

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГЛУБОКОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ АКТИВНОГО ИЛА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Нездойминов В.И., Чернышев В.Н., Зятина В.И.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка, Украина [vexaking@inbox.ru](mailto:vexaking@inbox.ru)

*The process of deep mineralization of excess activated sludge of city treatment facilities, by means of an extended aerobic-anaerobic treatment, studied the main factors affecting the system are defined and counted.*

### Введение

Классические биологические очистные сооружения не могут работать без активного ила. Именно с его помощью происходит биохимическое окисление органического вещества из сточных вод – непосредственно биологическая очистка. Активный ил – биоценоз зоогенных скоплений (колоний) бактерий и простейших организмов, которые участвуют в очистке сточных вод [1].

Соответственно, при протекании процесса очистки сточных вод в сооружениях биологической очистки поддерживается оптимальная концентрация активного ила. Но при этом активный ил, как и любые другие живые организмы, растет, избыток его нужно выводить, обезвоживать и утилизировать.

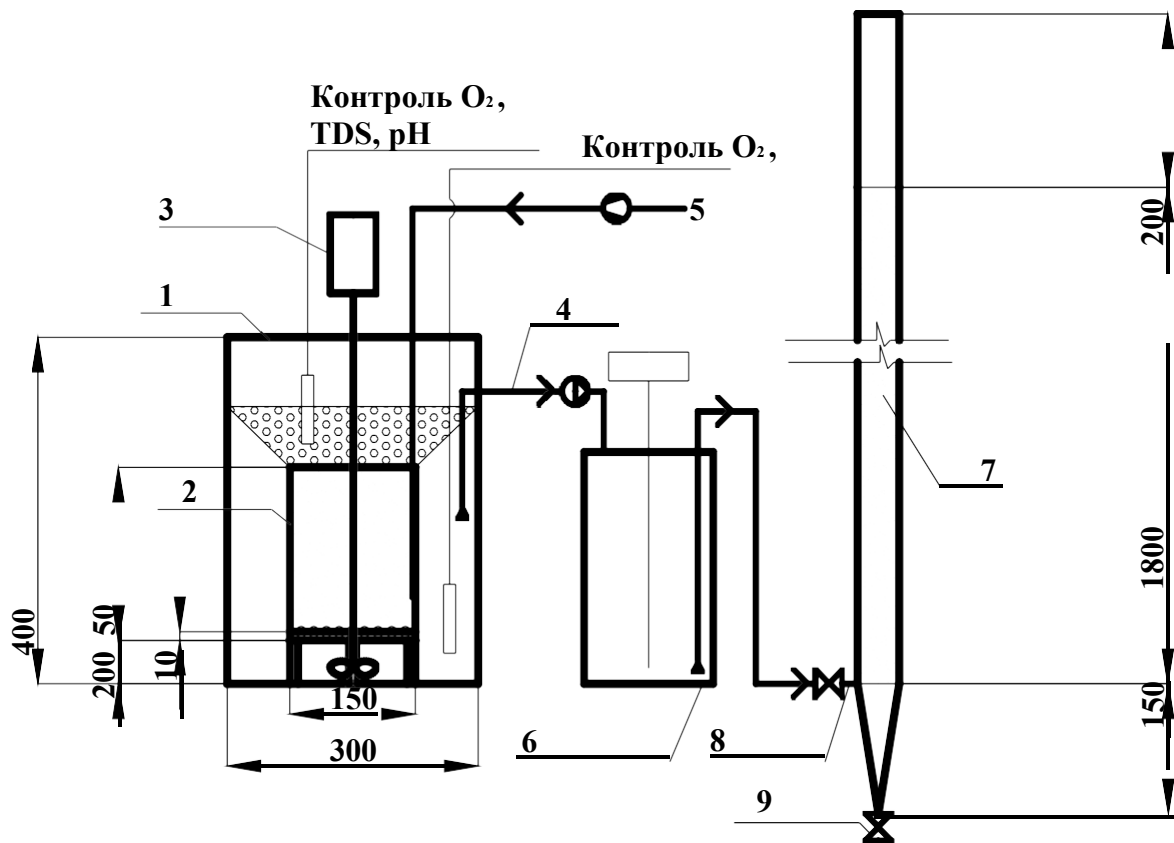
Активный ил содержит очень много белка и фосфора и без кислорода воздуха моментально загнивает. Поэтому его утилизация в более теплых и технологически развитых странах предполагает сбрасывание в метантенках с последующим обезвоживанием и уплотнением осадка [2]. Также активный ил является очень ценным удобрением, т.к. имеет в своем составе все вышеперечисленные компоненты, позволяющие эффективно повышать производительность сельскохозяйственной деятельности.

