очистки сточных вод с применением электрообработки и аэрации активного ила

М.А. Сафронов, С.М. Салмин, Т.В. Малютина, Е.А. Титов

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Аннотация: Проведены экспериментальные исследования по определению илового индекса активного ила, используемого в процессе биологической очистки сточных вод на аэротенках при различных дозах ила. Проанализирована возможность изменения седиментационных свойств активного ила при использовании его электрообработки. Показано, что электрообработка возвратного активного ила совместно с аэрацией приводит к снижению величины илового индекса, а также улучшению качества очищаемой воды после отстаивания.

Ключевые слова: хозяйственно-бытовые сточные воды, биологическая очистка, активный ил, аэротенк, отстаивание, иловый индекс, электрообработка, аэрация.

При осуществлении биологической очистки сточных вод в аэротенке важной характеристикой активного ила является иловый индекс. Эффективность процесса окисления органических примесей напрямую зависит от седиментационных свойств ила, которые могут быть оценены исходя из величины илового индекса.

Значение илового индекса, находящееся в пределах от 60 до 150 мг/л, говорит о приемлемой для эффективной биологической очистки способности активного ила к осаждению. Способность к осаждению активного ила напрямую влияет на качество очищаемых сточных вод, поскольку окислительная способность аэротенка зависит от количества находящегося в нем активного ила. Выпавший в осадок ил при использовании традиционной технологии обработки направляется в голову сооружений биологической очистки. Повышение эффективности осаждения ила в аэротенке возможно разными методами. Анализ литературных данных отечественных авторов [1-3], а также опыт зарубежных исследователей [4-5] показывают, что седиментационные свойства активного ила значительно улучшаются при его обработке реагентами. Основным недостатком реагентного метода обработки ила является его высокая стоимость и необходимость устройства на

площадке канализационных очистных сооружений дополнительных модульных блоков для хранения, приготовления и дозирования реагентов с соответствующим оборудованием [6-7]. Известно, что обработка активного ила электрическим током может существенно повысить седиментационные свойства находящегося в аэротенке ила [8-10]. В рамках данной статьи проведены экспериментальные исследования по определению значений илового индекса при различном количестве активного ила в аэротенке при обработке его электрическим током.

Исследования проводились на установке, схема которой представлена на рис. 1.

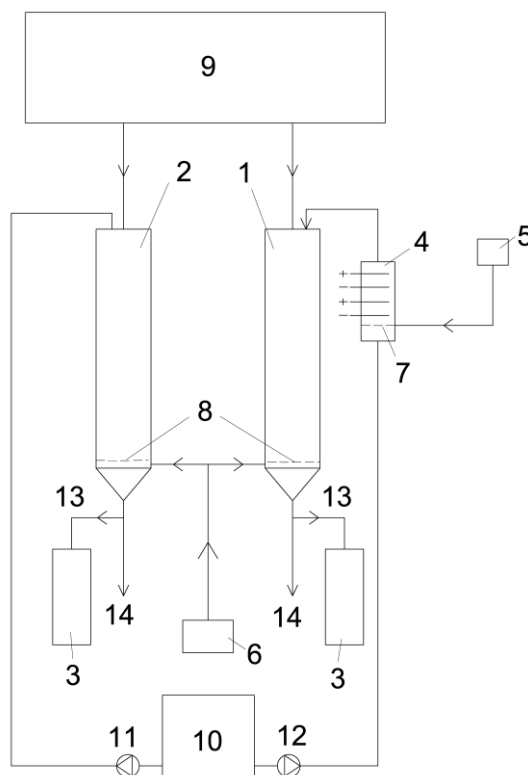


Рис. 1. – Схема установки для исследований

1,2 – аэротенки; 3 – отстойники цилиндрической формы; 4 – устройство для электрообработки активного ила; 5,6 – устройства для подачи сжатого воздуха; 7,8 – аэраторы; 9 – емкость со сточной водой; 10 – бак возвратного ила; 11,12 – центробежные насосы; 13 – трубопровод подачи отобранных проб; 14 – отвод в систему канализации

