

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ И МЕЛИОРАЦИИ

УДК 628.218

На правах рукописи

Буриев Эшмурод Сатторович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И МЕТОДОВ
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ
ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

05.23.16- Гидравлика и инженерная гидрология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ташкент - 2011

Работа выполнена в Ташкентском архитектурно-строительном институте и в Институте водных проблем Академии наук Республики Узбекистан

Научный руководитель

доктор технических наук
Махмудов Эрназар Жумаевич

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
Бозоров Дилшод Раимович

кандидат технических наук, доцент
Якубов Кутбиддин Аслиевич

Ведущая организация:

Научно - исследовательский институт
«СУВГЕО»

Защита состоится « » _____ 2011 г. в _____ часов на заседании Объединенного специализированного совета К.120.06.02 при Ташкентском институте ирригации и мелиорации (ТИИМ) по адресу: 100000, Ташкент, ул. Кары Ниязова, 39.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационном ресурсном центре (библиотеке) ТИИМ.

Адрес: 100000, Ташкент, ул. Кары Ниязова, 39.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2011 г.

Ученый секретарь Объединенного
специализированного совета К. 120.06.02,
к.т.н., доцент

Т.З. Султанов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Очистка сточных вод коммунально-бытового сектора Узбекистана представляет серьезную проблему, так как некачественная биологическая очистка в окружающую среду, особенно в водные источники, приводит к истощению водных ресурсов и их загрязненности. Для очистки стоков коммунально-бытового сектора используются специальные очистные комплексы, в состав которых входят сооружения для биологической очистки. К таким сооружениям относятся, в частности, аэрофилтры, биофилтры, аэротенки и мн. др. Основное сооружение аэротенки, где происходит очистка сточных вод с помощью аэробных микроорганизмов. Между тем вместе с этим активизация микроорганизмов зависит, прежде всего, от режима перемешивания и движения в гидравлических системах данной конструкции сточной воды, ила и кислорода.

Наряду с биологическими процессами в аэротенках осуществляется и сложный гидравлический процесс: движение трехфазного потока- сточной воды, содержащей в растворенной форме органические загрязнители; смеси активизированного ила, способного производить аэробные микроорганизмы; сжатого воздуха для обеспечения бактерий кислородом и создания условий перемешивания сточной воды со смесью ила. Процесс движения трехфазной среды в аэротенке непрерывный. Поэтому изменение гидродинамических параметров любой фазы может привести к нарушению режима биологической очистки. В используемых конструкциях аэротенков наблюдается появление зон, где вихревые движения преобладают над поступательными движениями массы растворенных веществ и воздуха. Появление таких зон способствует неэффективному использованию ила и даже его осаждению на дно сооружения и в конечном итоге в большинстве снижению способности обеззараживания болезнетворных бактерий.

Согласно результатам анализа работы аэротенка для биологической очистки в городах Узбекистана, надежность работы большинства из них не отвечает предъявляемым к ним требованиям.

Все это предопределяет необходимость исследования гидравлического режима работы аэротенка и вторичного отстойника с целью совершенствования технологии очистки сточных вод.

Степень изученности проблемы. Научная литература в настоящее время располагает обширным материалом по изучению экологических проблем воздействия бытовых стоков на окружающую среду, химико-биологических проблем очистки загрязненных сточных вод. Вместе с тем в системах биологической очистки немаловажную роль играют гидравлические процессы, которые требуют более углубленных исследований, чем и объясняется выбор темы исследования.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Диссертационная работа выполнена в рамках ГНТП-13.88 «Разработка

научно-методических основ безопасной эксплуатации водных объектов» Института водных проблем Академии наук Республики Узбекистан.

Цель исследования: выявление особенностей гидравлического режима движения смеси сточных вод, ила и воздуха в аэротенках и определение гидравлических параметров рационального функционирования вторичного отстойника, а также совершенствование конструкции и методов расчета горизонтального вторичного отстойника.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- обобщить данные по выявлению особенностей формирования сточных вод и их влияния на окружающую среду;
- проанализировать и оценить данные о гидравлических процессах, происходящих в системах очистки сточных вод, включая информацию об аэротенках и вторичных отстойниках;
- исследовать модели процесса функционирования аэротенков и биофильтров;
- составить дифференциальное уравнение для получения гидравлических параметров функционирования аэротенка;
- разработать гидравлическую модель функционирования вторичного отстойника с учетом удаления ила после завершения биологической очистки сточных вод в аэротенках;
- разработать метод гидравлического расчета вторичного отстойника.

Объект и предмет исследования. Объект исследования-системы биологической очистки бытовых стоков: аэротенк, биофильтр и вторичный отстойник, имеющие неразрывную гидравлическую связь. Предмет исследования-смесь воды, бактерий, кислорода и ила, которые во взаимодействии обеззараживают сточную воду в аэротенке, биофильтре и вторичном отстойнике.

Методы исследований: общепринятые методы в гидравлике и инженерной гидрологии.

Гипотеза исследования: повышению эффективности функционирования системы биологической очистки сточных вод способствует совершенствование методов гидравлического расчета параметров функционирования вторичного отстойника.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Особенности протекания гидравлических процессов в аэротенках.
2. Метод гидравлического расчета параметров аэротенка сооружения биологической очистки сточных вод.
3. Закономерности функционирования вторичного отстойника и усовершенствованная конструкция вторичного отстойника для удаления ила из состава сточных вод

Научная новизна:

- установлены рациональные гидравлические процессы в аэротенке при различных значениях коэффициента рециркуляции;

- разработан метод гидравлического расчета параметров аэротенка с учетом режима работы;
- предложена математическая модель движения сточных вод во вторичном отстойнике;
- усовершенствована конструкция вторичного отстойника, способствующая рациональному использованию активности ила.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Разработанная гидравлическая модель функционирования вторичного отстойника позволяет организовать эффективное управление процессом осаждения ила, а также его циркуляции по технологической схеме: аэротенк, вторичный отстойник, водоем для принятия очищенной воды. Предложенная конструкция вторичного отстойника позволяет повысить эффективность удаления активного ила после биологической очистки бытовых стоков.