Тем самым возникает необходимость в усовершенствовании существующих и поиске и разработке новых существующих технологий обработки осадков хозяйственно-бытовых сточных вод, а конкретно – активного ила. Основной источник финансовых затрат существующих технологий обработки осадка сточных вод – это эксплуатация и содержание сооружений завышенного объема, также затраты на электроэнергию при транспортировке большого количества данных стоков. Кроме того, отведение значительного количества полезной площади города на складирование и стабилизацию обработанного осадка [3]. Поэтому основной целью данного исследования являлось подтверждение возможности минимизации объемов осадка от сооружений полной биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.

### Основная часть

Поскольку существует серьезная проблема с непрерывным увеличением площадей иловых площадок, хранящих в себе тысячи тонн отходов индустрии очистки сточных вод. Также серьезные трудности и материальные затраты несет за собой обработка отходов данного характера [5].

Поэтому, для реализации проекта минимизации объема сбрасываемого избыточного активного ила, была создана экспериментальная лабораторная установка (рис. 1), основной целью которой была имитация процесса одноиловой минерализации избыточного активного ила станции очистки сточных вод г. Зудербург (Германия).



1 – корпус минерализатора с одноиловой системой обработки; 2 – погружная колонна; 3 – погружная мешалка, число оборотов (150 RPM); 4 – иловая смесь на флотационную обработку; 5 – подача воздуха, 2–5 мг/л; 6 – сатуратор напорной флотации; 7 – флотационная колонна (напорной флотации); 8 – подача насыщенной иловой смеси; 9 – отвод обработанной иловой смеси

**Рисунок 1** – Схема экспериментальной установки исследования процесса минерализации активного ила

Описание эксперимента заключается в следующем: процесс биологического окисления (минерализации) избыточного активного ила заключается в использовании органической части клеток организмов обрабатываемого ила в качестве питательной среды для сформировавшейся группы микроорганизмов, способных к активному существованию в данной среде [4]. Данные группы бактерий развиваются лишь при соблюдении определенных условий культивирования, т.е. регулярного внесения дополнительного «питания», в данном случае свежая порция избыточного активного ила действующих очистных сооружений города [6], а также поддержание стабильного режима подачи кислорода и перемешивания объема экспериментальной установки.

Еще одной основной задачей данного опыта является определение наиболее оптимальных составляющих процесса илоотделения с целью возврата «полезной» биомассы для дальнейшей обработки в сооружении.

Также одной из задач было определение эффективности протекания процесса минерализации активного ила и основные сопутствующие параметры протекания процесса: удельная скорость окисления органической части осадков, изменение структуры и свойств хлопка активного ила и его изменение при увеличении концентрации рабочей смеси [5]. Еще один параметр выступающий индикатором процесса минерализации, это изменение величины общего азота (N, мг/л), определяемый суммой всех форм присутствующего азота,

приведенного в формуле (1):

$$N = NO_3 + NO_2 + NH_4 + N_{org}, \text{ (мг)}, \quad (1)$$

где N - величина общего азота, мг/л;  $NO_3$  – величина азота нитратов, мг/л;  $NO_2$  – величина азота нитритов, мг/л;  $NH_4$  – величина содержания азота аммонийного, мг/л;  $N_{org}$  – величина общего органического азота, мг/л.

