

УДК 628.334

В. Н. ЧЕРНЫШЕВ, В. И. ЗЯТИНА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ ИЛОУДЕЛИТЕЛЯ В ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОСАДКА

Рассмотрен и исследован процесс разделения иловой смеси, после глубокой минерализации осадка. Определены параметры, влияющие на процесс илоотделения во взвешенном слое, и установлена зависимость гидравлической нагрузки на водное зеркало илоотделителя от безразмерного критерия IX_0 при различных исходных концентрациях активного ила.

минерализация, активный ил, илоотделитель, взвешенный слой, нагрузка

Илоотделители со взвешенным слоем осадка в технологии биологической очистки применяются как самостоятельные сооружения достаточно редко. Ими оборудованы, например, сооружения биологической очистки аэротенки – осветлители и окситенки. Обычно концентрация активного ила в иловой смеси из аэротенков, подаваемой на илоразделение, не превышает 4–6 г/л и для этих условий нагрузка на водное зеркало илоотделителя находится в пределах 0,5–3,8 м³/м²час [1, 2]. Но при использовании процесса илоотделения в технологии глубокой минерализации концентрация ила в иловой смеси, поступающей в илоотделитель, выше и составляет 6–11 г/л [4], и это требует проведения дополнительных экспериментальных исследований по уточнению гидравлических нагрузок на илоотделитель.

Экспериментами, проводимыми при илоразделении иловой смеси очистных сооружений Волжского автомобильного завода [2], установлено, что гидравлическая нагрузка зависит от безразмерного критерия IX_0 (рис. 1), который определяется, как

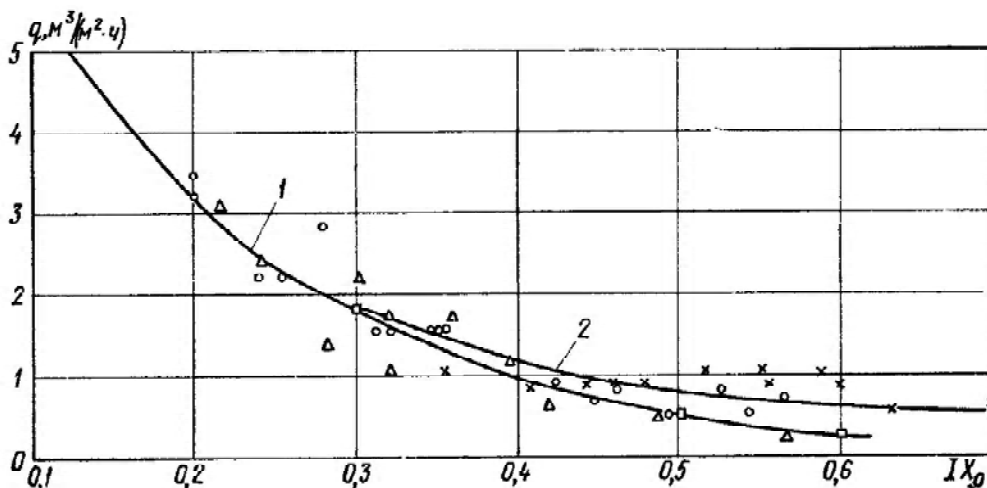


Рисунок 1 – Влияние безразмерного параметра IX_0 на гидравлическую нагрузку илоотделителя со взвешенным слоем осадка: 1 – данные лабораторных исследований; 2 – данные исследований на полупромышленном окситенке.

$$IX_o = I \cdot X / 1\,000, \quad (1)$$

где I – иловый индекс $\text{см}^3/\text{г}$;
 X – концентрация ила по сухому веществу в $\text{г}/\text{дм}^3$.

Следует заметить, что аналогичная зависимость, но только в табличной форме приведена в СНиП 2.04.03-85 [3]. Данные, приведенные в этой таблице, предназначены для расчета илоотделителей, работающих после сооружений биологической очистки сточных вод.

Учитывая более высокую концентрацию ила при глубокой минерализации и повышенный иловый индекс на некоторых очистных сооружениях, правильно назначить гидравлическую нагрузку на водное зеркало илоотделителя в этом случае не представляется возможным.

Кроме того, есть еще и другое обстоятельство, которое влияет на конструктивные особенности илоотделителя и также требует дополнительного изучения. Оно связано с накоплением нитратов в иловой воде при глубокой минерализации и предполагает протекание во взвешенном слое процессов денитрификации, что может вызвать разрушение взвешенного слоя за счет выделения пузырьков газообразного азота [4].

Таким образом, в задачи экспериментальных исследований входило определение гидравлических нагрузок на водное зеркало илоотделителя со взвешенным слоем при условии его работы в технологии глубокой минерализации осадка, а также оценка возможности разрушения взвешенного слоя за счет выделения пузырьков азота при денитрификации и испытание технологического приема, исключаящего это явление.

Для проведения экспериментов была изготовлена пилотная установка осветлителя со взвешенным слоем, схема которой приведена на рисунке 2.

