

**Степанов О.В.***Коммунальное предприятие «Харьковводоканал»**(ул. Университетская, 37/39, Харьков, 61002, Украина; e-mail: [aktarocca@gmail.com](mailto:aktarocca@gmail.com))*

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Неэффективная работа очистных сооружений приводит к невыполнению нормативов на сброс в водный объект. Использование коагулянтов и флокулянтов не решает проблемы повышения эффективности т.к. реагенты обладают негативными свойствами воздействия на биологию. Компанией VTA Austria разработаны современные реагенты, основанные на нанотехнологиях и биологически разлагаемых полимерах. Использование современных комплексных реагентов позволит повысить эффективность очистных сооружений и выполнить нормативы на сброс. Использование комплексных реагентов компании VTA Austria позволит решить ряд проблем: экономия электроэнергии, сокращение технических расходов, выполнение нормативов ПДК и ПДС, экологическую.

**Ключевые слова:** биологическая очистка, эффективность, коагулянты, флокулянты, BiokatP500, NanoflocA644.

При очистке различных типов сточных воды, как и во многих других технологических процессах, возникают большие затруднения с выполнением нормативов ПДК-Это связано с многими факторами такие как: Неравномерность гидравлических нагрузок, низкая эффективность очистных сооружений, высокие концентрации загрязнений в сточной воде и изменение биологии очистных сооружений. Возникает вопрос о модернизации очистных сооружений и определения эффективной схемы очистки сточных вод.

Основной проблемой выбора схемы очистки сточных вод является блок биологической очистки сточных вод. Как правило существует ряд разработанных программ, помогающих просчитать количество сооружений, габаритные размеры, время пребывания и т.д.

Но с учетом реализации проектов и вложенных колоссальных средств и сил эксплуатация сталкивается с новыми трудностями. Затруднения выражаются в стабильности выполнения нормативов сточных вод или недостаточности эффективности технологической схемы очистки сточных вод.

Интенсификация таких процессов во многих случаях может быть достигнута за

счет укрупнения частиц в агрегаты под действием коагулянтов и флокулянтов и особенно их смесей.

Все реагенты, применяемые в технологии коагуляционной очистки сточных вод, принято разделять на коагулянты и флокулянты.

К коагулянтам относят низкомолекулярные гидролизующиеся в воде неорганические электролиты (как правило, соли алюминия или железа), способные нейтрализовать заряд взвешенных частиц, в результате чего происходит агрегация (укрупнение) частиц. В последние годы к коагулянтам стали относить органические низкомолекулярные полиэлектролиты со 100% содержанием ионогенных групп.

Флокулянтами обычно называют вещества, которые образуют хлопья за счет связывания частиц полимерными мостиками без изменения электрических свойств системы. Однако в настоящее время известно большое количество ионогенных высокомолекулярных флокулянтов, макромолекулы которых заряжены положительно или отрицательно, а, следовательно, при их применении агрегация частиц может происходить вследствие электростатических взаимодействий.

В настоящее время на практике применяются различные схемы, сочетающие в себе биологический процесс и химическое

осаждение. Такое совмещение процессов позволяет добиться более высокого качества очищенной воды, чем при применении одного из них. По мере того как совершенствуется процесс биолого-химической очистки, совершенствуются и реагенты, применяемые для осуществления этого процесса. Схемы биолого-химической очистки воды различаются местом введения реагента и составом самого реагента. Так, в настоящее время на практике применяются следующие схемы биолого-химического удаления фосфатов:

- предварительное удаление фосфора на ступени механической очистки;
- обработка реагентом биологически очищенной сточной жидкости;
- дозирование реагента непосредственно в аэротенк (симультанное осаждение) – наиболее рациональный способ применения реагента при биологической очистке. Опыт показал, что при применении такой схемы улучшаются седиментационные свойства активного ила.

Однако, когда реагент вводят в систему, где идет биохимический процесс, следует принять меры к тому, чтобы скорость образования твердых веществ в результате действия химических реагентов не превышала скорость образования активного ила в биохимическом процессе.

Химические реагенты (коагулянты и флокулянты) для коагулирования загрязнений сточных вод, используемые в новых технологиях, не являются биологически легко разлагаемыми соединениями. Адсорбируясь активным илом и циркулируя в системе, эти вещества вызывают стойкую интоксикацию гидробионтов активного ила, что сопровождается аллогенной сукцессией и формированием специфичного биоценоза с преобладанием мелких жгутиковых и незначительным количеством инфузорий-бактериофагов, нитчатых бактерий. Реакцией бактериальных популяций активного ила на присутствие в обрабатываемом стоке токсичных химических реагентов является выделение большого количества полисахаридного геля (он служит защитной реакцией бактерий на присутствие в среде обитания токсикантов), что увеличивает

иловый индекс и затрудняет оседание ила во вторичных отстойниках (рис. 1-2).

