

А.В. Смирнов,  
В.А. Юрченко, д-р техн. наук, проф., научный руководитель  
АО «МАЙ ПРОЕКТ», г. Москва,  
Харьковский национальный университет стр-ва и архитектуры

## **ВЛИЯНИЕ РЕДОКС-ПОТЕНЦИАЛА ПРИ УДАЛЕНИИ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫХ СХЕМАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Среди различных методов очистки сточных вод биологическая очистка сточных вод в аэротенках является наиболее эффективной и экономически выгодной для снижения содержания как органических соединений, так и соединений фосфора. Остаточное количество фосфора после обработки в аэротенках и вторичных отстойниках может быть удалено на скорых фильтрах с обработкой сточных вод химическими реагентами – солями алюминия и железа [1, 40–46; 2, 25].

Для проведения биологической очистки от соединений фосфора в сооружениях требуется организация зоны перемешивания с поддержкой в ней анаэробных условий (практически полное отсутствие растворенного или связанного кислорода). Процесс удаления фосфора протекает в 2 ступени: увеличение ортофосфатов – фосфотация и поглощение органического вещества при анаэробных условиях, и последующее снижение ортофосфатов при аэробных условиях – дефосфотация (рисунок 1) [3, 36].

При попадании иловой смеси в зону аэрации происходит окисление оставшихся органических загрязнений, а также осуществляется процесс нитрификации. Очищенные сточные воды попадают во вторичный отстойник с содержанием ортофосфатов, стремящихся к нулю, но условия вторичных отстойников могут вызвать повторное высвобождение соединений фосфора [4, 1–22].

На сегодняшний момент процесс биологического удаления фосфора изучен не до конца, что создает ряд проблем в его стабильном и эффективном применении на практике. Среди факторов среды, которые оказывают влияние на эффективность очистки, выделяют [5, 26]:

- температура иловой смеси;
- рН среды;
- концентрации загрязняющих веществ сточных вод: ЛЖК, быстрорастворимый БПК, азот/фосфор и их соотношение с органическими загрязнениями, калия, кальция и магния;
- наличие растворенного кислорода, нитратов;
- нагрузка на ил (гидравлическая и удельная);
- возраст ила и время обработки.

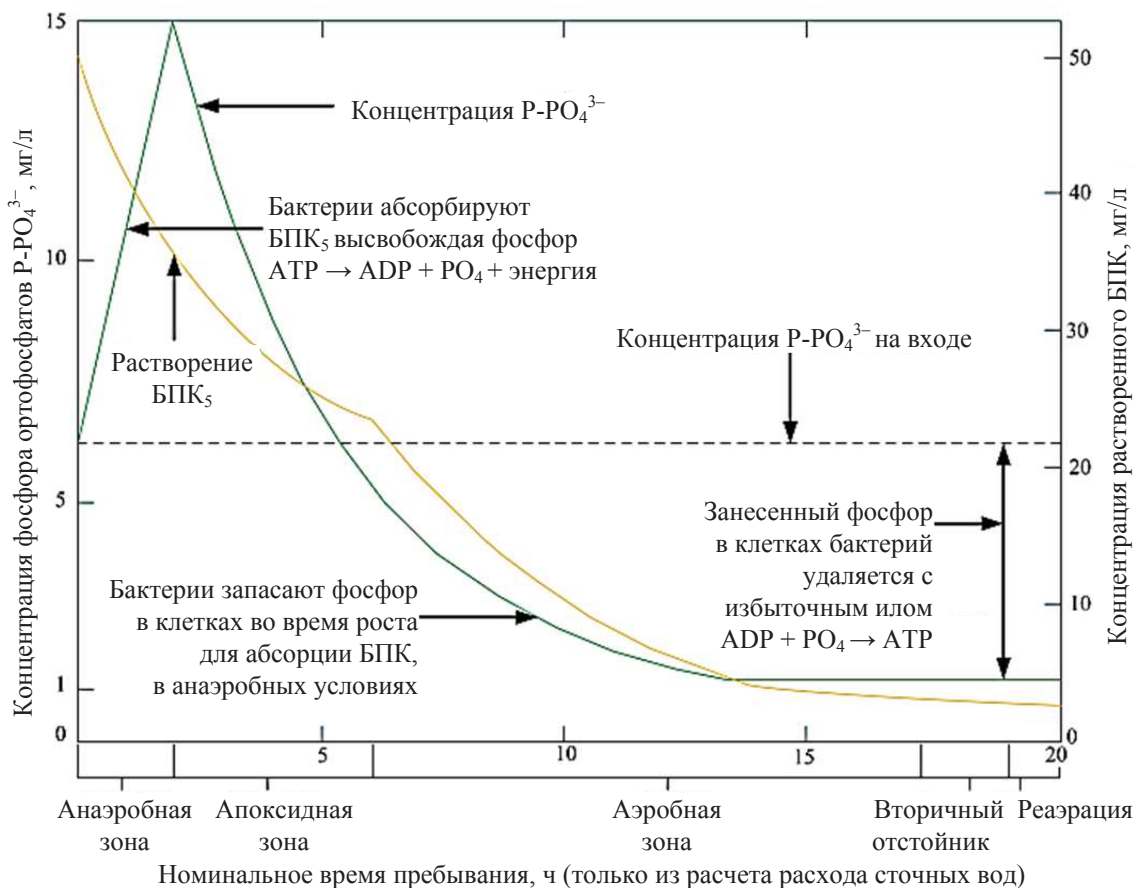


Рисунок 1. Профиль изменения фосфатов при биологической очистке

В качестве контролируемого параметра обработки сточных вод выбран окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) водной среды, который характеризует способность воды обмениваться электронами с внешней средой. Вода может их отдавать или принимать. **Положительный ОВП** означает, что вода обладает повышенной способностью принимать электроны извне (окислительный потенциал), а отрицательный – отдавать (восстановительный потенциал). Влияние ОВП на кинетику процессов биологической очистки сточных вод от соединений фосфора практически не изучены.