Реализация результатов. Вторичный отстойник включен в проект реконструкции очистных сооружений г.Карши, в Кашкадарьинской области и используется в процессе создания очистных сооружений Кунградского содового завода, а также в учебном процессе при подготовке кадров по специальности «Водоснабжение и канализация» в Ташкентском архитектурно-строительном институте.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены на международных конференциях в г. Талахассе (Институт окружающей среды Университета Флорида 2005г.), Республиканской научной конференции молодых ученых (Ташкент, 2004г.), Международной конференции по использованию географических информационных систем и математических моделей для исследования и принятия решений в бассейнах рек Центральной Азии (Ташкент, 2005г.), Научно-практических конференциях Института водных проблем Академии наук Республики Узбекистан (Ташкент, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010гг.), научного семинара по специальности 05.23.16-«Гидравлика и инженерная гидрология» при специализированном научном Совете Ташкентского института ирригации и мелиорации (Ташкент, 2010 г.).

Опубликованность результатов. По основным результатам диссертации опубликовано 7 работ, в том числе одна монография и две журнальные статьи.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, вывода, практических рекомендаций списка использованной литературы из 99 наименований, приложения. Диссертация изложена на 112 страницах машинописного текста и включает в себя 33 рисунка и 7 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе изучены и обобщены данные о формировании сточных вод, их классификации, технико-технологические приемы очистки сточных вод. Используемая технико-технологическая очистка сточных вод отражены в работах А.Кульского, С.В.Яковлева, Я.Н.Карелина, С.Н.Яковлева, В.В.Пушкарева, А.П.Шестакова, Ю.В.Новикова, У.Т.Зокирова и ряда других исследователей,

Технологическая схема очистки сточных вод представляет сложную цепь сооружений. Для установления их гидравлической взаимосвязи в работе нами учтены результаты исследований, представляющие научно-технический интерес, а также материалы о технологических схемах очистки сточных вод, явившихся предметом изучения многих исследователей (В.А.Вавилин, В.Б.Васильев, Д.Д.Жуков, В.Н.Журов, И.Л.Монгайт, И.Д.Родзиллер, С.К.Колобанов, В.Н.Самохина, Ю.С.Веселов, И.С.Лавров, У.Т.Зокиров и др).

Для очистки сточных вод коммунально-бытового хозяйства используется биологический метод. Сущность метода заключается в превращении органических загрязняющих веществ, находящихся в сточных водах, в питательную среду для микроорганизмов. Принципы механических взаимодействий различных фаз смеси и условия массопереноса между компонентами, участвующими в биологическом процессе очистки сточных вод, изучены в работах С.Н.Строганова, W.W.Eckenfelder, Т.А.Карюхиной, Л.И.Гюнтер, D.G.Parker, М.Н.Ротмистрова, М.А.Евилевич и др.

Установлена, что при достаточной степени биохимических исследований, направленных на совершенствование систем биологической очистки, существует довольно много проблем гидравлического характера, в частности, организация равномерного смешивания твердой и жидкой фазы стока, равномерное кислородное обеспечение твердой фазы и самое главное - обеспечение условий удаления из воды твердой составляющей - ила.

Эти обстоятельства обусловили необходимость выявления особенностей гидравлического режима работы систем биологической очистки.

Во второй главе «Сооружение и системы для биологической очистки сточных вод» для установления характера протекания гидродинамических процессов проанализированы конструктивные особенности сооружения, где производится биологическая очистка сточных вод. В аэротенках и отстойниках бытовые стоки в ходе очистки претерпевают сложный гидравлический процесс. В нем участвует смесь потока, состоящая из воды, твердых частиц и воздуха, необходимого для обеспечения кислородом аэробные бактерии. Характер гидравлического процесса и гидродинамические параметры смеси бытовых стоков и воздуха определяются конструкциями систем биологической очистки.

Конструктивные особенности и расчет элементов аэротенка рассматриваются в работах Н.Ф.Федорова, Б.М.Худенко, Б.С.Запрудского, Г.К.Каненко, С.К.Колобанова, А.В.Ершова, Ю.С.Веселова, И.С.Лаврова и др.

Расчеты и проектирование вторичных отстойников достаточно подробно описаны в исследованиях П.И.Пискунова, С.Н.Яковлева, Н.И.Рукобратского, Я.А. Карелина, М.Е.Кигаль, В.Н.Самохина, У.Т.Зокирова и др. Вместе с тем в мелиоративной практике широко распространены отстойники различных конструкций. Они достаточно подробно описаны в трудах И.А.Шнеер, Ю.А. Ибад-Заде, Р.Р.Чугаева, А.И.Арыкова. Особо подчеркивается, что достаточно много полезных свойств мелиоративных отстойников можно использовать для повышения эффективности работы вторичных отстойников систем биологической очистки сточных вод.