Параметры, контролируемые в комплексном исследовании: концентрация растворенного кислорода для различных зон, солесодержание, интенсивность перемешивания минерализатора, ХПК подаваемой и обрабатываемой смеси, азот  $NO_2$ ,  $NO_3$ ,  $NH_4$ , содержание фосфора, иловый индекс, рабочая температура установки, изменение pH обрабатываемой и подаваемой жидкости, структурные изменения хлопка активного ила с течением времени, время обработки смеси и рабочее давление флотационной установки, концентрация активного ила подаваемой и отводимой смеси, а также его зольность.

Серия данных лабораторных исследований проводилась на протяжении трех месяцев, во время которых был ряд химических и микроскопических анализов [5, 7].

Согласно результатов, проводимой серии экспериментальных исследований, описываемых процессов были построены графические зависимости (рис. 2–4), которые позволяют полностью оценить эффективность работы и выделить наиболее важные параметры работы сооружения.

Необходимо отметить основной факт, который позволяет получить положительный результат в экспериментальных исследованиях, – осуществление непрерывного перемешивания в аэробном реакторе. Именно это позволяет способствовать выделению продуктов процесса денитрификации в атмосферу. В результате можно отметить, что основные параметры работы илоотделителя методом напорной флотации являются: рабочее давление флотатора (3,5–4,0 атм), время насыщения обрабатываемой жидкости в сатураторе установки (до 10 мин, с обязательным интенсивным перемешиванием всего объема, для интенсификации процесса растворения кислорода в рабочей жидкости), эффективное время илоотделения во флотационной камере (до 1 часа). Данные параметры эффективны для минерализованного активного ила и не проверялись для избыточного активного ила городских очистных сооружений [4].

Данные лабораторные исследования показали, что по отношению к обычной аэробной стабилизации осадка, продленная аэробная минерализация имеет ряд достоинств, позволяющих более полно обрабатывать осадок городских очистных сооружений.

Описанное преимущество можно объяснить характерным повышением концентрации взвешенных веществ в сооружении аэробной минерализации, которое происходит не пропорционально поступлению избыточного активного ила на обработку (рис. 2), соответственно происходит биологическое разрушение органической части активного ила, скорость которого требуется уточнить дальнейшим расчетом в следующих работах. После чего будет возможно контролировать количество поступающего на минерализацию активного ила, без его накапливания. Данное предположение подтверждается повышением содержания твердой фазы осадка, находящегося в сооружении аэробной минерализации (рис. 3).

Также был проведен подсчет баланса входящего, потребленного и отходящего общего азота, определяемого формулой 1. Это позволяет прогнозировать эффективность и количество потребления общего азота.

По данным расчетам можно построить зависимость длительности обработки от количества потребленного азота по сравнению с поступившим на обработку (рис. 4).

