

УДК 628.356.5

М. С. ДЕРЕВЯНКО

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**КОНСТРУКЦИЯ ПИЛОТНОЙ УСТАНОВКИ ТОНКОСЛОЙНОГО
ПУЛЬСАЦИОННОГО ИЛОУДЕЛИТЕЛЯ КОЛОННОГО ТИПА И ЕЁ
ИСПЫТАНИЕ**

Аннотация. Рассмотрены причины нарушения процессов илоотделения активного ила от осветленной сточной жидкости при работе очистных сооружений канализации. Проведен анализ работы подобных сооружений и условий их эксплуатации. Приведена конструкция тонкослойного пульсационного илоуделителя колонного типа, выполнен расчет основных конструктивных элементов. Даны рекомендации по условиям применения установки и приведены особенности её работы в зависимости от таких показателей, как концентрация взвешенных веществ активного ила, число Рейнольдса, иловый индекс.

Ключевые слова: тонкослойный пульсационный илоуделитель, активный ил, число Рейнольдса, иловый индекс.

Уменьшение числа работающих предприятий, как крупных, так и средних, в городах и посёлках за последние годы привело к значительному снижению притока производственных сточных вод на городские канализационные очистные сооружения (КОС).

Эти сооружения, имеющие в своём составе комплексы биологической очистки стоков на основе биоценозов со свободноплавающим активным илом, в большинстве своём вынуждены работать на минимальном пределе имеющихся мощностей. Ввиду этого возникает необходимость о выводе из эксплуатации части старых ёмкостных сооружений (одного или нескольких первичных и вторичных отстойников, секций биофильтров или аэротенков) либо их реконструкции, и даже о создании новых, малогабаритных установок, позволяющих повысить эффективность работы КОС.

Таким образом, проблема по разделению иловой смеси активного ила и осветленной сточной жидкости в процессе работы с минимальными объёмами сооружений становится особо актуальной.

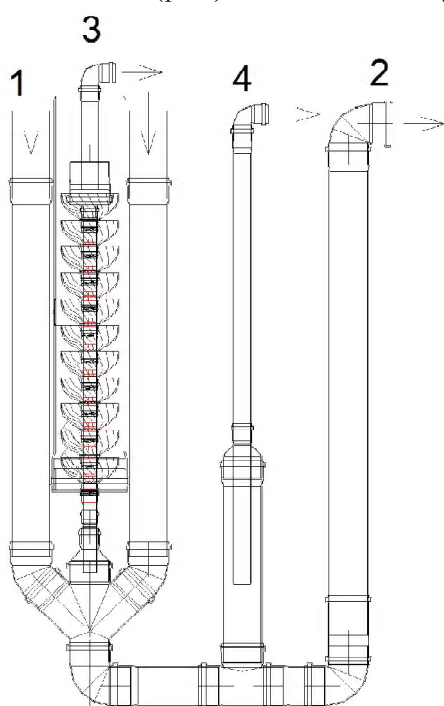
Иловые смеси разделяют, как правило, отстаиванием (гравитационный способ), механическим путём (под действием центробежных сил) либо фильтрованием.

Исходя из опыта работы различного рода сооружений (отстойников и фильтров), близких по принципу действия, например, противоточных илоуделителей и отстойников, работающих со взвешенным слоем осадка [1, 2], как наиболее эффективных, а также с целью объединения особенностей их работы в одном сооружении, было принято решение о создании установки тонкослойного пульсационного илоуделителя колонного типа (ТПИкт) (рис.). Критериями к созданию данной установки послужили требования, предъявляемые к габаритным размерам, производительности, качеству очищенных стоков и простоте в эксплуатации.

На сегодняшний день состав сточной жидкости представлен, по большей части, хозяйственно-бытовыми стоками и основным фактором, влияющим на совместную работу аэротенков и илоуделителей, является свободноплавающий низконагруженный, а для многоступенчатых систем и нитрифицирующий активный ил и его свойства.

Закладываемые в расчёты размеры будущей конструкции принимались исходя из параметров гидравлической крупности частиц в пределах 0,5...0,6 мм/с, илового индекса в пределах 90...110 см³/г, нагрузки на зеркало воды – до 2 м³/(м²·ч).

Установка (рис.) состояла из следующих элементов:



- двух труб 1, подающих иловую смесь на разделение;
- колонны с тонкослойным блоком 3;
- трубы 2 с эрлифтом для удаления рециркуляционного активного ила;
- пульсатора 4.