Установление гидродинамических параметров аэротенка и вторичного отстойника занимает особое место при их конструировании и повышении эксплуатационных качеств в процессе биологической очистки сточных вод. Этой актуальной проблеме также посвящено множество исследований, в частности, Н.Ф.Федорова, Ю.М.Крылова, Ю.М.Романовского, В.А.Вавилина, М.А.Евилевича, Л.А.Кульского и др. Теория гидродинамического процесса движения смеси, осаждения и взвешивания твердых в водном потоке частиц описаны в трудах А.М.Арифжанова, Д.Р.Базарова, Г.И.Шамова, Г.А.Тер-Абрамянц, И.И.Леви, В.С.Лапшенкова, К.Ш.Латинова, А.В.Караушева, А.А.Хамидова, и др. Основываясь на этих работах, а также исходя из своих результатов нами разработана математическая модель для описания гидродинамических процессов, протекающих в системах и во вторичных отстойниках биологической очистки сточных вод.

В третьей главе диссертации представлены результаты исследования гидравлических процессов перемешивания и движения сточной воды, ила и воздуха в условиях протекания биохимических процессов в аэротенках. Нами проведены численные эксперименты с использованием закона сохранения массы, описываемого следующим уравнением:

$$\Delta V \Delta L(x) = DS \left\{ \frac{\partial L(x + \Delta x)}{\partial x} - \frac{\partial L(x)}{\partial x} \right\} \Delta t - q [L(x + \Delta x) - L(x)] \Delta t - \Delta V_p(L(x)) \Delta t, \quad (1)$$

где ΔV - изменение элементарного объема смеси за время Δt с учетом диффузионного переноса; q - расход сточных вод, поступающих в аэротенк для биологической очистки; L - концентрация загрязнения; S - площадь поперечного сечения аэротенка; $\Delta V \Delta L(x)$ -изменение объемной концентрации смеси в аэротенке.

Здесь

$\left\{ qL(x) - DS \frac{\partial L(x)}{\partial x} \right\}$ - входящий в аэротенк поток; $\left\{ qL(x + \Delta x) - DS \frac{\partial L(x + \Delta x)}{\partial x} \right\}$ - выходящий из аэротенка поток; $\Delta V_p(L(x))$ -изменение объемной концентрации за счет химической реакции; D - коэффициент диффузии.

Численные эксперименты проводились при значениях $r=0,33$. $r=0,5$ коэффициента рециркуляции с целью уточнения оптимальных параметров аэротенка. Затем был осуществлен сравнительный анализ результатов численного эксперимента с измеренными данными.

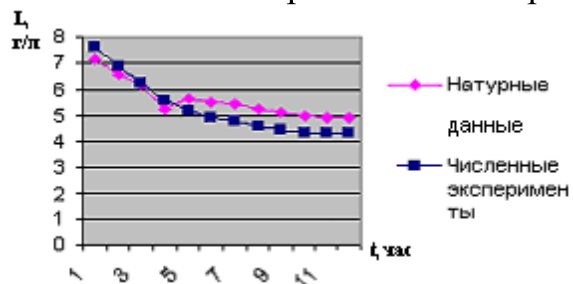


Рис.1. Изменение концентрации активного ила при $r = 0,33$, отклонение результатов 3, 8 %

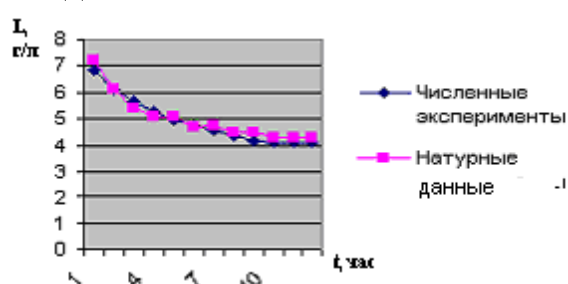


Рис.2. Изменение концентрации активного ила при $r = 0,5$, отклонение результатов 2,5%

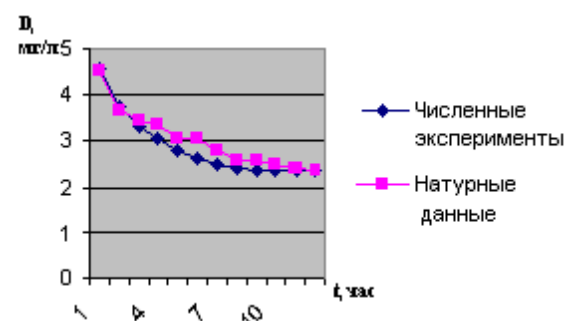


Рис.3. Изменение дефицита кислорода при $r = 0,33$, отклонение результатов 5,3%

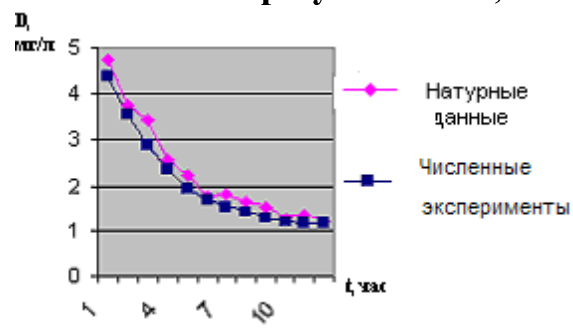


Рис.4. Изменение дефицита кислорода при $r = 0,5$, отклонение результатов 5,7%

На рис.1 и 2 показана независимость изменения концентрации активного ила от времени. Результаты сопоставления измеренных и расчетных данных свидетельствуют об удовлетворительной схожести. Отклонение составляет 2,5-3,8%.

На рис.3 и 4 приводится зависимость дефицита кислорода от коэффициентов рециркуляции. Сравнительный анализ измеренных и расчетных данных показывает удовлетворительную сходимость. Отклонение составляет 5,3- 5,7%.