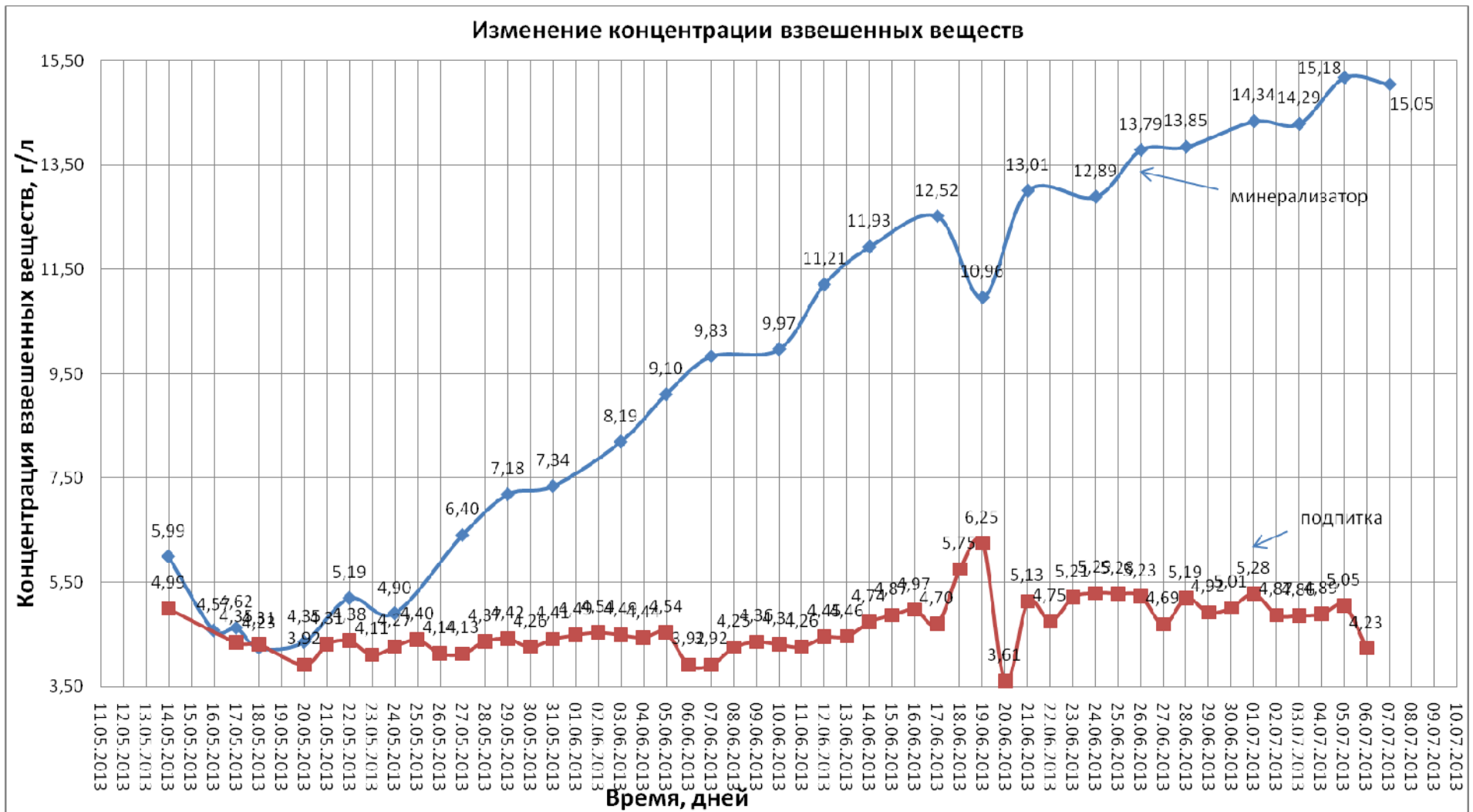
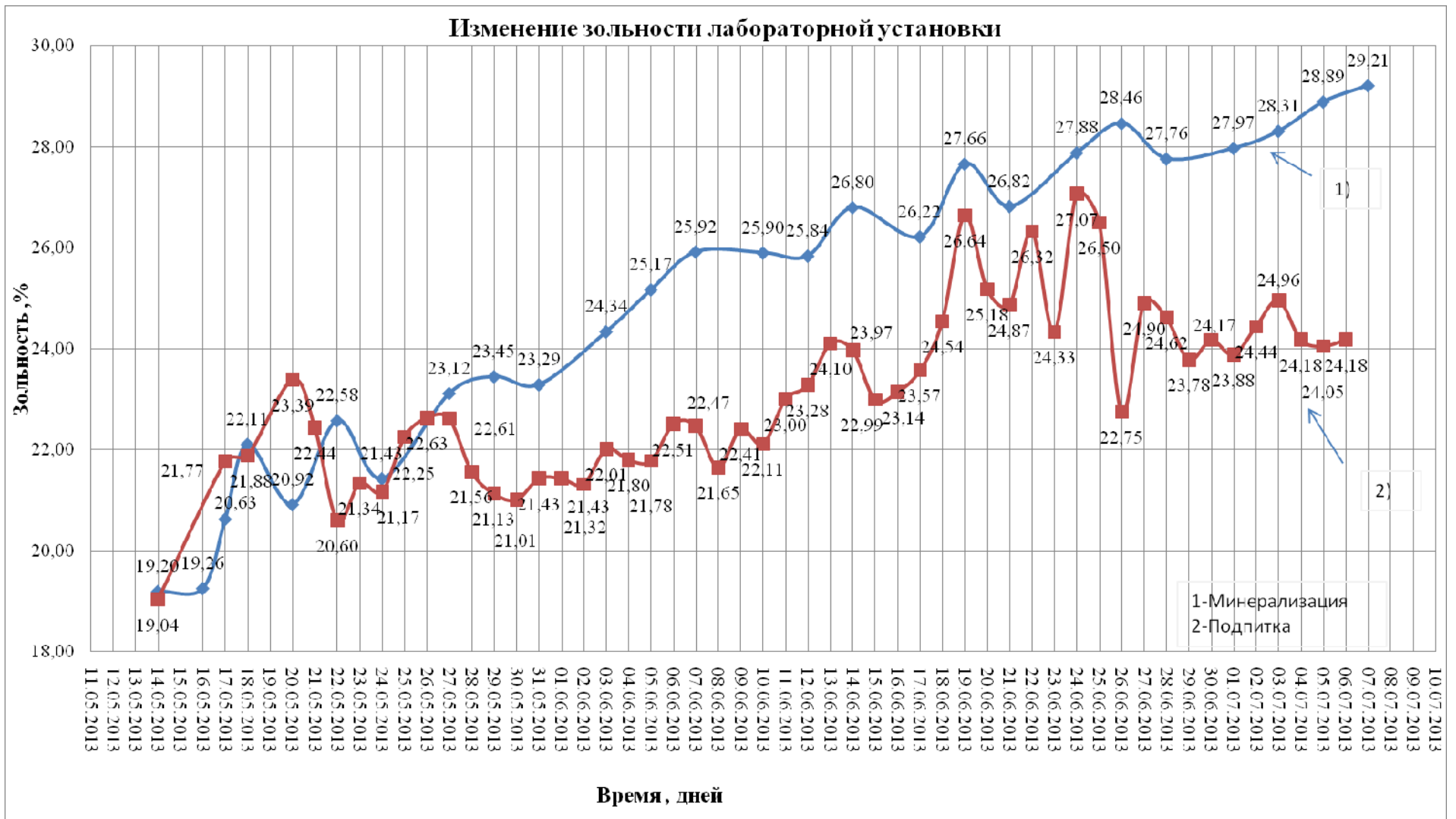
