

УДК 628.33

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗА СЫРОГО ОСАДКА НА ДЕФОСФОТАЦИЮ СТОЧНЫХ ВОД

А.В. ГАЛУЗО

(Витебскводоканал);

канд. техн. наук, доц. В.Д. ЮЩЕНКО

(Полоцкий государственный университет)

*Исследуется гидролиз сырого осадка на очистных сооружениях канализации города Витебска. Представлена технология ацидофикации сырого осадка первичных отстойников, позволяющая повысить концентрацию легкоокисляемых органических соединений в сточной воде, необходимых для интенсификации биологического процесса глубокого удаления фосфора. Отработана методика исследований, проведены эксперименты. Анализ полученных результатов показал, что применение процесса ацидофикации сырого осадка повышает эффективность очистки сточных вод от биогенных элементов и является перспективным технологическим приемом на очистных сооружениях.*

**Ключевые слова:** процессы дефосфотации, сточные воды, биогенные элементы, сырой осадок, ацидофикация, дефосфотация.

Решение проблемы охраны и рационального использования водных ресурсов неразрывно связано с проведением комплекса мероприятий по предотвращению загрязнения водных источников. В последние годы стало очевидным отрицательное воздействие биогенных элементов (азота и фосфора), поступающих со сточными водами в водоемы. Удаление азота и фосфора из сточных вод может быть осуществлено различными способами: физико-химическими, химическими и биологическими.

Непрерывно ужесточающиеся требования к качеству очищенных сточных вод требуют модернизации существующих технологических схем очистных сооружений. На очистных сооружениях Республики Беларусь все большее распространение находят технологические схемы с позонным разделением аэротенка на процессы нитри-денитрификации и биологической дефосфотации. Это наиболее доступный для практической реализации и экономически выгодный метод удаления биогенных элементов. В результате нитри-денитрификации аммонийный азот превращается в нитратный, а затем в молекулярный азот, удаляемый при аэрации в атмосферу. На стадии денитрификации (биовосстановления нитратов до молекулярного азота) биоокисление органических веществ осуществляется не кислородом, а нитратами, что позволяет сократить расход аэрирующего воздуха и затраты на аэрацию.

Технология биологической дефосфотации приводит к повышенному потреблению фосфатов, которые выводятся из системы обработки стоков вместе с иловой смесью. При этом фосфор накапливается в клетках фосфорных бактерий в виде гранул полифосфатов. Создание условий для удовлетворительного протекания данных процессов каждой стадии будет существенно влиять на окончательный результат очистки сточных вод от фосфорных соединений.

На эффективность удаления фосфора влияют:

- содержание летучих жирных кислот (ЛЖК);
- соотношения БПК:ХПК (биохимического и химического потребления кислорода), С:Р, БПК:Р, БПК:N;
- температура;
- содержание кислорода;
- величина окислительно-восстановительного потенциала.

Экспериментально доказано, что для удаления в процессе денитрификации 1 кг азота в виде нитратов требуется добавлять 4...6 кг легкоокисляемой органики, а для удаления 1 кг растворенных форм фосфора из сточных вод необходимо вносить 10 кг легкоокисляемой органики [1].

При недостаточном содержании легкоокисляемой растворимой органики возможно применение следующих методов:

- исключение из технологической цепочки первичных отстойников;
- добавление в биологический реактор готовых химических соединений или их растворов, например метанола;
- проведение гидролиза сырого осадка с подачей в биологический реактор осветленных сточных вод, содержащих высокие концентрации легкоокисляемой органики.

