

Це пояснюється високою кваліфікацією робітника, який виконував попередні розрахунки. Вразі, якщо розрахунки і задана глибина відрізняються між собою на величину більше допустимої, її потрі-

бно скорегувати з урахуванням отриманої Δh , а розрахунки повторити. На рис. 3 приведено повздовжній профіль русла р. Сухий Торець.

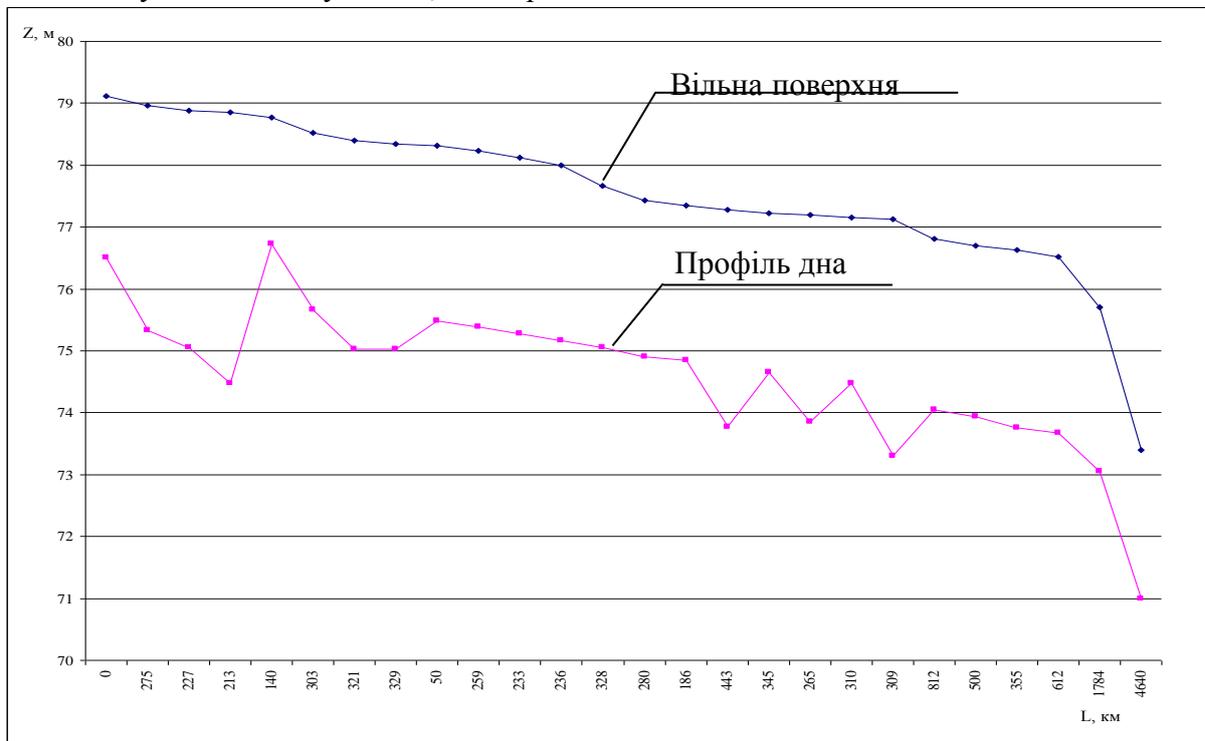


Рис. 3 - Повздовжній профіль р. Сухий Торець

Таким чином, на прикладі розрахунку параметрів поперечних перерізів р. Сухий Торець в разі його розчистки показано можливість використання метода Чарномського.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Чертоусов М.Д. Гидравлика, спеціальний курс, м-л, Госэнергоиздат, 1957, с. 96-98.
2. Константинов Н.М., Петров Н.А., Высоцкий Л.И., Гидравлика, гидрология, гидрометрия. М, Высшая школа, 1987. с. 33-60.
3. Великанов М.А. Динамика русловых потоков. М, Госиздат, 1955. с. 160-167.

УДК: 381.5:556.531:628.29

Бодик И.

Словацкий технологический университет, г. Братислава

Захарченко М., Рыжиков А., Мельник Л.

Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, г. Харьков

ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Состояние проблемы.