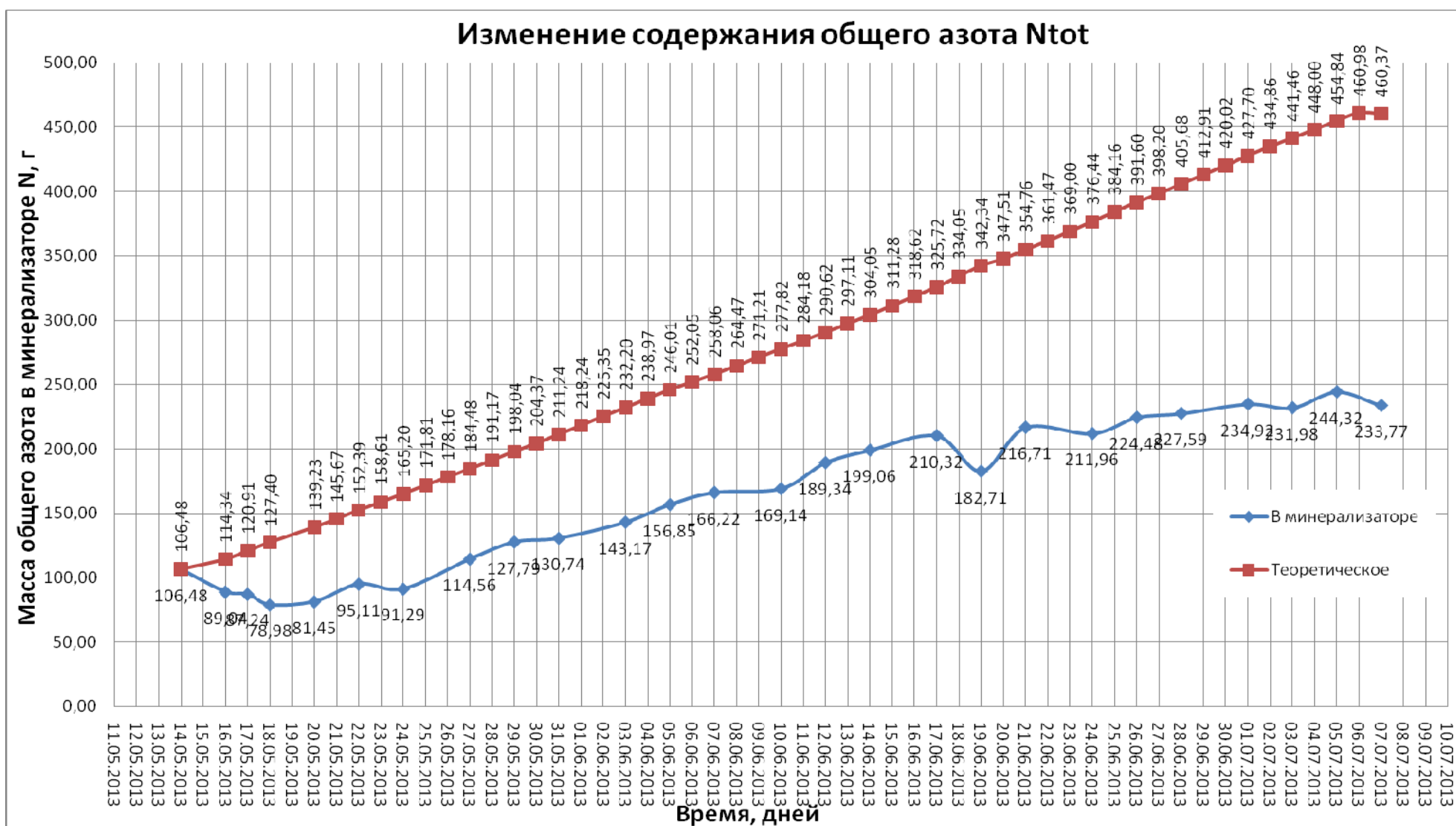