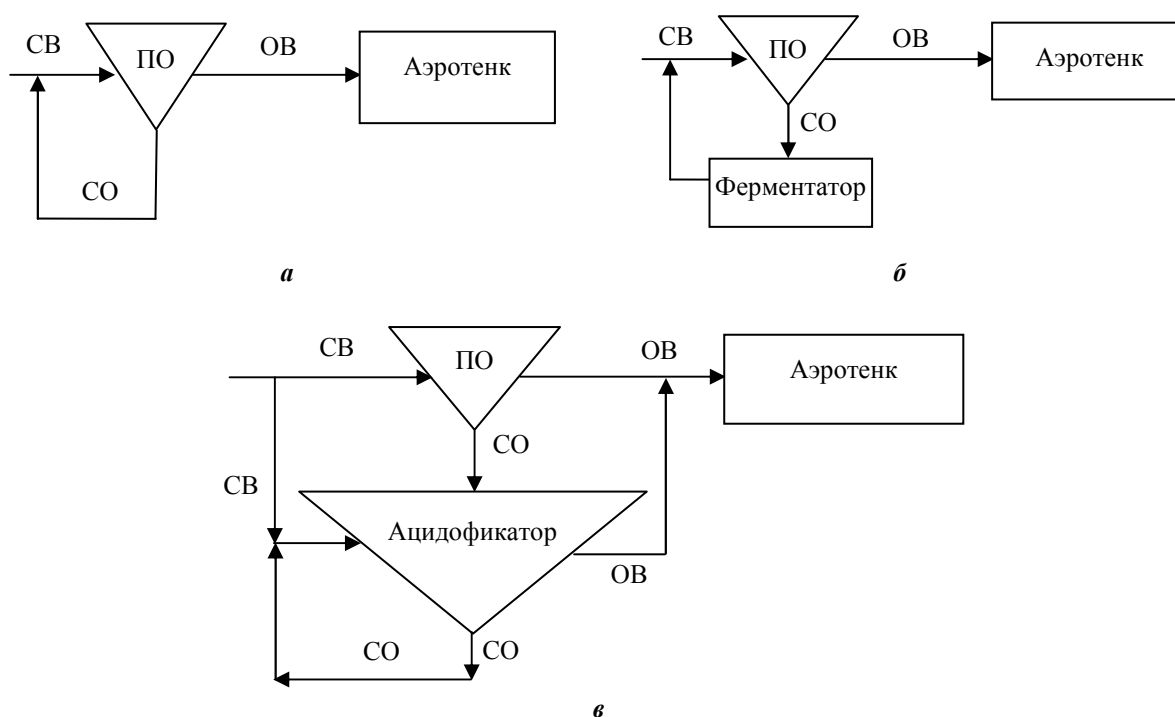
Процесс анаэробного сбраживания сырого осадка – наиболее перспективный метод для повышения эффективности протекания биологических процессов. С его применением на очистных сооружениях можно решить ряд вопросов, возникающих в процессе очистки:

- оздоровление активного ила в случаях нарушения флокулообразования, седиментации, так как ил обеспечен легкоокисляемой органикой;

- снижение токсического воздействия на активный ил промышленных токсикантов за счет анаэробного разложения их в процессе брожения;
- глубокое удаление всех биогенных элементов, включая соединения серы и фосфора за счет обеспечения анаэробной зоны восстановителями;
- улучшение влагоотдающих свойств сырого осадка и снижение его объема;
- интенсификация биологической очистки на сооружениях малой канализации.

В анаэробных условиях углеродосодержащие органические вещества сырого осадка разлагаются с образованием жирных кислот, спиртов, углекислоты, окиси углерода, воды, водорода и метана. При брожении жиров вначале образуются летучие жирные кислоты, которые затем при помощи метанобактерий разлагаются до метана и углекислого газа. Азотсодержащая органика разлагается с образованием аммиака и свободного азота, серосодержащая – с образованием сероводорода. Нерастворимые органические вещества сырого осадка в результате анаэробного сбраживания трансформируются в легкоокисляемую органику.

Процесс гидролиза сырого осадка может быть реализован по разнообразным технологическим схемам. Процесс ацидофикации сырого осадка на очистных сооружениях возможно организовать в существующих действующих отстойниках либо в дополнительно построенных сооружениях – ацидофикаторах (рис. 1, а, б, в). Первичный осадок может быть также гидролизован в отдельном уплотнителе на потоке первичного осадка.



СВ – сточная вода; ОВ – осветленная вода;  
СО – сырой осадок; ПО – первичный отстойник

Рисунок 1. – Варианты организации гидролиза сырого осадка

Эффективность удаления фосфора из сточных вод при использовании схем биологической очистки составляет: без ацидофикации 60...70%; с предварительной ацидофикацией – 70...90%; с последующим применением реагентов – 80...95% [2].

Исследования по возможному внедрению технологии ацидофикации сырого осадка проводились на реальной сточной воде станции аэрации.