Сточные воды предприятий пищевой промышленности (молоко-, сыр- и винозаводов, кондитерских фабрик, мясокомбинатов и др.) характеризуются высокой концентрацией загрязнений. Поверхност-

ные сточные воды с территории аэропорта из-за наличия в них этиленгликоля (в составе антифриза для обработки самолетов) имеют БПК₅ до 200,000 мг\л. В табл. 1 приведен состав сточных вод ряда пред-

приятый (результаты исследований специалистами УкрНИИЭП за последние 20 лет)

Таблица 1 - Показатели качества сточных вод

| Вид производства, на котором формируются сточные воды | Показатели качества | | | |
|---|---------------------|--|--------------------------|--------|
| | pH | БПК ₅ , мгО ₂ /л | ХПК, мгО ₂ /л | Eh, мВ |
| Поверхностные сточные воды аэропорта | - | 40000-80000 | - | - |
| Винзавод | 5-6 | 2700-3200 | 8000-9000 | - |
| Спиртзавод | 4-5 | 12000-14000 | 30000-80000 | - |
| Сырзавод | 3-5 | 30000-40000 | 30000-50000 | 300 |
| Мясокомбинат | 6-7 | 2000-3000 | 3000-4500 | - |

Для повышения эффективности очистки таких сточных вод предлагается технология, на основе комбинации физико-химических (отстаивание, напорная флотация, обработка реагентами) и биологических (окисление микрофлорой в анаэробных и аэробных условиях) методов [1]. Таким образом, известные способы биологической очистки позволяют достичь требуемой степени очистки только при наличии нескольких ступеней обработки, которые обеспечивают смену биоценозов, при этом имеются проблемы из-за низкой эффективности функционирования микрофлоры. Все имеющиеся на сегодняшний день технологии очистки предполагают использование сложного оборудования (например, установки обратного осмоса), что приводит к повышению не только энергозатрат, но и капиталовложений.

В итоге, проблема очистки промышленных сточных вод с высокой степенью загрязнения сводится к разработке технологии очистки с минимальными затратами и обеспечение сохранения удобрительной ценности составляющих отходов производства.

На данный момент одним из требуемых решений проблемы очистки промышленных сточных вод, это использование анаэробных методов и соответствующего оборудования.

В Украине анаэробная обработка применялась в основном для очистки высококонцентрированных сточных вод, а также для обработки осадка последних. В коммунальном хозяйстве проводилась определенная работа по получению биогаза путем анаэробного сбраживания осадка в метантенках канализационных очистных сооружений. Во многих больших и средних городах Украины построены метантенки, однако они сегодня, практически, нигде не работают, за исключением, может быть, Бортнической станции аэрации в Киеве, производящей 2,0-3,0 м³ биогаза из 1,0 м³ осадка [2]. В Словакии тоже меньше чем на 10% городских очистных сооружений функционируют метантенки, производящие до 4м³ биогаза из 1 м³ осадка [3].

Известно, что из 1 м³ сточных вод, например, сырзавода можно получить больше 50 м³ биогаза. Построенные много лет назад метантенки постепенно разрушаются, новые не проектируются и не строятся. Почему так происходит? По нашему мнению есть 2 главные причины – дешевизна газа (но это уже в прошлом) и низкий выход биогаза из осадка бытовых сточных вод.

Методика исследований. Нами представлены результаты исследований, проведенных в Словакии (Словацкий технологический университет, г. Братислава) и Украине (Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, г. Харьков). Цель исследований – очистка сточных вод с высокой концентрацией загрязнения и резкое увеличение расхода биогаза, позволяющих обеспечить быструю окупаемость капитальных затрат.

Описание опытных установок.

Лабораторные установки в Словакии имели вид анаэробного реактора, объемом 18л, в которых поддерживался мезофильный режим - на разных стадиях от 37 до

42°C (благодаря наличию термостата TS-050 SRCI). Перемешивание обеспечивалось мешалкой ИКА RW, расположенной внутри реактора и включавшейся через каждые 30 минут на 15 минут работы. Расход биогаза измерялся лабораторным расходомером (рис. 1). Лабораторная установка в Украине (рис. 2) тоже имела вид анаэробного реактора, объемом 15 л, в котором поддерживался мезофильный режим при 39°C. Перемешивание обеспечивалось внешним насосом, с работой по 15 минут через каждые 2 час. Расход биогаза измерялся объемным методом.