Рисунок 2 – Изменение концентрации взвешенных веществ с течением времени в минерализаторе



**Рисунок 3 – Изменение зольности осадка в минерализаторе**



**Рисунок 4 – Изменение концентрации группы азотов, поступивших в минерализатор, по отношению к обработанным группам**

## **Заключение**

1. На основе данных лабораторных экспериментов, с использованием лабораторно смоделированной копии установки, с использованием избыточного активного ила реальных очистных сооружений города были получены основные параметры работы сооружения минерализации осадка, такие как интенсивность увеличения концентрации поступающей на минерализацию биомассы, а также прогнозирование потребления органического азота, образующего основную составляющую белковой части органической части хлопка активного ила;

2. Установлены оптимальные рабочие характеристики работы напорной флотации без рециркуляции рабочей жидкости, такие как рабочее давление во флотаторе (3,5–4,0 атм), время насыщения обрабатываемой жидкости в сатураторе флотационной установки (до 10 мин, с обязательным интенсивным перемешиванием всего объема, для интенсификации процесса растворения кислорода в рабочей жидкости), эффективное время илоотделения во флотационной камере (до 1 часа);

3. Исследована тенденция изменения структуры хлопка минерализованного активного ила с течением времени и установлено, что во время продолжительной обработки смеси, плотная и геометрически правильная структура хлопка избыточного активного ила переходит в слегка вытянутую, эллипсовидную форму. Что также подтверждается увеличением значения показателя илового индекса системы (до начала обработки и в подпиточной воде 115 мл/г, а после обработки поднимается в среднем до 130 мл/г), а микробиологический состав изменяется в сторону практически полного удаления простейших форм микроорганизмов и пропорционального прироста «старого», имеющего большой возраст активного ила. Именно это и способствует возникновению возможности проведения минерализации избыточного активного ила;