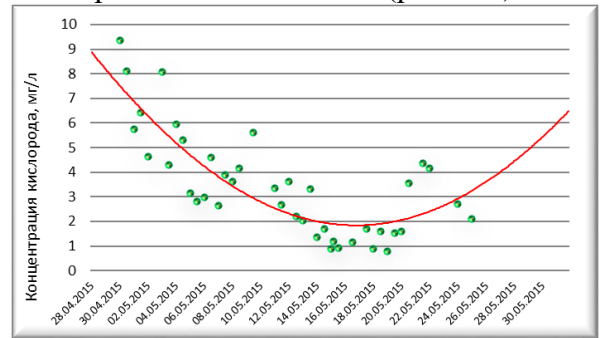


Рис. 3. Динамика изменений концентрации кислорода в аэротенке с добавлением  $Al_2SO_4$ .

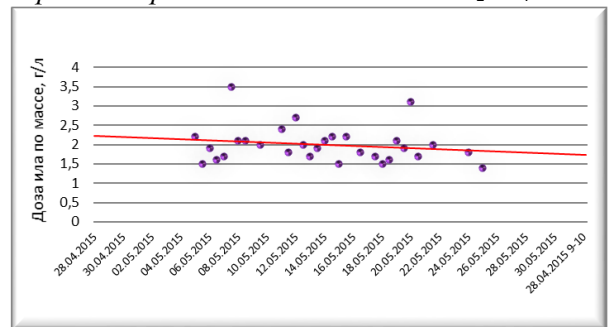


Рис. 4. Динамика изменения дозы ила по массе с добавлением  $Al_2SO_4$ .

Компанией VTA AustriaGmbH (Австрия) разработаны инновационные продукты Nanofloc A644 и Biokat P500. Данные продукты способны практически полностью очистить воду даже от самых тяжелых и токсичных соединений. Согласно проведенных лабораторных и промышленных испытаний, продукты Nanofloc A644 и Biokat P500 оптимизируют работу очистных сооружений при этом не нарушается биологический процесс очистки. Продукты Nanofloc и Biokat – реагенты разработанные на основе нано технологий биологически разлагаемых полимеров.

В состав реагента Biokat P 500 компании VTA AustriaGmbH входят коагулянты и флокулянты (окси хлорид железа (II), эпихлоргидрин-диметиламин сополимер, полиалюминиягидрохлорид) [1]. Из литературы [9, 10] известно, что полезным оказывается использование смешанных коагулянтов - смеси солей алюминия и железа, а также замутнителей и флокулянтов. Соли железа гидролизуются в большей степени и являются центрами коагуляции, в результате которой образуются плотные, крупные и достаточно прочные хлопья.

Флокулянты способствуют укреплению частиц, что благоприятствует их коагуляции, при этом значительно повышается скорость седиментации.

**Возможности реагентов Nanofloc A644 и Biokat P500:**

- увеличение скорости осаждения активного ила;
- улучшение свойств активного ила (рис. 3);

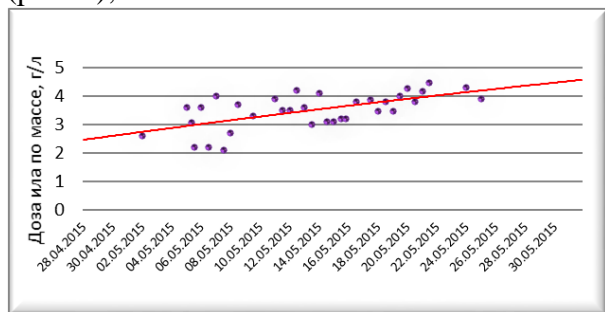


Рис. 3. Динамика изменения дозы ила по массе с добавлением VikatP500.

- образование устойчивых и компактных хлопьев ила за короткое время;
- улучшение передачи кислорода (рис. 4);

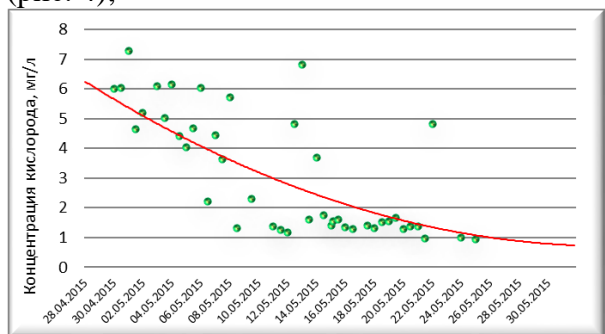


Рис. 4. Динамика изменений концентрации кислорода в аэротенке с добавлением VikatP500.