Аппроксимация полученных кривых позволила получить аналитические выражения для расчета технологических параметров аэротенка.

Для коэффициента рециркуляции активного ила $r=0,33$ доза активного ила в различные моменты времени определяется по зависимости

$$a = 8 - \ln(x + \sqrt{x^2 + 1}), \quad (2)$$

а при $r=0,5$

$$a = 8 - 1,3 \ln(x + \sqrt{x^2 + 1}). \quad (3)$$

Дефицит кислорода для проведения нормальной очистки определяется

при $r=0,33$ следующим образом:

$$d = 4,8 - 0,75 \ln(x + \sqrt{x^2 + 1}) . \quad (4)$$

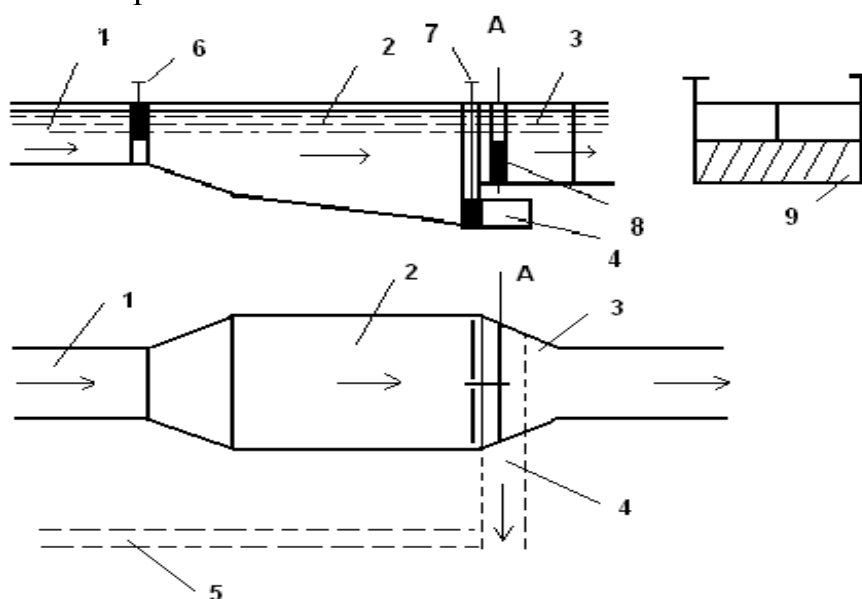
При $r=0,5$

$$d = 4,8 - 0,8 \ln(x + \sqrt{x^2 + 1}) . \quad (5)$$

Остаточное загрязнение определяется по формуле

$$L_t = 10 + 0,2 \bar{x} . \quad (6)$$

Аналитический обзор работ в этой области, а также проведенные экспериментальные и теоретические исследования автора показали необходимость совершенствования параметров вторичного отстойника. В качестве новой модификации вторичного отстойника нами предлагается схема, приведенная на рис.5.



1-приток сточной воды и иловой смеси; 2-камера отстойника; 3-отвод очищенной воды; 4-отвод ила; 5-циркуляционный ил; 6-затвор для регулирования подачи сточной воды и иловой смеси; 7-затвор для регулирования сброса иловой смеси; 8-автоматический водослив; 9-водосливной порог

Рис. 5. Горизонтальный вторичный отстойник

Затвор-6 новой модификации вторичного отстойника регулирует подачу сточной воды в отстойник. Водосливной порог регулирует отвод очищенной воды в водоемы либо на площади орошения. В зависимости от вариантов использования очищенной воды выбираются длина камеры отстойника и высота водосливного порога.

Расчетная зависимость для определения подачи сточной воды в горизонтальный отстойник определяется по следующей расчетной формуле затопленного истечения воды из-под затвора гидротехнического сооружения:

$$Q = \mu_0 \cdot \omega \cdot \sqrt{2g \cdot Z_0} , \quad (7)$$

где Q -пропускная способность щитового отверстия сточных вод; μ_0 -коэффициент расхода отверстия; ω -площадь отверстия для пропуска сточной воды; $g=9,81$ м /с²; Z_0 - разность уровней воды перед затвором и камерой отстойника.

Водосливный порог рассчитывается как неподтопленный водослив с тонкой стенкой по формуле

$$Q_r = m_{OH} \cdot 2b \cdot \sqrt{2g \cdot H^{3/2}} \quad (8)$$

где Q_r - пропускная способность водосливного порога; m_{OH} -коэффициент расхода; b - ширина отверстия; H - напор над порогом водослива;

Для расчета конструктивных параметров камеры отстойника необходимо исследовать кинематику движущегося потока сточной воды и ила, в частности, траектории осаждения частиц ила и их скорости их осаждения. Скорость потока смеси в камере отстойника регулируется положением затвора-б, установленного на входной части отстойника. Рассмотрим случай, когда камера отстойника имеет небольшой уклон дна, а подача концентрации ила и воды осуществляется равномерно и постоянно во времени. Тогда движение иловых частиц под действием силы тяжести и силы сопротивления, возникающих в процессе движения, будет описываться следующим уравнением:

$$C_2 \rho d^3 \frac{d\vec{V}_r}{dt} = \rho d^2 C_3 \left| \vec{V}_B - \vec{V}_r \right| (\vec{V}_B - \vec{V}_r) - C_2 \rho d^3 g \vec{k} \quad (9)$$

где C_2 -коэффициент гидродинамического сопротивления ила; d –диаметр частиц ила; $\vec{V}_r, \vec{V}_B$ –векторы скорости частиц ила и воды; C_3 равный $f_2 C_2$ - коэффициент сопротивления частиц ила в модели многофазной жидкой смеси, для частиц ила принято, что $C_2 = 0,8$; ρ_H - плотность ила; ρ_B - плотность воды; $\vec{k}$ -базовый вектор, который показывает векторную особенность силы тяжести частиц ила;

$\rho d^2 C_3 \left| \vec{V}_B - \vec{V}_r \right| (\vec{V}_B - \vec{V}_r)$ -вектор силы сопротивления со стороны

жидкости на частицы ила;

$C_2 \rho d^3 g \vec{k}$ -вектор силы тяжести частиц ила.