В ходе экспериментальных исследований в аэротенк 1 осуществлялась подача исходной сточной воды, а также обработанного электрическим током активного ила. Электрообработка осуществлялась в устройстве 4 на протяжении 5-9 секунд с напряжением 12 В. Затраты электричества в ходе обработки ила на электродах составили 0,0006-0,0007 $\frac{\text{А}\cdot\text{ч}}{\text{м}^3}$. В аэротенк 2 направлялись сточные воды и активный ил из емкостей, соответственно, 9 и 10. В ходе исследований производился отбор проб смеси сточных вод с илом после отстойников 1 и 2 в объеме 4 литра. Данная смесь при различных количествах активного ила направлялась в отстойники 3. После получасового отстаивания определялась величина илового индекса, а также концентрация взвешенных веществ. Активный ил, выходящий из аэротенков 1 и 2, используемый в ходе экспериментальных исследований имел характеристики, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Показатель	Значение
Зольность, %	28-32
Доза ила, г/л	1,5-3,5
Средняя суточная нагрузка по БПК _{полн} на 1 г сухого вещества, г	0,05-0,15

Экспериментальные исследования показали следующие результаты.

При дозе активного ила 1,5 мг/л – снижение концентрации взвешенных веществ в воде с 12 до 7,5 мг/л наблюдалось после пребывания в отстойнике 3 на протяжении от получаса до полутора часов для пробы иловой смеси взятой из аэротенка 1, применение электрообработки с аэрированием привело к снижению дозы ила до 6,5 мг/л; снижение концентрации взвешенных веществ в воде с 17 до 12 мг/л наблюдалось после пребывания в отстойнике 3 на протяжении того же времени для пробы иловой смеси взятой из аэротенка 2.

При дозе активного ила 2,5 мг/л – снижение концентрации взвешенных веществ в воде с 14,8 до 8,5 мг/л наблюдалось после пребывания в отстойнике 3 на протяжении от получаса до полутора часов для пробы иловой смеси взятой из аэротенка 1, применение электрообработки с аэрированием привело к снижению дозы ила до 7,5 мг/л; снижение концентрации взвешенных веществ в воде с 18,5 до 13 мг/л наблюдалось после пребывания в отстойнике 3 на протяжении того же времени для пробы иловой смеси взятой из аэротенка 2.

При дозе активного ила 3,5 мг/л – снижение концентрации взвешенных веществ в воде с 21,8 до 13,8 мг/л наблюдалось после пребывания в отстойнике 3 на протяжении от получаса до полутора часов для пробы иловой смеси взятой из аэротенка 1, применение электрообработки с аэрированием привело к снижению дозы ила до 11,2 мг/л; снижение концентрации взвешенных веществ в воде с 27,2 до 18,5 мг/л наблюдалось после пребывания в отстойнике 3 на протяжении того же времени для пробы иловой смеси взятой из аэротенка 2.

Анализ полученных экспериментальных данных говорит об улучшении флокулирующих свойств ила после предварительной электрообработки, способствующей уменьшению содержания взвеси в очищаемой воде при отстаивании. При этом содержание взвешенных веществ в пробе после аэротенка 1 при полуторачасовом отстаивании остается почти таким же при изменении дозы активного ила с 1,5 до 3,5 мг/л.

Графики изменения илового индекса после получасового отстаивания иловой смеси после аэротенка 1 с электрообработкой возвратного ила, с электрообработкой и аэрацией, а также после аэротенка 2 представлены на рис. 2-4.

Анализ результатов, представленных на диаграммах, показывает, что изменение дозы ила в пробе взятой из аэротенка 1 с 1,5 до 3,5 мг/л приводит