- повышение окислительной способности биологической очистки;
- уменьшение количества микрозагрязнений;
- повышение содержания сухого вещества;
- осаждение тяжелых металлов;
- удаление запахов на очистных сооружениях;
- улучшение процесса обезвоживания осадка.
- преципитация появления нитчатых бактерий;

- не являются токсинами для простейших бактерий;

Nanofloc A644 и Biokat P500 при лабораторных и промышленных испытаниях показывают очень хорошие результаты касательно осаждения ила, снижения содержания фосфатов и азотной группы. Процесс осаждения улучшается на 80%, (рис. 5-6), при удалении фосфатов в очистных сооружениях различной сложности, по удалению нефтепродуктов (улучшение составило более 50%). Скорость осаждения взвешенных веществ в воде сокращается, в результате чего повышается производительность и стабильность работы очистных сооружений. Добавление продуктов VTA даёт прирост производительности до 60-70%, улучшает процесс обезвоживания осадков до 40%, снижает содержание фосфатов до 18 раз. На примере расчетов, проведенных во время испытаний на очистных сооружениях Украины, экономия составляет до 40%.



Рис. 5. Концентрация ионов аммония в очищенной сточной воде

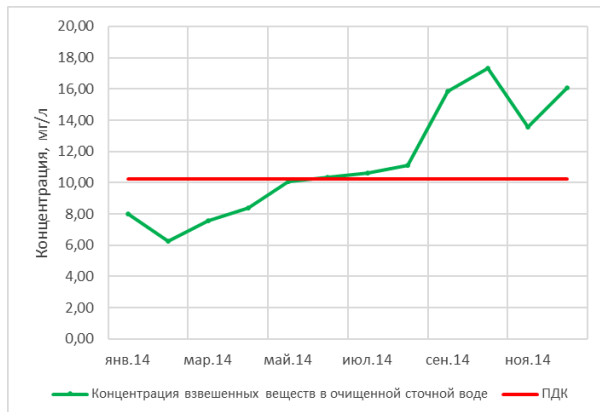


Рис. 6. Концентрация взвешенных веществ в очищенной сточной воде

Проведенные лабораторные и промышленные испытания в Киеве, Днепропетровске, Одессе, Харькове, Тернополе, Ивано-Франковске, Черкассах, Кривом Роге, Запорожье и др. подтвердили эффект от применения реагентов австрийской компании VTA.

В итоге решаем комплексно ряд актуальных проблем:

- энергетическую - путем сокращения потребления энергетических ресурсов, в т.ч. электроэнергии;

- экономическую - сокращение текущих расходов эксплуатации, отсутствие штрафных санкций со стороны контролирующих органов;

- технологическую - путем оптимизации режима эксплуатации технологического оборудования достижение выполнения нормативов ПДК и ПДС;

- экологическую - путем улучшения состояния окружающей среды;

- снижение капитальных затрат на реконструкцию для повышения эффективности очистных сооружений.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Сироткин А.С., Киримина Т.В., Сиблева Л.М., Кобелева Й.В. Оценка энергосбережения станции аэрации в процессах биологической очистки сточных вод с применением комплексного реагентного препарата. // Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда, 2015. - №2. – 99.
2. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. - М.: АСВ, 2004. – 704 с.
3. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. - М.: Акварос, 2003. - 512 с.
4. Кузнецов А.Е. Научные основы экобиотехнологии: учеб. пособие: в 2 т. Т.1 / А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. -629 с.
5. Терентьев В.И. Биотехнология очистки воды. В 2-х ч. Ч. 1. / В.И. Терентьев, Н.М. Павловец. - СПб.: Гуманистика, 2003. - 272 с.
6. Москвитин Б.А., Мироничин Г.М., Москвинин А.С. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений. М.: Стройиздат, 1984. – 192 с.

7. Найденко В.В., Кулакова А.П., Шеренков И.А. Оптимизация процессов очистки природных и сточных вод. М.: Стройиздат, 1984. - 152с.
8. Николаев А.Я. Биологическая химия. М.: Мед. информ. агенство. 1998. - 494с.
9. Обработка и удаление осадков сточных вод В 2-х т. Пер. с англ. Т.А. Катюхиной, И.Н. Чубрановой, И.Х. Заена - М.: Стройиздат, 1985. - 236 с.
10. Henze M., Grady C.P.L., Gujer W., Marais G. v. R., Matsu T., Activated sludge model No. 1. IAWPRC, London (1986). (IAWPRC Scientific and Technical Petort No. 1).
11. Henze M., Gujer W., Mino T., Matsuo T., Wentzel M. C., Marais G.V.R., Activated sludge model No. 2. IAWQ, London (1995). (IAWQ Scientific and Technical Reports No. 3).
12. Reichert P., Ruchti J., AQUASIM-Computer programme for simulation and data analysis of aquatic systems: User manual. EAWAG, Diibendorf, Switzerland (1994).
13. Gujer W., BollerM., A mathematical model for rotating contactors. Water Sci. Technol., 22, (1/2), 53-73 (1990).
14. Boller M.,Gujer W., Nitrification of tertiary trickling filters following deep-bed filters. Water Res. 20, 1363-1373 (1986).