Существующая в настоящее время технологическая схема очистки сточных вод состоит из таких основных узлов, как механическая очистка, биологическая очистка совместно с вторичным отстаиванием, обеззараживание и выпуск очищенных стоков в Западную Двину.

Предварительное осветление сточных вод осуществляется на решетках и песколовках и далее – в четырех первичных радиальных отстойниках. При этом используются три отстойника диаметром 28 м и один отстойник диаметром 30 м. Сырой осадок направляется на иловые площадки.

После механической очистки осветленные воды подвергаются биологической очистке в аэротенках-вытеснителях двухкоридорного типа (50% от общего стока) и комплексных сооружениях биологической очистки – биоблоках [3].

В ходе внедрения технологии ацидофикации были изменены эксплуатационные режимы первичных отстойников. Три отстойника диаметром 28 м продолжали выполнять функцию осветления сточной воды, один отстойник диаметром 30 м был переведен в режим уплотнения ила для процессов ацидофикации. В отстойнике-ацидофикаторе устанавливается дополнительное оборудование для циркуляции сырого осадка внутри сооружения. Схема организации процесса представлена на рисунке 2.

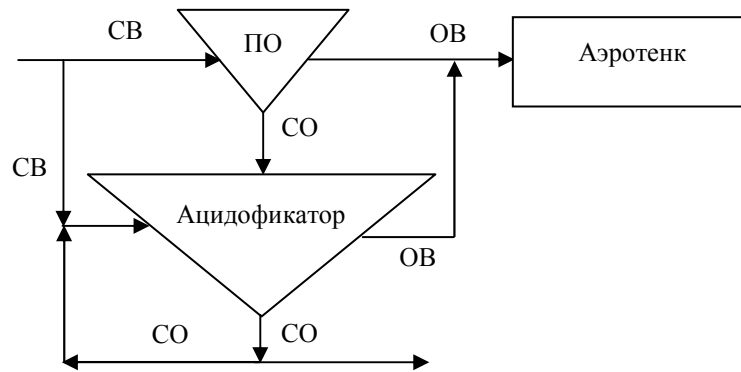


Рисунок 2. – Технологическая схема организации процесса ацидофикации на очистных сооружениях города Витебска

Осветленная вода после всех первичных отстойников, смешиваясь, поступает в камеру и с высоким содержанием легкоразлагаемой органики распределяется по сооружениям биологической очистки.

Объем подаваемых сточных вод на отстойник-ацидофикатор меньше, чем на отстойниках в обычном режиме; контролировался по температуре в сооружении и взвешенным веществам. Осадок отгружался из отстойников и осветлителей ежедневно, из отстойника-ацидофикатора – в зависимости от контрольных показателей.

В процессе эксперимента температура в сооружениях (осветлителях и ацидофикаторе) оставалась постоянной  $+15...16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что является нижней границей оптимума для удовлетворительной ацидофикации. Концентрация водородных ионов является важным показателем при гетероацидогенном процессе. Оптимум рН находится в диапазоне  $6,2...7,6$ . В течение наблюдаемого периода выявлено, что в отстойнике-ацидофикаторе сточные воды несколько подкисляются (рН  $7,2...7,5$ ), в то время как в распределительной камере и в отстойниках-осветлителях рН составляет  $8,0...7,8$ . Окислительно-восстановительный потенциал в ацидофикаторе несколько больше, чем в отстойниках-осветлителях, и колебался в пределах  $-200...350\text{ мВ}$ , что свидетельствует о восстановительных условиях (анаэробных процессах).

Основной критерий ведения процесса – содержание концентрации ХПК в осветленной воде.

Время пребывания сырого осадка в отстойнике-ацидофикаторе определялось по изменению содержания ХПК в осветленном стоке [4]. Изменение концентрации ХПК в ходе эксперимента проиллюстрировано рисунком 3.