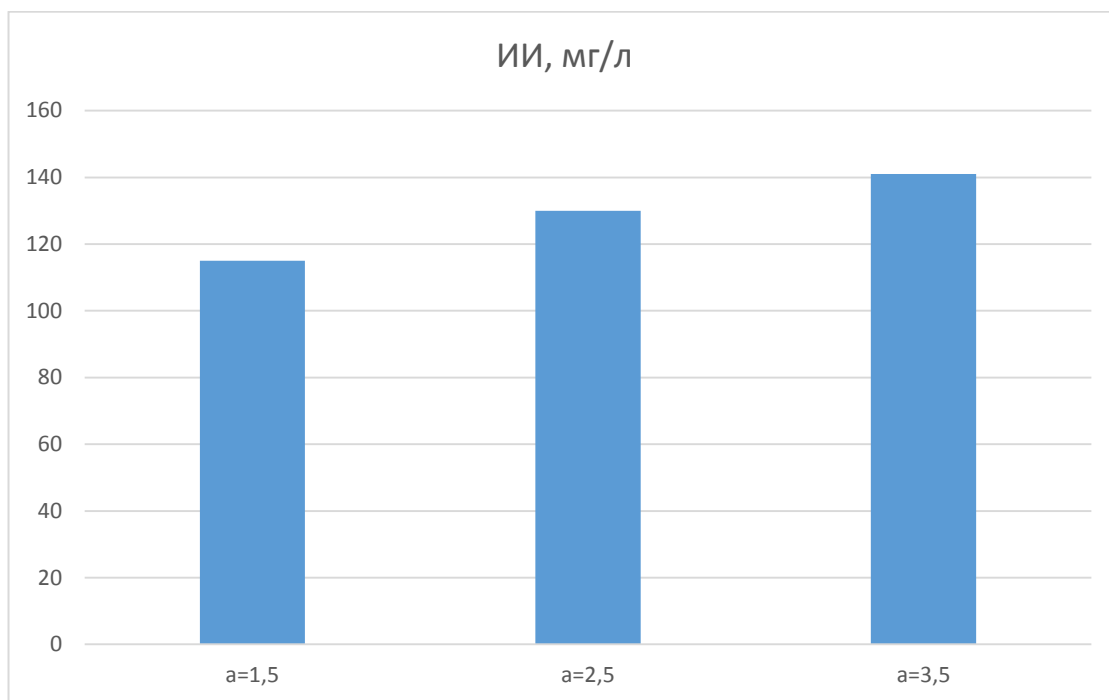


Рис. 2. – Диаграммы значений иловых индексов (ИИ) в зависимости от дозы активного ила, мг/л, в иловой смеси после аэротенка 1 с применением электрообработки

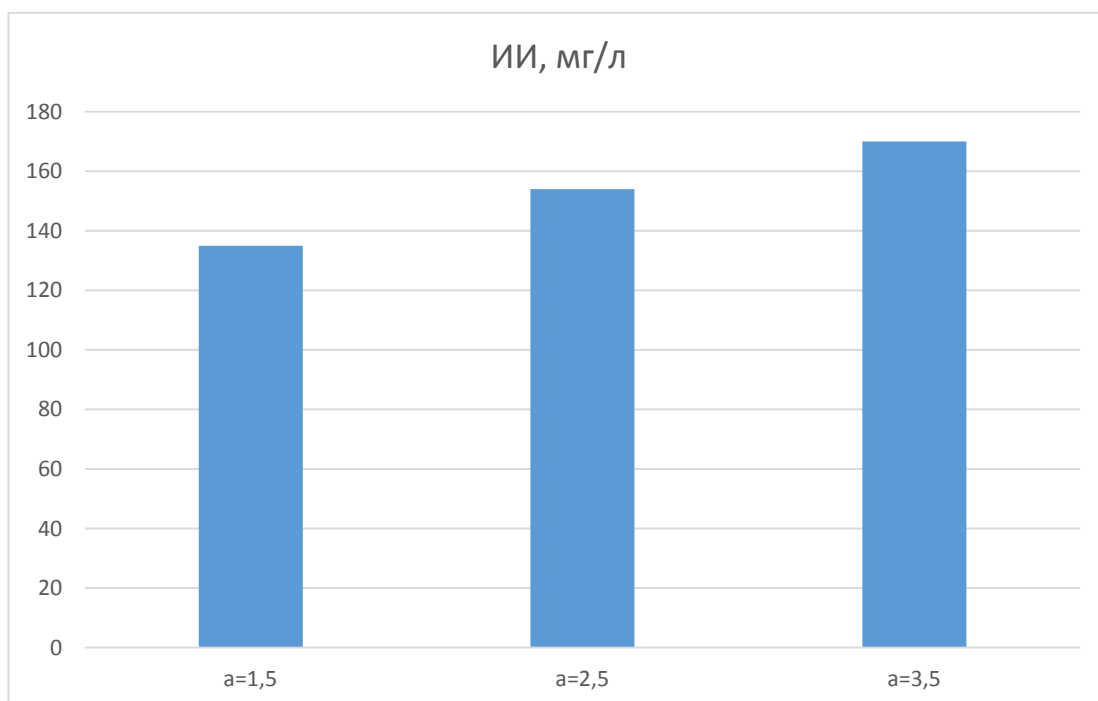


Рис. 3. – Диаграммы значений иловых индексов (ИИ) в зависимости от дозы активного ила, мг/л, в иловой смеси после аэротенка 1 с применением электрообработки и аэрации