Начальными условиями для горизонтальной и вертикальной составляющих скоростей движения частиц ила будут при $t=0$

$$u_H|_{t=0} = f_2 V_A \cos \alpha \quad W_H|_{t=0} = -f_2 V_A \sin \alpha \quad (10)$$

Введя безразмерные параметры для скоростей движения и времени

$$\vec{V} = \frac{\vec{V}_H}{V_A}, \quad t = \frac{V_A}{g} \tau \quad (11)$$

уравнения (9) запишем в следующем виде:

$$\frac{d\hat{V}_H}{d\tau} = \Gamma \sqrt{(\hat{U}_B - \hat{U}_H)^2 + (\hat{W}_B - \hat{W}_H)^2} 2(\hat{\vec{V}}_B - \hat{\vec{V}}_H) - \hat{k} \quad (12)$$

где $\Gamma = f_2 \frac{V_A^2}{\rho g d_H}$ - принятое обозначение, а $\rho = \frac{\rho_b}{\rho_r}$ - безразмерный параметр плотности; τ - приведенное время, определяемое из (11).

Принимая во внимание (10), устанавливаем следующие начальные условия для решения уравнения (12):

$$U_H|_{t=0} = f_2 \cos \alpha, \quad W_H|_{t=0} = -f_2 \sin \alpha. \quad (13)$$

Предположим уклон дна незначительный, тогда в уравнении (12) квадратом вертикальной скорости пренебрегаем и решение уравнения (12) примет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \hat{U}_n(\tau) &= f_2 \cos \alpha + \frac{\Gamma \tau}{1 + \Gamma \tau} \\ \hat{W}_n(\tau) &= \frac{-f_2 \sin \alpha - \tau - \Gamma \frac{\tau^2}{2}}{1 + \Gamma \tau} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Система уравнений (14) представляет аналитические выражения изменений во времени горизонтальной и вертикальной составляющих скоростей движения частиц ила во вторичном отстойнике.

Для горизонтальных отстойников особое значение имеет установление траектории падения частиц ила. Она играет немаловажную роль в установлении длины камеры отстойника. Примем во внимание, что

$$\hat{U}_n(\tau) = \frac{d\hat{X}}{d\tau} \frac{1}{Fr}, \quad \hat{W}_n(\tau) = \frac{d\hat{Z}}{d\tau} \frac{1}{Fr} \quad (15)$$

где $Fr = \frac{W_A^2}{gH}$ - число Фруда.

Тогда уравнения для траекторий движения частиц ила в отстойнике запишем в виде

$$\frac{d\hat{x}_H(\tau)}{d\tau} = Fr \hat{U}_n(\tau), \quad \frac{d\hat{Z}_H(\tau)}{d\tau} = Fr \hat{W}_n(\tau) \quad (16)$$

где $\hat{x}_n(\tau) = \frac{x_H(\tau)}{H}$, $\hat{Z}_H(\tau) = \frac{Z_H(\tau)}{H}$ - безразмерные параметры отношения координат движения частицы на глубину потока в отстойнике.

Решая уравнения (16) при условиях

$$\hat{X}_H(0) = 0; \quad \hat{Z}_H = \hat{Z}_H(0) \quad (17)$$

получим следующую зависимость для описания траектории движения ила в камере отстойника:

$$\left. \begin{aligned} \hat{x}_H &= Fr \left[f_2 \cos \alpha + \tau - \frac{1}{\Gamma} \ln(1 + \Gamma \tau) \right] \\ \hat{Z}_H &= \hat{Z}_H(0) - Fr \left\{ \frac{\tau^2}{4} + \frac{\tau}{2\Gamma} - \frac{2\Gamma f_2 \sin \alpha - 1}{2\Gamma^2} \ln(1 + \Gamma \tau) \right\} \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Таким образом, предлагается система уравнений, позволяющая определить координаты движения частиц ила в камере отстойника во времени и установить изменение скорости частиц ила (14) и в безразмерной форме - траекторию осаждения частиц (18) в отстойнике.

В четвертой главе приводятся результаты лабораторных исследований функционирования биофильтра и натурных обследований очистных сооружений Салара г.Ташкента и г. Нуристан Нишанского района Кашкадарьинской области. Полученные параметры натурных обследований очистных сооружений позволили нам проанализировать численные результаты на математических моделях.

Для выполнения поставленных задач были сконструированы установки модели дисковых вращающихся биологических фильтров. Экспериментальная установка состояла из резервуара, имеющего вид прямоугольника длиной 0,5 м, шириной 0,54 м и высотой 0,3 м. Резервуар был разделен перегородкой на три секции, где на горизонтальном вале насажены диски. Горизонтальные валы с двух сторон посажены на подшипники. На эти горизонтальные валы в третьей секции посажены моховики с различными диаметрами для передачи вращательного движения, создаваемого потоком струи воды от диска через ременную передачу. В каждой секции в зависимости от эксперимента было установлено до 2-х барабанов с различными количествами дисков в барабане.