**Степанов О.В. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД.** Неефективна робота очисних споруд призводить до невиконання нормативів на скидання у водний об'єкт. Використання коагулянтів і флокулянтів не вирішує проблеми підвищення ефективності тому реагенти мають негативними властивостями впливу на біологію. Компанією VTA Austria розроблені сучасні реагенти, засновані на нанотехнологіях і біологічно розкладаються полімери. Використання сучасних комплексних реагентів дозволить підвищити ефективність очисних споруд і виконати нормативи на скидання. Використання комплексних реагентів компанії VTA Austria дозволить вирішити ряд проблем: економія електроенергії, скорочення технічних витрат, виконання нормативів ГДК і ГДС, екологічну.

**Ключові слова:** біологічна очистка, ефективність, коагулянти, флокулянти, BiokatP500, NanoflocA644.

**Stepanov O.V. INCREASE THE EFFICIENCY OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT.** Inefficient operation of treatment facilities leads to non-compliance with regulations

on the discharge into the water body. The use of coagulants and flocculants does not solve the problem of increasing efficiency as Reagents have a negative impact properties biology. Company VTA Austria developed modern reagents, based on nanotechnology and biodegradable polymers. Using modern complex reagents will increase the efficiency of treatment facilities and carry out regulations for discharge. The use of complex reagents

companies VTA Austria will solve a number of problems: energy savings, reduced maintenance costs, the performance of Maximum Permissible Concentration standards and Maximum permissible discharge, ecological.

**Key words:** biological purification, efficacy, coagulants, flocculants, BiokatP500, NanoflocA644.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-93-3-236-240  
УДК 628.196;168.3

**Назаренко О.М., Назаренко І.А.,**

*Запорізька державна інженерна академія,  
(пр. Соборний, 226, Запоріжжя, 69006, Україна; e-mail: [alexnazar75.an@gmail.com](mailto:alexnazar75.an@gmail.com))*

**Копачова Л.А.**

*Запорізький трансформаторний завод  
(вул. Дніпровське шосе, 3, Запоріжжя, 69600, Україна; e-mail: [lyudmilakopakova@gmail.com](mailto:lyudmilakopakova@gmail.com))*

### МОДЕЛЮВАННЯ СТАЛОСТІ ВОДНО-ХІМІЧНОГО РЕЖИМУ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

Виконано моделювання критичних температурних режимів використання повторної води на технологічні цілі. Отримано числові характеристики режимів роботи системи залежно від міри забрудненості ресурсу та якості живильної води. Запропоновано в якості заходу економії ресурсів поточний он-лайн моніторинг поверхневих вод.

**Ключові слова:** повторна вода, карбонатні відкладення, температура води, якість охолодження, швидкість теплоносія, продувка системи, коефіцієнт випаровування, малорозчинні сполуки, напір води, трубопровід.

**Вступ.** Зміни клімату та підвищення температури існування суспільства на різних материках має неоднозначний вплив на різні сектори господарювання. Глобальне потепління є однією з головних загроз для сталого розвитку і, як наслідок, одне з найважливіших екологічних проблем в останні десятиліття, що впливають на економіку, здоров'я та соціальне забезпечення. Тому необхідно визначити фактори впливу глобального потепління на біорізноманіття, продуктивність народного господарства, сталий розвиток громади та провести аналіз технічних заходів. У частному випадку річкові екосистеми, зміни частоти опадів, кислотність, температура води, вітру, розчинений CO<sub>2</sub> і солоність, в поєднанні з антропогенними поживними речовинами та забруднення токсинами, можуть впливати на якість поверхневої води.

#### **Матеріали та методи дослідження.**

У роботі виконано дослідження методами активного експерименту в польових умовах та обчислення за допомогою ПЕОМ.

**Результати дослідження.** Тривалість зими в природному розумінні скоротилася, наприклад, в Чернігівській області, з 120-140 до 80-90 діб. Зима в Україні стала винятком - цей період рідко триває більше 30 днів. А в 2000 році на півдні України середньодобова температура круглий рік трималася вище 0°C. Існує класифікація зим за суворістю залежно від накопичених за зиму негативних температур. У зимові місяці велика частина часу припадає на відлиги.

У зв'язку з цими метеорологічними фактами питання енергозбереження на підприємствах набирає значних обертів управлінням ресурсозбереженням. Підвищення тарифів на енергоносії, в цих умовах, створює умови для відносного не використання