Испытания проводились на канализационных очистных сооружениях г. Макеевки.

Установка размещалась в непосредственной близости от аэротенка. На установку по двум подающим трубам 1 поступал возвратный активный ил. Размеры каждой из подающих труб определялись исходя из пропуска половины расчётного расхода и соблюдения скорости движения иловой смеси 50 м/час, гарантирующей в течение 1,5–2,0 минут укрупнение иловых частиц в агломераты с проектной гидравлической крупностью и выделение пузырьков воздуха, захваченных иловыми частицами в аэротенке (при непосредственном расположении в нём) либо выделяющихся в процессе перекачивания насосами воздуходувной станции (при расположении установки рядом с аэротенком).

Колонна с тонкослойным блоком 3 представляла собой вертикальный цилиндрический корпус с установленной в нём по центру трубой. По всей длине трубы были равномерно распределены и закреплены тонкослойные элементы в виде чаш из полиэтилентерефталата и выполнена перфорация между ними в виде прямоугольных распределительных отверстий для впуска активного ила. Чаши имели определённую форму, благодаря которой потоки, выходящие из межполочного пространства, слегка закручивались, частицы ила укрупнялись, а очищенная вода направлялась в расположенную в верхней части центральной трубы ёмкость для сбора осветлённой воды с эрлифтом для её откачки.

Рисунок – Установка тонкослойного пульсационного илоотделителя колонного типа: 1 – подача иловой смеси из аэротенка; 2 – труба эрлифта для удаления рециркуляционного активного ила; 3 – тонкослойный блок. Труба эрлифта, отводящего очищенную сточную жидкость; 4 – пульсатор.

Эрлифтом, расположенном в трубе для удаления рециркуляционного активного ила 2, создавалось и поддерживалось равновесное взвешенное состояние активного ила на входе в межполочное пространство тонкослойного блока. Причём работа обоих эрлифтов синхронизировалась таким образом, чтобы не позволять взвешенному слою значительно расширяться и не допустить выноса взвешенных частиц в очищенную воду.

Таким образом, поддерживалась скорость восходящего потока в пределах величины гидравлической крупности U_0 , обеспечивающей выделение в осадок иловых частиц до их остаточной концентрации на уровне 5...7 мг/л в осветленной воде, и была принята равной 0,5 мм/с. Принимая во внимание влияние на процессы илоотделения числа Рейнольдса, рекомендуемые величины которого в разных источниках [6, 7, 8] должны находиться в пределах 150–250, а ν – кинематическая вязкость иловых частиц 1,0...1,5 мм²/с, в интервале температур 12...22 °С, то скорость потока будет составлять $V = 5$ мм/с, из равенства:

$$Re = V \cdot h / \nu, \quad (1)$$

где Re – число Рейнольдса,
 h – высота межполочного пространства равная 50 мм.

При этом соотношении размеров полок и площади зеркала воды в тонкослойном отстойнике нагрузка (f) на зеркало воды (F) составит

$$f = 3,6 \cdot K_{set} \cdot V \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

где K_{set} – коэффициент использования объёма.

$$f = 3,6 \cdot 0,5 \cdot 5 \cdot 0,866 = 7,79 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}),$$

что в несколько раз выше, чем в радиальных отстойниках.

Концентрація подаваного на установку активного ила в процесі експериментів варіювалась від 1,26 до 3,7 г/л, а расход від 0,4 до 1 м³/ч. При цьому були отримані значення концентрацій в освітленій воді від 6 до 34 мг/л, причём більші значення – при більших расходах.

Для запобігання утворення застоївних зон або налипання частинок активного ила на корпус і міжполочковому просторі тонкослойного блоку 3 проводилась їх регенерація 1 раз в тиждень за допомогою «страхивання» прикріплених частинок різким зниженням рівня на 10...12 см в теченні 3...4 секунд за допомогою спрацювання бака пульсатора 4.

Робота пульсатора і ерлифтов, відводящих очищену стічну рідину і ущільнену повернутий активний ил, здійснювалась з використанням стиснутого повітря, подаваного з повітроводів секцій аэротенків.