В третьем отсеке прямоугольного корыта установлены крыльчатки, с помощью которых лопастями на основе использования струи сточных вод создается вращательное движение. Для создания вращательного движения вала крыльчатки с определенной высоты через специальные насадки на лопасть крыльчатки подавалась вода через специальные насадки.

С целью определения необходимой мощности струи воды для вращения барабанов с дисками с различным числом оборотов, а также влияния различных конструкций на число оборотов дисков проводились эксперименты при наличии различного количества барабанов. Наряду с этим изучалось и влияние крыльчатки на число вращения, диаметра крыльчатки - на число оборотов барабана.

Учитывалось также влияние равномерности распределения биомассы на поверхность дисков и скорость вращения барабанов.

В результате проведенных исследований установлена зависимость скорости вращения крыльчатки от размеров и формы лопастей.

По результатам экспериментов установлены основные параметры потока и конструкции в целях использования энергии струи воды для вращения дисковых вращающихся биофильтров при очистке различных видов сточных вод.

Наряду с этим приведен численный эксперимент для случая, когда нет уклона $i=0$ или $\alpha=0$. Тогда, как установлено, система уравнений для вычисления координат движения частиц во вторичном отстойнике будет иметь следующий вид:

$$\hat{x}_H = Fr \left[(1 + f_1) \tau - \frac{1}{\Gamma} \ln(1 + \Gamma \tau) \right]$$

$$\dot{\hat{Z}}_H = \hat{Z}_H(0) - Fr \left\{ \frac{\tau^2}{4} + \frac{\tau}{2\Gamma} - \ln(1 + \Gamma \tau) \right\} \quad (19)$$

Численные эксперименты проведены для случая, когда скорость поступления смеси сточной воды к отстойнику определяется как истечение воды из-под затвора $V_A = \frac{Q_1}{\omega} = \mu_0 \sqrt{2gZ_0} = 0,4 \text{ м/с}$. При этом пропускная способность водослива в конце камеры отстойника имеет ту же величину, что и расход сточной воды, поступающей в отстойник.

Параметры для расчета отстойника принимаем из натурных наблюдений, установленных в процессе обследования очистных сооружений г.Ташкента и г. Нуристон Нишанского района Кашкадарьинской области:

Тогда расчетные уравнения принимают вид

$$\hat{x}_H = 0,00408 \left[505 \tau - \ln(1 + \tau) \right]$$

$$\dot{\hat{Z}}_H = \hat{Z}_H(0) - 0,00408 \left\{ \frac{\tau^2}{4} + \frac{\tau}{2} - \ln(1 + \tau) \right\} \quad (20)$$

Результаты вычисления скорости движения потока и скорости осаждения частиц приводятся на рис.6 и 7. Для наглядного выражения изменения скоростей движения и осаждения частиц ила во вторичном отстойнике построим графики изменения скоростей во времени в процессе движения смеси в камере отстойника.

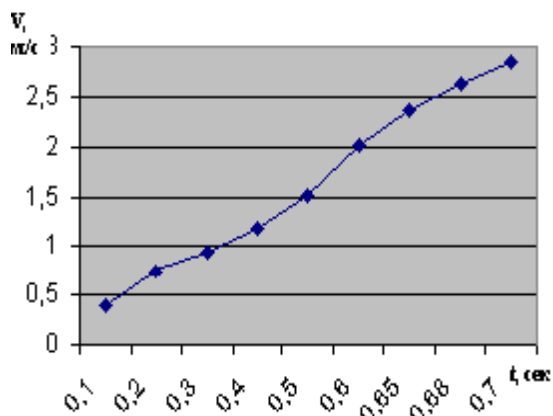


Рис.6. График изменения горизонтальной составляющей скорости

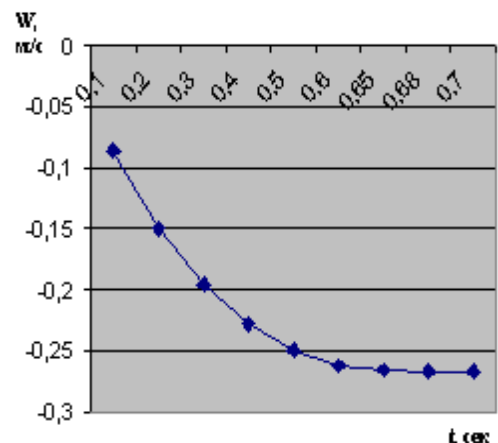


Рис.7. График изменения осаждения частиц ила в камере отстойника

Для построения траектории движения частиц ила в зависимости от параметров камеры отстойника - глубины и длины используем зависимость перехода зависимостей от безразмерного к размерному виду:

$$x_H(\tau) = H \hat{x}_H(\tau) \text{ и } Z_H(\tau) = H \hat{Z}_H(\tau).$$

При этом глубину потока на начальном участке камеры отстойника разобьем на отрезки величиной по 0,20 м. Проведем вычисление значений координат движения частиц x и z для точек, которые стартовались из этих отрезков глубин. При этом допускаем, что частицы ила совершают параллельно-струйное движение. Из-за неравномерности распределения скоростей по глубине, в этом случае частицы, движущиеся близко к свободной поверхности потока, совершают более длинный путь, чем частицы, которые двигаются близко ко дну камеры отстойника. В случае движения частицы с высоты 1м от порога камеры отстойника дальность полета частицы ила составляет 1,55 м. Чтобы придать универсальность выбранной модели отстойника, дно отстойника углубили на 0,40м по отношению к порогу отстойника. А горизонтальную ось координат провели на отметке порога камеры отстойника, поэтому значения вертикальных координат ниже порога отстойника получились с отрицательными знаками (рис.8).