Рис. 1 - Лабораторная установка в Словакии

Известно, что запустить биореактор (биогазовую установку) можно тремя способами: с использованием осадка действующей биогазовой установки, использованием осадка действующих очистных сооружений или на основе навоза крупного рогатого скота (коровы- предпочтительнее). Установки в Словакии использовали в качестве основы анаэробный осадок очистных сооружений, в Украине исследования проводили как с анаэробным осадком после очистных сооружений, так и со свежим коровьим навозом. В последнем случае выход установки на рабочий режим сокращался на 30%.



Рис. 2 - Лабораторная установка в Украине

Целью исследований было снижение высокой концентрации загрязнений в сточных водах – сыворотки сырзавода (в Украине и Словакии), поверхностного стока аэропорта, отходов ресторанов и растительного жира (в Словакии).

Результаты исследований. Как уже упоминалось, старт биогазовых установок проводился на основе загрузки анаэробного ила после городских очистных сооружений в биореактор. Биогаз начинал формироваться практически сразу, но его состав и расход менялись в процессе эксперимента. Расход достаточно быстро стабилизировался, а концентрация метана в биогазе выходила на желаемые 50-70% не ранее чем через 2-4 недели. После относительной стабилизации расхода (при исследовании в Словакии стабилизация расхода при загрузке только анаэробного ила наступила на 10-11 день) в установку добавлялись исследованные сточные воды.

Как видно из рис.3, расход биогаза увеличивался после добавления сточных вод в несколько раз, доходя до 100-130 м³ биогаза с 1 м³ сыворотки и даже до 550 м³ биогаза с 1 м³ антифриза (поверхностный сток с аэродрома). Эффективность очистки исследованных сточных

вод достигала 80%[4], что позволяет доочищать эти воды до действующих нормативов на сброс в обычных аэротенках или сооружениях фиторемедиации [5,6].

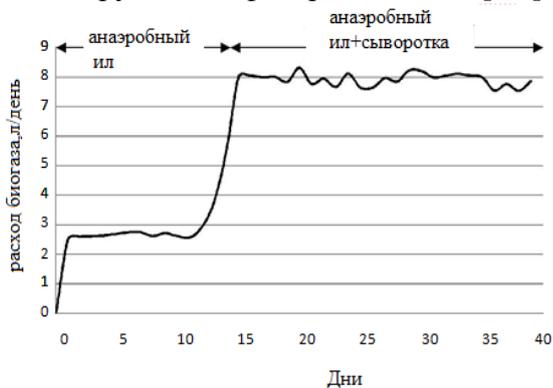


Рис. 3 - График расхода биогаза в биогазовой установке, работавшей на основе анаэробного ила с добавлением сыворожки [3].

Анализ **практического применения** биогазовых установок для очистки высококонцентрированных сточных вод и сопутного получения биогаза показал, что реально действующих установок в Украине немного [7]. Практически все они построены заграничными фирмами, их режим эксплуатации при этом остается закрытым (ноу-хау!) [8]. Однако существует ряд установок отечественного производства, и имеются специалисты, опыт которых позволяет строить, запускать в эксплуатацию (наиболее ответственный этап!) и эксплуатировать установки, очищая сточные воды, получая биогаз и удобрения. Небольшие установки в личных хозяйствах запущены на основе бытовых отходов и коровьего навоза. При этом обоснованные рекомендации по запуску таких установок отсутствуют, а запущены они в эксплуатацию исключительно благодаря личной настойчивости авторов, методом проб и ошибок.

Выводы и рекомендации.

1. Выполненные исследования показали, что очистка сточных вод с высокой концентрацией загрязнения возможна с использованием анаэробных реакторов.
2. Запустить биореактор (биогазовую установку) можно тремя способами: с использованием осадка действующей установки и наращиванием осадка на

основе анаэробного осадка действующих очистных сооружений или навоз крупных рогатых животных

3. Использование анаэробных биореакторов с загрузкой высококонцентрированными сточными водами позволит получить биогаз в значительных объемах.

4. Действующих установок по очистке загрязненных сточных вод и получению биогаза в Украине очень мало и, в основном, это установки импортного производства.

5. Широкому внедрению биогазовых установок препятствуют высокие капитальные затраты на импортное оборудование, а также отсутствие обученного персонала для запуска и эксплуатации установок.