ВИВОДИ

1. Всі компоненти установки можуть бути виконані з стандартних матеріалів, що дозволяє уніфікувати її виробництво.
2. Перевагою тонкослойних илоотделителей даного типу є скорочення тривалості перебування илової суміші за межами аэрируемой зони, зменшення об'єму споруджень і гарантія стабільного рівня якості освітлюваної стічної рідини.
3. Для очистних споруджень каналізації малої продуктивності цілорозумно використання тонкослойних противоточных илоотделителей колонного типу як вторичних отстаивников.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий [Текст] / Под общ. ред. В. Н. Самохина. – М. : Стройиздат, 1981. – 632 с.
2. Проектирование сооружений для очистки сточных вод [Текст] : справочное пособие к СНиП 2.04.03-85. – Введ. 1990-01-01 / ВНИИ ВОДГЕО. – М. : Стройиздат, 1990. – 65 с.
3. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди [Текст]. – Уведено вперше на заміну СНиП 2.04.03-85. – Чинні від 2014-01-01 / УкрНДІводоканалпроект. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 96 с. (Основні положення проектування).
4. Куликов, Н. И. Реконструкция работы городских канализационных очистных сооружений в целях интенсификации их работы с применением тонкослойных пульсационных илоотделителей в системе глубокой биологической очистки сточных вод [Текст] / Н. И. Куликов, М. С. Дерев'янку, В. И. Нездойминов // Водопостачання та водовідведення. Виробничо-практичний журнал. – 2008. – Вип. 4. – С. 37–40.
5. Химия. Большая Российская Энциклопедия [Текст] / гл. ред. И. Л. Кнунянц. – М. : Большая Российская энцикл., 1998. – 418 с.
6. Новый справочник химика и технолога: Процессы и аппараты химических технологий [Текст] : в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Островский [и др.] ; ред. Г. М. Островский. – СПб. : Профессинал, 2007. – 916 с.
7. Булгакова, О. В. Физико-химические основы осветления воды в тонкослойных отстаивателях [Текст] / О. В. Булгакова // Коммунальное хозяйство городов: Науч. техн. сб. – К. : Техніка, 2010. – Вип. 93. – С. 329–333.
8. Батман, А. В. Радиальные и тонкослойные сгустители в обогащении руд [Текст] / А. В. Бауман // Цветные металлы-2013 : сборник докладов, г. Красноярск, 2–4 сентября 2013 г. – Красноярск : Версо, 2013. – 692 с. – С. 106–111.

Получено 11.10.2018

М. С. ДЕРЕВ'ЯНКО КОНСТРУКЦІЯ ПЛОТНОЇ УСТАНОВКИ ТОНКОШАРОВОГО ПУЛЬСАЦІЙНОГО МУЛОВІДДІЛЮВАЧА КОЛОННОГО ТИПУ ТА ЇЇ ВИПРОБУВАННЯ ДОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Розглянуто причини порушення процесів муловідокремлювання активного мулу від освітленої стічної рідини при роботі очистних споруд каналізації. Проведено аналіз роботи подібних споруд і умов їх експлуатації. Наведено конструкцію тонкошарового пульсаційного муловідділювача колонного типу, виконано розрахунок основних конструктивних елементів. Дано рекомендації щодо умов застосування установки і наведено особливості її роботи залежно від таких показників, як: концентрація зв'язаних речовин активного мулу, число Рейнольдса, муловий індекс.

Ключові слова: тонкошаровий пульсаційний муловідділювач, активний мул, число Рейнольдса, муловий індекс.

MIKHAIL DEREVYANKO
CONSTRUCTION OF THE PILOT INSTALLATION OF THE THIN-LAYER
PULSATING SLUDGE SEPARATOR OF THE COLUMN-TYPE AND ITS TEST
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. Reasons of active sludge separation processes violation are considered from during work of sewage treatment plants of the sewage system. The analysis of similar facilities work and their external environments is conducted. A construction of thin-layer pulsation sludge separator (column type) is brought; the calculation of basic structural elements is executed. Recommendation on the terms of application setting and features of her work are brought depending on such indexes, as a concentration of the self-weighted substances of active sludge, number of Reynolds, sludge index.

Key words: thin-layer modules with pulsation, active sludge, Reynolds's number, sludge index.

Дерев'янку Михайл Сергеевич – ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: реконструкция и интенсификация работы очистных сооружений канализации с использованием тонкослойных пульсационных илоотделителей.

Дерев'янку Михайло Сергійович – ассистент кафедры водопостачання, водовідведення і охорони водних ресурсів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: реконструкція та інтенсифікація роботи очисних споруд каналізації з використанням тонкошарових пульсаційних муловідділювачів

Mikhail Derevyanko – assistant, Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reconstruction and intensifications of work the treatment facilities of the sewerage with use of thin-layer modules with pulsation.