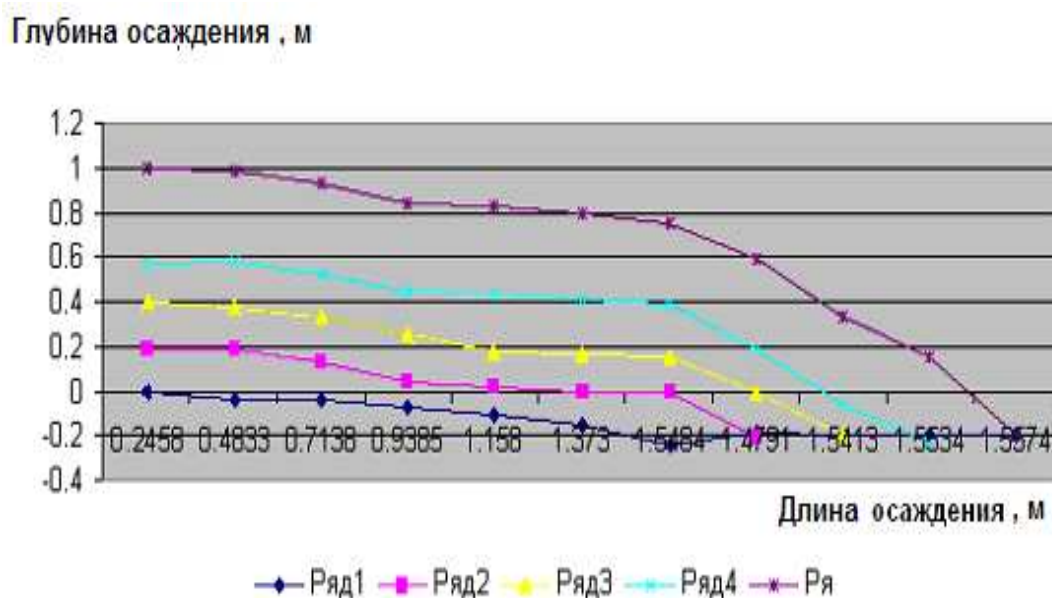


Рис.8. График траектории осаждения частиц ила

По результатам численных экспериментов и натурных исследований устанавливаются гидравлические параметры потока и конструкции вторичного отстойника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В составе формирующихся на территории Узбекистана 827 млн.м³/год сточных вод наряду с механическими и химическими компонентами загрязнения имеются и органические вещества. При этом органические вещества в бытовых сточных водах преобладают над другими компонентами загрязнения. В следствие несовершенства технологии

- большое количество органических веществ попадает в водные источники, что наносит серьезную угрозу здоровью населения и окружающей среде.
2. Установлены гидравлические особенности функционирования аэротенков, биофильтров и вторичных отстойников для очистки бытовых стоков с учетом совместного движения воды, ила и воздуха.
 3. По результатам численных экспериментов по параметрам $-\Delta V$ за время Δt с учетом диффузионного переноса ила и воздуха получим зависимости для расхода (дозы) активного ила, а также расхода кислорода для рационального функционирования аэротенка.
 4. Разработана математическая модель, описывающая процесс движения смеси ила и воды во вторичном отстойнике, что позволило получить аналитические зависимости изменений во времени концентрации ила во вторичном отстойнике. Результаты сопоставления расчетных и измерительных данных не более 6%.
 5. На основе натуральных параметров очистного сооружения г. Нуристон Нишанского района Кашкадарьинской области проанализированы результаты численных экспериментов, в результате которых установлены конструктивные параметры вторичного отстойника.
 6. Для повышения эффективности удаления ила после биологической очистки сточных вод предложена новая конструкция вторичного отстойника. Её преимущество состоит в следующем, затвор новой модификации вторичного отстойника на входе регулирует подачу сточной воды в отстойник, водосливной порог регулирует отвод очищенной воды в водоемы либо на площади орошения.
 7. Для повышения эффективности биологической очистки биофильтрами предлагается вращательный вариант биофильтра. При этом вращение активных элементов биофильтра осуществляется кинетической энергией, поступающей в систему очистки сточных воды.
 8. Отдельные результаты настоящих исследований использованы в проекте реконструкции очистных сооружений г.Карши и в совершенствовании очистных сооружений Кунградского содового завода, а также в учебном процессе при подготовке кадров по данному направлению.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ:

1. Буриев Э.С. Горизонтальный вторичный отстойник для очистки бытовых сточных вод //Узбекистон Аграр фани хабарномаси.-Тошкент, 2007. -№2. 22-25 б.
2. Буриев Э.С., Казаков Б., Курбанов К., Реимов Р. Биологик тозалаш иншоатида дискали айланали филтрларни конструкциялаш // Баркамол авлод йилига бағишланган Республика илмий - техника анжуманининг мақолалар тўплами. 2010й.20-22 май. – Қўнғирот, 2010. 214-215 б.
3. Зокиров У.Т., Бахрамов У.Б., Буриев Э.С. Один из методов сбережения питьевой воды в условиях Узбекистана //Архитектурно-строительная