6. Проведенные исследования позволили получить необходимые представления, обеспечивающие возможность строительства, запуска и эксплуатации биореакторов украинского производства. При этом широкое внедрение должно идти двумя путями: для промышленных объектов и для личных хозяйств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Лихачев Н.И., Ларин И.И., Хаскин С.А. и др./ Под общ. ред. В.Н. Самохина.-2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1981.- 639с.,ил.*
2. *Відходи Бортницької станції аерації перетворюються на доходи. // – Дзеркало тижня. – 20-26.01.2001. – № 3 (327).*
3. *Bodík I., Sedláček S., Kubaská M., Hutnan M.. Perspectives of Biogas Production from Restaurant Waste on Slovak Municipal Wastewater Treatment Plants. 37th International Conference of SSCHE, May 24–28, 2010, Tatranske' Matliare, Slovakia*
4. *Bodík I., Hutňan M., Sedláček M. & Kubaská M. Biogas production on Slovak municipal wastewater treatment plants. Vodní hospodářství 59(11), 2009, pp. 1–3.*
5. *Мельник А. П., Сенишин Я. И.. Перспективи одержання похідних вуглеводнів і паливного газу з вітчизняної сировини// Питання розвитку газової промисловості України.- Х.:УкрНДІгаз, 2007.- В 35.-С. 81-86.*
6. *Захарченко М.А., Мельнік Л.В., Сланко М.М., Рижкова М.М. Використання методів фі-*

- торемедіації при очищенні інфільтрату полігонів твердих побутових відходів.//IX Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» :Зб.наук.ст. у 2-х т. Т.2./УкрНДІЕП.-Х.;Райдер, 2013.-С.245-249.*
7. Кізеєв М. Д., Кухар А. М., Швороб С. В. Тех-

- ніко-економічна оптимізація проектних рішень для будівництва та реконструкції систем водовідведення. //Вісник СХУ ім. В. І. Даля. – 2007. – № 4 (110). Ч. 2. – С. 86-91.*
8. Gilcrease P. C., Shur G. W.. *Биогенный метан – энергоресурс будущего// Нефтегазовые технологии. -2008. -№3.-С.16-19.*

УДК 519.6:504.3.054

Беляев Н.Н., Затынайченко Д.О.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАССЕЙВАНИЯ АЭРОИОНОВ В ПОМЕЩЕНИИ МЕТОДОМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Введение. В настоящее время повышенное внимание уделяется проблеме обеспечения нормального аэроионного режима (в первую очередь – обеспечение необходимой концентрации отрицательных аэроионов) на рабочих местах [1,2,4,5]. Для решения этой задачи в помещениях устанавливаются аэроионизаторы, генерирующие поток аэроионов. Но концентрация аэроионов, при работе аэроионизатора, в различных точках помещения будет различной. На рассеивание аэроионов будет оказывать влияние целый ряд факторов: мебель, наличие в помещении источников генерации положительных ионов и т.д. В этой связи становится крайне важным прогноз концентрации аэроионов различного знака, как во всем помещении, так и в конкретных зонах, с целью реального обеспечения требуемых параметров микроклимата там, где находятся люди. Решение данной задачи может быть найдено с помощью метода математического моделирования. Для практики важно иметь математические модели, позволяющие прогнозировать аэроионный режим (АР) в помещениях с учетом основных физических факторов, влияющих на процесс рассеивания аэроионов в помещении.

Анализ публикаций. Для теоретического решения рассматриваемой задачи в Украине используются аналитические модели. Данные модели построены на основе аналитического решения одномерного

уравнения переноса примеси [2,3] или на основе аналитических зависимостей и полуэмпирических формул, полученных для свободных турбулентных струй [4,5]. Данные модели дают возможность оперативно рассчитать концентрацию аэроионов в помещениях с учетом скорости воздушного потока, диффузии, интенсивности эмиссии аэроионов. Но данные модели не учитывают следующие факторы:

1. Наличие в помещениях различного рода препятствий - мебели, оборудования, влияющих на формирование поля скорости воздушного потока в помещении, а значит – на распределение аэроионов в нем.

2. Положение отверстий приточно-вытяжной вентиляции в помещении и режим вентилирования помещения.

3. Наличие в помещении источников эмиссии положительных ионов, что приводит к необходимости учета их влияния на концентрацию отрицательных аэроионов.

Целью работы является разработка CFD модели для прогноза аэроионного режима в помещениях, и позволяющей при моделировании учитывать: положение отверстий приточно-вытяжной вентиляции, режим воздухообмена, размещение оборудования в помещении, его форму, режим эмиссии аэроионов в помещении и пылевое загрязнение воздушной среды в помещении.

Моделирующие уравнения. Для моделирования процесса переноса аэроионов в помещении (как положительных ионов,