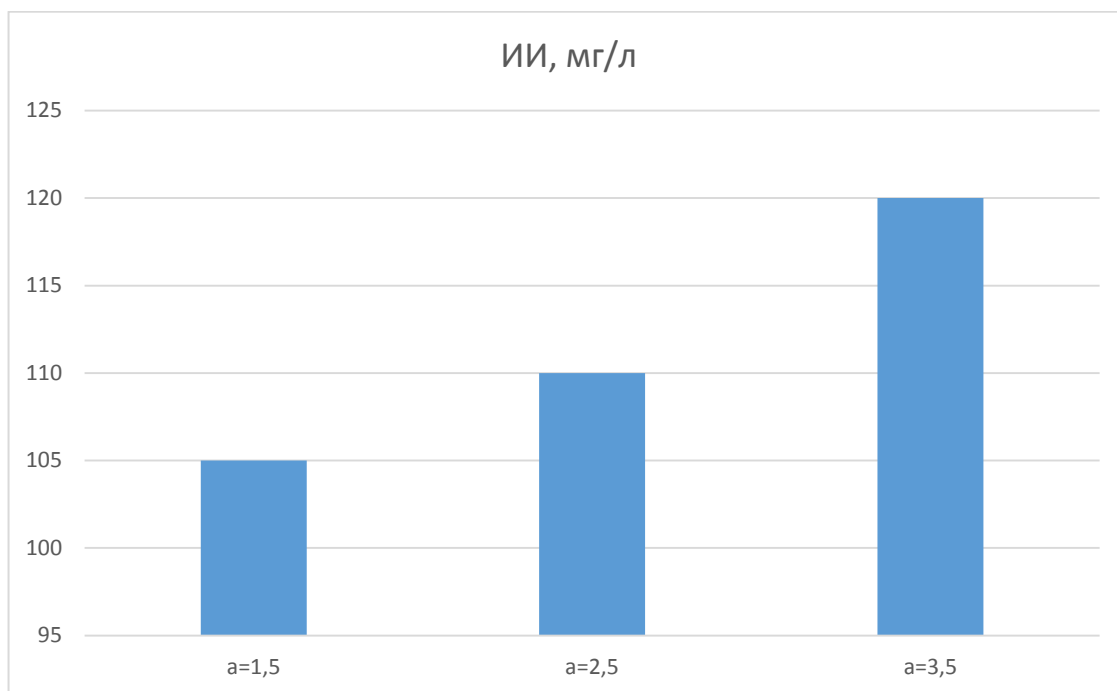


Рис. 4. – Диаграммы значений иловых индексов (ИИ) в зависимости от дозы активного ила, мг/л, в иловой смеси после аэротенка 2

к увеличению илового индекса соответственно с электрообработкой и аэрацией со 105 до 121 мг/л; только с электрообработкой – с 116 до 143 мг/л. Для аэротенка 2 иловый индекс увеличивается со 136 до 171 мг/л.

Исходя из совокупности всех результатов, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований можно сделать следующие основные выводы:

- электрообработка активного ила в совокупности с аэрацией позволяет повысить седиментационные свойства с протеканием процесса биологической очистки с повышенными дозами ила, при сохранении значений илового индекса от 120 до 150 мг/л;

- при осуществлении биологической обработки на экспериментальной установке, концентрация взвеси после отстойника на выходе из аэротенка 1 была в среднем на 6-7 мг/л ниже, чем в аэротенке 2. Наиболее высокий эффект очистки наблюдался при электрообработке активного совместно с

кислородонасыщением, что свидетельствует о положительном влиянии данных факторов на флокулирующие свойства ила.