- наука в развитии экономики Узбекистана. Тезисы докладов международного симпозиума.- Ташкент, 1994. - С. 106-107.
4. Зокиров У.Т., Буриев Э.С. Корхоналардан чиққан оқава сувларни ўта тозалаш //Меъморчиликка ва бинокорликка оид илмий ишлар тўплами. – Тошкент, 1995. 85-87 б.
 5. Зокиров У.Т., Буриев Э.С. Экспериментальное исследование возможности использования сточных вод для вращения дисков погружных фильтров //Сб. науч. трудов Архитектура ва қурилиш муаммолари. – Ташкент, 2002. - С. 114-115.
 6. Зокиров У.Т., Буриев Э.С. Сув таъминоти ва оқава сув тизимларининг асослари //Ўқув қўлланма. –Тошкент.: Билим, 2004. - 200 б.
 7. Махмудов Э.Ж., Буриев Э.С. Гидравлический расчет вторичного отстойника для очистки бытовых стоков //Узбекский журнал Проблемы механики. - Ташкент, 2007. - №2. - С. 24-28.
 8. Зокиров У.Т., Буриев Э.С., Мамажанов Т.М., Умаров А., Новые подходы к очистке питьевой воды //Архитектура-қурилиш фани ва давр.-Тошкент, 2009. 72 б.
 9. Буриев Э.С. Повышение эффективности функционирования вторичного отстойника системы биологической очистки бытовых стоков //Журнал архитектура, қурилиш дизайн. - Тошкент, 2010. -№2.109-112 б.
 10. Чурсина И.Я, Буриев Э.С. Республика шаҳарларида ичимлик сувларидан фойдаланиш // Сб. науч. трудов “Актуальные вопросы стройматериалов и особенности проектирования систем управления строительством”. -Ташкент, 1992. - С. 17-18.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Буриев Эшмурод Сатторовичнинг 05.23.16 – Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси ихтисослиги бўйича «Оқава сувларни биологик тозалаш тизимларини гидравлик ҳисоби ва фаолиятини такомиллаштириш» мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕ СИ

Таянч сўзлар: маиший оқава сувлар, гидравлика, азротенк, тиндиргич, лойқа, чўкиш, тозалаш, сув манбалари

Тадқиқот объектлари: маиший оқава сувлар, оқава сувларни биологик тозалаш тизимлари

Ишнинг мақсади: биологик тозалашнинг гидродинамик хусусиятларини аниқлаш, иккиламчи тиндиргичнинг конструкциясини такомиллаштириш ва тозалаш иншоотларини иш самарадорлигини ошириш.

Тадқиқот методлари: гидравлика ва гидробиологияда қўлланиладиган усуллар

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Иккиламчи тиндиргич такомиллаштирилди. Тозаловчи иншоотларда биологик тозалашнинг гидродинамик режими учун математик модели ишлаб чиқилган ва текширилган.

Амалий аҳамияти: Олинган математик моделлар биологик тозалаш тизимларининг гидравлик параметрларини аниқлашда, иккиламчи тиндиргич биологик тозалаш самарадорлигини ошириш учун ишлатилиши мўлжалланган.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: Ишнинг натижалари Қарши шаҳрида Осиё Тараққиёти Банки томонидан шаҳар тозалаш иншоотларини реконструкция қилишда фойдаланиш учун қабул қилинган.

Қўлланиш соҳаси: сув ва коммунал хўжалиги соҳалари, оқава сувларни тозалаш объектлари ва табиатни муҳофаза қилиш ташкилотлари.

РЕЗЮМЕ

диссертации Буриева Эшмурода Сатторовича на тему: «Совершенствование функционирования и методов гидравлического расчета систем биологической очистки сточных вод» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.16-Гидравлика и инженерная гидрология.

Ключевые слова: бытовые стоки, гидравлика, аэротенк, отстойник, наносы, осаждение, очистка, водные источники

Объекты исследования: бытовые стоки, система биологической очистки сточных вод

Цель работы: выявление гидродинамической особенности систем биологической очистки, совершенствование конструкции и повышение эффективности работы вторичного отстойника очистных сооружений

Методы исследования: Общепринятые методы в гидравлике и инженерной гидрологии.

Полученные результаты и их новизна: усовершенствована конструкция вторичного отстойника. Разработана и апробирована математическая модель гидродинамического режима биологической очистки бытовых стоков очистных сооружений.

Практическая значимость: полученные математические зависимости позволяют установить гидравлические параметры систем биологической очистки. Разработанная конструкция способствует повышению эффективности работы вторичных отстойников.

Степень внедрения и экономическая эффективность: результаты работы представлены Группой реализации проектов АБР, выполняющих проект реконструкции очистного сооружения г. Карши и в совершенствования очистных сооружений Кунградского содового завода.

Область применения: водное хозяйство, объекты для очистки сточных вод, коммунальное хозяйство и организация охраны природы.

RESUME

Thesis of Eshmurod Sattorovich Buriev on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in technic on speciality 05.23.16-Hydraulics and engineering hydrology, subject: "Upgrading of the operation and methods of the hydraulic calculation of the system of biological treatment of sewages".

Key words: domestic wastewater, hydraulics, aeration tank, clarifier, alluvium, sedimentation, treatment, water sources

Subjects of research: domestic wastewater, biological wastewater treatment system.

Purpose of work: to reveal hydrodynamic features of the biological treatment system, upgrading the designs and increasing an efficiency of the work of the secondary clarifier treatment systems.

Methods of research: Methods of the study received in hydraulics and hydrobiology.

The results obtained and their novelty: Developed and approved mathematical model of the hydrodynamic mode of biological treatment of domestic wastewater from treatment plant.

Practical value: Obtained mathematical dependencies allow in determining of hydraulic parameters of biological treatment, developed design promotes for increasing an efficiency of the work of secondary clarifier.

Degree of embed and economic effectivity: Results of the work have been presented of the Groups in realization projects of ADB, executing a project reconstruction of treatment plant in Karshi city

Field of application: Water communal economy branches, waste water cleaning objects and environment safety organizations.

Соискатель _____