4. Увеличение зольности исследуемого активного ила и значительное увеличение зольности отводимой иловой воды свидетельствует о выведении продуктов распада окисляемой биомассы и выведением ее за пределы сооружения по обработке осадка;

5. В дальнейших работах планируется произвести расчет удельной скорости окисления биологически окисляемой части минерализуемого активного ила, а также скорость потребления группы азотов в сооружении. Дать конструктивные параметры минерализатора и провести эксперименты по эффективности работы флотации с рециркуляцией осадка.

## **Список литературы**

1. Варфоломеев, С.Д. Биотехнология. Кинетические основы микробиологических процессов [Текст]: учебное пособие / С.Д. Варфоломеев, С.В. Калюжный. – М.: Высш. школа, 1990. – 296 с.

2. 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.

3. Утилизация осадков городских сточных вод / А. Делалио, В.В. Гончарук, Б.Ю. Корнилович [и др.] // Химия и технология воды. – 2003. – Т. 25. – № 5. – С. 458–464.

4. Чернышев, В.Н. Биотехнология глубокой минерализации осадков городских сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов / В.Н. Чернышев, В.Ф. Кизжаев // Вода, экология, общество: материалы III Междунар. науч. практ. конф. / Харьковская национальная академия городского хозяйства. – Х.: ХНАГХ, 2010. – С. 133.

5. Betriebsprobleme auf Kläranlagen durch Blähschlamm, Schwimmschlamm, Schaum; Prof. Dr.-Ing. Dr. phil. Sabine Kunst, Dr.-Ing. Helmer, Dr. –Ing. Silke Knoop; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000. – 175 p.

6. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, George Tchobanoglous, Franklin L. Burton, H. David Stensel, McGraw Hill Higher Education; Medcalf & Eddy ink.; 4th edition, 2002. – 1819 p.

7. Jeppsson, U. Modelling aspects of wastewater treatment processes [Текст]: Ph.D. thesis / Department of Industrial Electrical Engineering and Automation, Lund Institute of Technology, U. Jeppsson. – Sweden, 1996. – 428 p.

УДК 626.86

## **ПАРАМЕТРЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНО-ВОЗДУШНОГО РЕЖИМА ПОЧВ И РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ И РЕЖИМА ОСУШЕНИЯ И ПОДПОЧВЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ**

**Паллу Л.Н., Черенков А.В., Рокочинский А.Н.**

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно, Украина, pryhodko\_natalia@ukr.net

*This paper describes the data control water-air regime of soil and providing payment bits and pieces of technology and subsoil moisture regime on drained lands.*

### **Введение**

Направленность и степень влияния на естественный водный режим при мелиорации чрезмерно увлажненных земель должны отвечать решению главной задачи – созданию за счет реализации гидромелиоративных мероприятий благоприятного режима увлажнения активного корнеобитаемого слоя почвы с соблюдением экологических требований. Для получения наибольшей отдачи от мелиорованных земель на всех стадиях проектирования и эксплуатации систем необходимо как можно больше учитывать местные условия. Поэтому для каждой зоны должны быть разработаны рекомендации по регулированию водного режима разных типов почв с учетом конкретных климатических, гидрологических, гидрогеологических и других условий.

В данной работе представлены технологии регулирования водного режима почв на осушительно-увлажнительных системах при их осушении предупредительном шлюзовании и подпочвенном увлажнении.

В целом, систематический гончарный дренаж на переувлажненных почвах хорошо справляется со своей главной задачей – снижением уровня грунтовых вод (УГВ) и отводом избыточной влаги из корнеобитаемого слоя в предпосевной период.

В условиях работы дренажа только в режиме осушения в средние по влажности и засушливые периоды вегетации происходит снижение УГВ на системе до 1,4...1,6 м. При этом большую часть вегетационного периода грунтовые воды залегают на глубине, превышающей границу нормы осушения, что значительно ухудшает условия водного питания растений и снижает их урожайность.