Литература

1. Сибиева Л.М., Сироткин А.С., Кобелева Й.В., Гадыева А.А. Эксплуатационные свойства активного ила в технологиях совместной биологической и реагентной обработки сточных вод и утилизации осадков // Вестник Казанского технологического университета. 2016. т. 19. № 8. С. 142-147.

2. Кобелева Й.В., Кирилина Т.В., Низамова А.А., Лисюкова Ю.В., Каблова М.А., Бурнашева И.Р., Сироткин А.С. Анализ состояния активного ила в процессе опытно-промышленных испытаний реагента VTA Biokat P500 для очистки сточных вод от соединений фосфора // Вестник Казанского технологического университета. 2014. т. 17. № 10. С. 125-128.

3. Chen X., Kong F., Fu Y., Si G., Fatehi P. Improvements on activated sludge settling and flocculation using biomass-based fly ash as activator // Scientific Reports. 2019. № 9. pp. 14590.

4. Asensi E., Alemany E., Seco A., Ferrer J. Characterization of activated sludge properties with a sludge collapse-acceleration stage // Separation and Purification Technology. 2019. vol. 209. № 31. pp. 32-41.

5. Chen G.W., Chang I.L., Hung W.T., Lee D.G. Regimes for zone settling of waste activated sludges // Water Research. 1996. vol. 30. № 8. pp. 1844-1850.

6. Zhao Y.Q. Settling behaviour of polymer flocculated water-treatment sludge I: analyses of settling curves // Separation and Purification Technology. 2004. vol. 35. № 1. pp. 71-80.

7. Zhao Y.Q. Settling behaviour of polymer flocculated water-treatment sludge I: effects of floc structure and floc packing // Separation and Purification Technology. 2004. vol. 35. № 3. pp. 175-183.

8. Гришин Б.М., Бикунова М.В., Камбург В.Г., Кошев А.Н. Биологическая очистка хозяйственно-бытовых сточных вод с использованием вихревых смесительных устройств // Региональная архитектура и строительство. 2016. № 3 (28). С. 143-148.

9. Андреев С.Ю., Гришин Б.М., Вилкова Н.Г., Кошев А.Н., Ласьков Н.Н. Новая технология интенсификации работы городских канализационных очистных сооружений с применением вихревых гидродинамических устройств // Водоочистка. 2012. № 6. С. 46-56.

10. Гришин Б.М., Бикунова М.В., Куленко А.Н. Совершенствование конструкций электрогидродинамических установок для обработки возвратного ила аэротенков // Современный научный вестник. 2013. т. 11 № 1. С. 37-41.

References

1. Sibiyeva L.M., Sirotkin A.S., Kobeleva Y.V., Gadyyeva A.A. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2016. vol. 19. № 8. pp. 142-147.

2. Kobeleva Y.V., Kirilina T.V., Nizamova A.A., Lisyukova YU.V., Kablova M.A., Burnasheva I.R., Sirotkin A.S. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2014. vol. 17. № 10. pp. 125-128.

3. Chen X., Kong F., Fu Y., Si G., Fatehi P. Scientific Reports. 2019. № 9. pp. 14590.

4. Asensi E., Alemany E., Seco A., Ferrer J. Separation and Purification Technology. 2019. vol. 209. № 31. pp. 32-41.

5. Chen G.W., Chang I.L., Hung W.T., Lee D.G. Water Research. 1996. vol. 30. № 8. pp. 1844-1850.

6. Zhao Y.Q. Separation and Purification Technology. 2004. vol. 35. № 1. pp. 71-80.

7. Zhao Y.Q. Separation and Purification Technology. 2004. vol. 35. № 3. pp. 175-183.



8. Grishin B.M., Bikunova M.V., Kamburg V.G., Koshev A.N. Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo. 2016. № 3 (28). pp. 143-148.
9. Andreyev S.YU., Grishin B.M., Vilkova N.G., Koshev A.N., Laskov N.N. Vodoochistka. 2012. № 6. pp. 46-56.
10. Grishin B.M., Bikunova M.V., Kulenko A.N. Sovremennyy nauchnyy vestnik. 2013. t. 11 № 1. pp. 37-41.