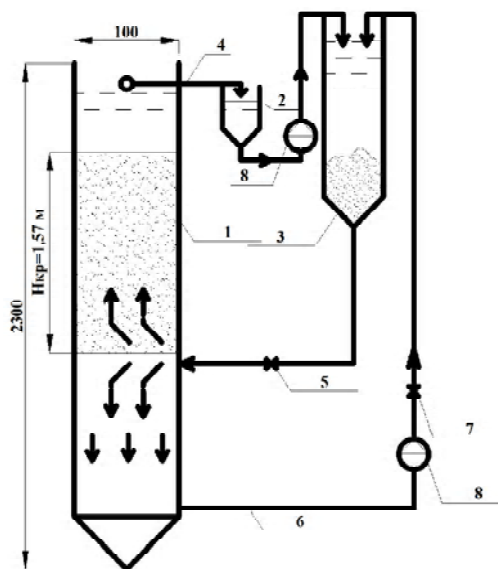


Рисунок 2 – Пилотная установка осветлителя со взвешенным слоем осадка: 1 – осветлитель со взвешенным слоем осадка; 2 – емкость иловой воды; 3 – сборная емкость иловой воды и циркуляционного ила; 4 – отвод иловой воды; 5 – кран регулировки подачи осадка; 6 – линия рециркуляции осадка в системе; 7 – кран регулировки подачи осадка; 8 – насосы для перекачки осадка.

В ходе эксперимента изучалось влияние расхода иловой смеси на высоту взвешенного слоя и кинетику его увеличения до момента устойчивого состояния слоя, а также определялась допустимая нагрузка на водное зеркало илоотделителя при заданных концентрациях активного ила по сухому веществу с известным иловым индексом.

Для экспериментов использовался активный ил аэротенков Макеевских и Донецких очистных сооружений, отобранный из действующих минерализаторов. Активный ил Макеевских очистных сооружений имел иловый индекс на уровне $60\text{--}70 \text{ см}^3/\text{г}$, Донецких очистных сооружений на уровне $90\text{--}120 \text{ см}^3/\text{г}$. В ходе экспериментов расход иловой воды и уплотненного ила измерялись объемным способом.

Экспериментами установлено, что высота взвешенного слоя зависит от концентрации ила по сухому веществу и гидравлической нагрузки на водное зеркало илоотделителя. Допустимая величина гидравлической нагрузки определялась в экспериментах при одинаковой высоте взвешенного слоя при установившемся режиме осветления. Высота взвешенного слоя составляла 1,57 м, а высота защитного слоя 0,50 м.

Обработка результатов исследований показала, что гидравлическая нагрузка на водное зеркало илоотделителя возрастает с уменьшением величины безразмерного критерия IX_0 . Зависимость гидравлической нагрузки от критерия IX_0 может быть описана экспоненциальным уравнением, но на разных участках с разными величинами коэффициентов (рис. 3). Так, при IX_0 меньше 0,39 уравнение имеет вид $y = 9,5 \cdot e^{-6,17x}$, с большими значениями IX_0 зависимость описывается уравнением $y = 2,15 \cdot e^{-2,34x}$.

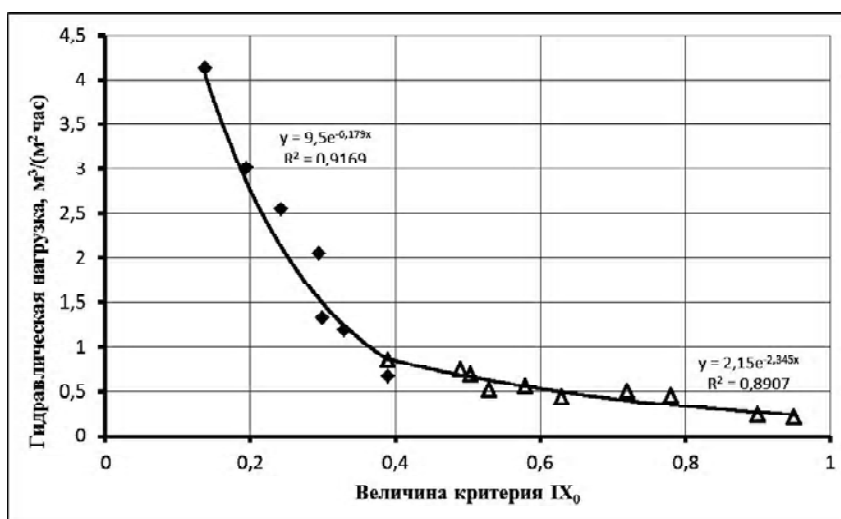


Рисунок 3 – Влияние безразмерного параметра IX_0 на гидравлическую нагрузку илоотделителя.

Такое различие, по-видимому, связано с изменением характера взаимодействия частиц ила во взвешенном слое при различных режимах работы илоотделителя. Таким образом, полученные зависимости дают возможность определить гидравлическую нагрузку на илоотделитель со взвешенным слоем осадка, если известна концентрация избыточного активного ила и его иловый индекс в поступающей в илоотделитель иловой смеси из аэробного минерализатора и тем самым обеспечивается возможность технологического расчета сооружений по глубокой минерализации осадка.