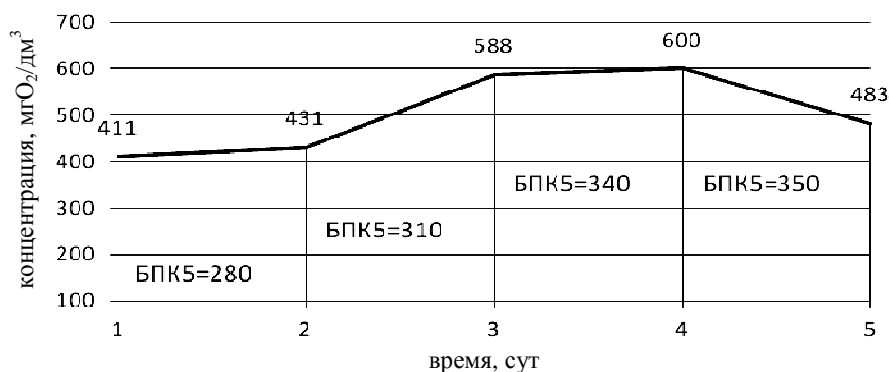


Рисунок 3. – Изменение концентрации ХПК в осветленной воде отстойника-ацидофикатора

Из графика видно, что нарастание ХПК происходит в течение четырех суток, а затем наблюдается резкое снижение, что свидетельствует об окончании процесса и необходимости отгрузки осадка из отстойника. После отгрузки осадка возобновляется процесс на новых порциях осадка.

В ходе эксперимента выявлено повышение содержания БПК в поступающем на сооружения биологической очистки стоке, что улучшает эффективность удаления соединений азота фосфора на этой стадии очистки с позонным делением.

Полученные данные (табл. 1) указывают на изменение фосфора в различных технологических зонах сооружений. Так, в результате гидролиза сырого осадка активизируются процессы выделения фосфора в бескислородных зонах, а затем активного поглощения фосфатаккумуляирующими организмами (бактериями) в аэробных условиях [5].

Таблица 1. – Средние данные загрязняющих веществ в ходе эксперимента

Показатель, мг/дм <sup>3</sup>	Сточная вода перед первичными отстойниками	Сточная вода после отстойника-осветлителя	Сточная вода после отстойника-ацидофикатора	Выпуск очищенных сточных вод	
				аэротенки	биоблок
БПК <sub>5</sub>	310,3	276,5	320,3	22,2	7,3
Азот аммонийный	55,9	53,3	52,1	12,7	6,9
Фосфор общий	4,2	4,8	5,1	1,2	0,7

**Заключение.** Анализ результатов проведенного эксперимента показал, что применение процесса ацидофикации сырого осадка является перспективным технологическим приемом на очистных сооружениях, обеспечивающим биологические процессы легкодоступной органикой, повышая тем самым эффективность очистки сточных вод от биогенных элементов. Для определения оптимального эксплуатационного режима первичных отстойников и отработки методики проведения процесса ацидофикации необходимо проведение дальнейших специальных исследований совместно с биохимической и реагентной очисткой сточных вод.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Очистка сточных вод, биологические и химические процессы : пер. с англ. / М. Хенце [и др.]. – М. : Мир, 2009.
2. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод в сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М. : Акварос, 2003.
3. Ющенко, В.Д. Анализ работы сооружений для удалений соединений фосфора из сточных вод на станции аэрации города Витебска / В.Д. Ющенко, Т.С. Куприянич, А.В. Галузо // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2015. – № 3. – С. 115–119.
4. Прикладная экобиотехнология : учеб. пособие : в 2 т. Т. 1 / А.Е. Кузнецов [и др.]. – 2-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 485 с.
5. Долина, Л.Ф. Очистка сточных вод от биогенных элементов / Л.Ф. Долина. – Днепропетровск : Континент, 2011.

Поступила 09.02.2017

#### THE EFFECT OF HYDROLYSIS OF PRIMARY SLUDGE FOR PHOSPHORUS REMOVAL FROM WASTEWATER

A. HALUZA, V. YUSHCHANKA

*The article describes results of research on the hydrolysis of primary sludge at the wastewater treatment plant city of Vitebsk. The technology of acidification of raw sludge of primary sedimentation plants makes it possible to increase the concentration of readily oxidizable organic compounds in wastewater which are necessary for organization of the process of advanced biological removal of phosphorus. A technique for research, conducting experiments, analyzed of the results.*

**Keywords:** *dephosphotization processes, sewage, biogenic elements, crude sediment, acidification, dephosphatization.*