Работа илоотделителя была проверена в производственных условиях. Подтвержден факт разрушения взвешенного слоя производственного илоотделителя за счет выделения пузырьков азота при денитрификации. В этом случае через некоторое время работы илоотделителя наблюдалось расслоение взвешенного слоя и вынос ила с иловой водой. При проведении исследований на пилотной установке разрушения взвешенного слоя не наблюдалось, что связано с относительной кратковременностью эксперимента. Для борьбы с этим явлением в производственном илоотделителе был установлен пульсатор уровня, который позволил предотвратить концентрирование во взвешенном слое пузырьков азота, а следовательно, разрушение и самого слоя при работе илоотделителя.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что для расчета илоотделителя со взвешенным слоем осадка, применительно к технологии глубокой минерализации осадка отсутствуют данные о гидравлической нагрузке на это сооружение, что вызвало необходимость проведения дополнительных экспериментальных исследований.

2. Экспериментальные исследования по илоотделению во взвешенном слое осадка позволили установить необходимые параметры илоотделения при повышенных значениях концентрации взвешенных веществ и илового индекса, а также математические зависимости для определения гидравлической нагрузки на илоотделители, работающие в этих условиях. Эти зависимости могут быть описаны экспоненциальными уравнениями, но на разных участках с разными величинами коэффициентов.

3. Установлено, что ввиду относительной кратковременности проведения эксперимента на пилотной установке разрушения взвешенного слоя в илоотделителе за счет процессов денитрификации не происходит. Однако при работе производственного илоотделителя это явление приводит к выносу с иловой водой части взвешенного слоя. Устранить разрушение взвешенного слоя позволяет пульсация уровня в илоотделителе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологическая очистка производственных сточных вод: Процессы, аппараты и сооружения [Текст] / С. В. Яковлев, И. В. Скирдов, В. Н. Швецов и др.; Под ред. С. В. Яковлева. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.
2. Колпакова, В. П. Опыт применения осветлителей со взвешенным слоем осадка для очистки городских сточных вод [Текст] / В. П. Колпакова // Известия научно-технического общества «КАХАК». – 2010. – № 5(30). – С. 127–129.
3. СНиП 2.04.03-85. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения [Текст]. – Взамен СНиП II-32-74; введ. 01.01.1986. – М.: ЦТП Госстроя СССР, 1986. – 72 с.
4. Чернышев, В. Н. Теоретическое и экспериментальное обоснование глубокой минерализации осадков сточных вод [Текст] / В. Н. Чернышев, В. Ф. Кижаяев // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – Макіївка, 2010. – Випуск 2010-3(83): Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва. – С. 236–240.
5. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse [Текст] / Franklin L. Burton, George Tchobanoglous, H. David Stensel, Inc. Staff Metcalf and Eddy. – 4 edition. – New York: McGraw-Hill Higher Education, 2002. – 1819 p.

Получено 18.09.2013

В. М. ЧЕРНИШЕВ, В. І. ЗЯТИНА
ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ МУЛОВІДДІЛЮВАЧА У ТЕХНОЛОГІЇ ГЛИБОКОЇ
МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ОСАДУ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Розглянуто основні технологічні параметри муловідділення у зваженому шарі мінералізованого активного мулу, визначені експериментальні характеристики процесу муловідділення, отримана теоретична залежність.

мінералізація, активний мул, муловідділення

VALENTIN SCHERNISCHEV, VITALY ZYATINA
TECHNOLOGY OF WORK OF SLUDGE REMOVAL IN TECHNOLOGY OF DEEP
MINERALIZATION OF SEDIMENT
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The process of division of silt mixture, after deep mineralization of sediment has been considered and researched. Parameters, influencing on the process of desilting in the self-weighted layer have been determined and dependence of the hydraulic loading has been set on the water mirror of desilting from the dimensionless criterion of $I_{\alpha 0}$ at the different initial concentrations of active silt.

mineralization, active silt, desilting, self-weighted layer, loading

Чернишев Валентин Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення і охорони водних ресурсів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: інтенсифікація існуючих методів і створення нових технологій очищення стічних вод та обробки осадків.

Зятіна Віталій Ілліч – аспірант, асистент кафедри водопостачання, водовідведення і охорони водних ресурсів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розробка нових та удосконалення технологій оборотного водопостачання автотранспортних підприємств. Проробка основних процесів біологічних процесів для даного типу стічних вод.

Чернышев Валентин Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: интенсификация существующих методов и создание новых технологий очистки сточных вод и обработки осадков.

Зятин Виталий Ильич – аспирант, ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов, Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка новых и усовершенствование технологий оборотного водоснабжения автотранспортных предприятий. Проработка основных процессов биологических процессов для данного типа сточных вод.

Chernyshev Valentin – PhD (Eng.), Associate Professor, Water Supply, Water Disposal and Water Resources Conservation and Protection Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the intensification of existing methods and the development of new technologies for treatment of wastewater and sludge treatment.

Zyatina Vitaly – a post-graduate student, assistant, Water Supply, Water Disposal and Water Resources Conservation and Protection Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of new technologies and improvement of recycling water supply of automobile operating companies. Study of the basic processes of biological processes, for this type of wastewater.