Цель исследования: исследование в лабораторных и производственных условиях корреляций между окислительно-восстановительным потенциалом (ОВП) среды и миграцией фосфатов в системе активный ил-сточная вода (направленность и кинетика процесса).

Объект исследования: искусственное изменение окислительно-восстановительного потенциала с помощью микродоз реагентов в лабораторных условиях и подтверждение полученных корреляций на работающих очистных сооружениях (ОСК).

Методы исследования: гидрохимический анализ сточных вод – определение фосфора ортофосфатов по нормативным методикам,

электрохимические измерения ОВП сточных вод и иловой смеси с помощью портативного прибора HachHQ30d с датчиком RedOx.

В лабораторных условиях проведены исследования со сточной водой и активным илом с работающих очистных сооружений, с целью определения зависимости прироста концентрации фосфора фосфатов от начального значения ОВП сточной воды. В качестве исходной сточной воды использовались пробы после механической очистки (рисунок 2) и после вторичного отстойника (рисунок 3), в обе пробы добавлен активный ил. Для создания определенного уровня ОВП были использованы микродозы химических реагентов повышающие/понижающие его значение.

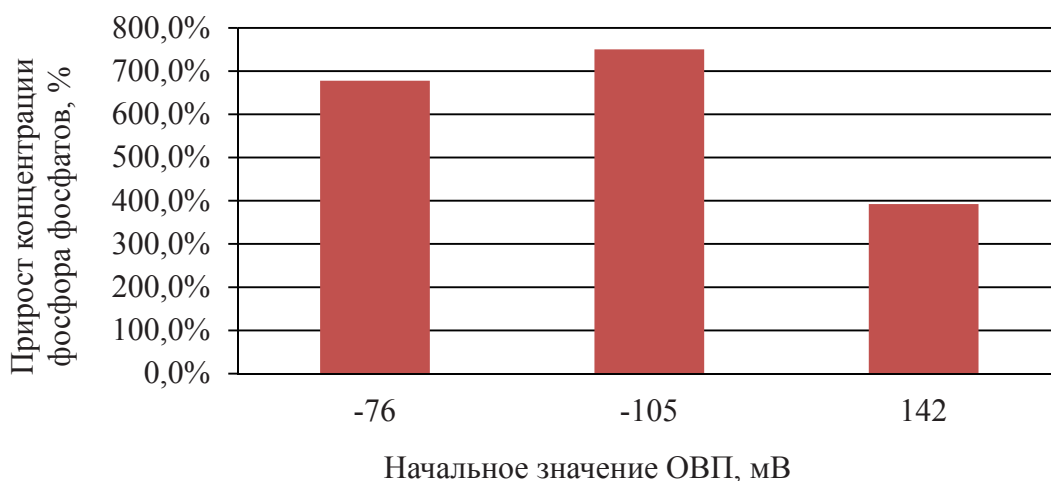


Рисунок 2. Прирост фосфора в неосветленной сточной воде от начального уровня ОВП

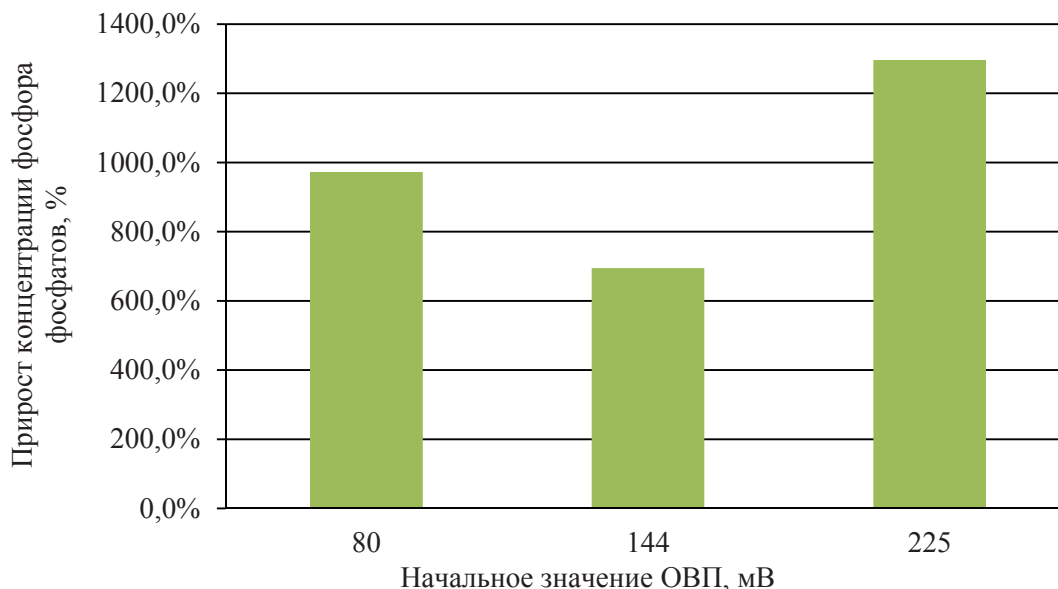


Рисунок 3. Прирост фосфора в очищенной сточной воде от начального уровня ОВП

По результатам проведенных лабораторных экспериментов были определены соответствующие зависимости ОВП и повышения фосфора фосфатов (рисунок 4), а также отношение повышения концентрации фосфатов от изменения уровня ОВП (рисунок 5).

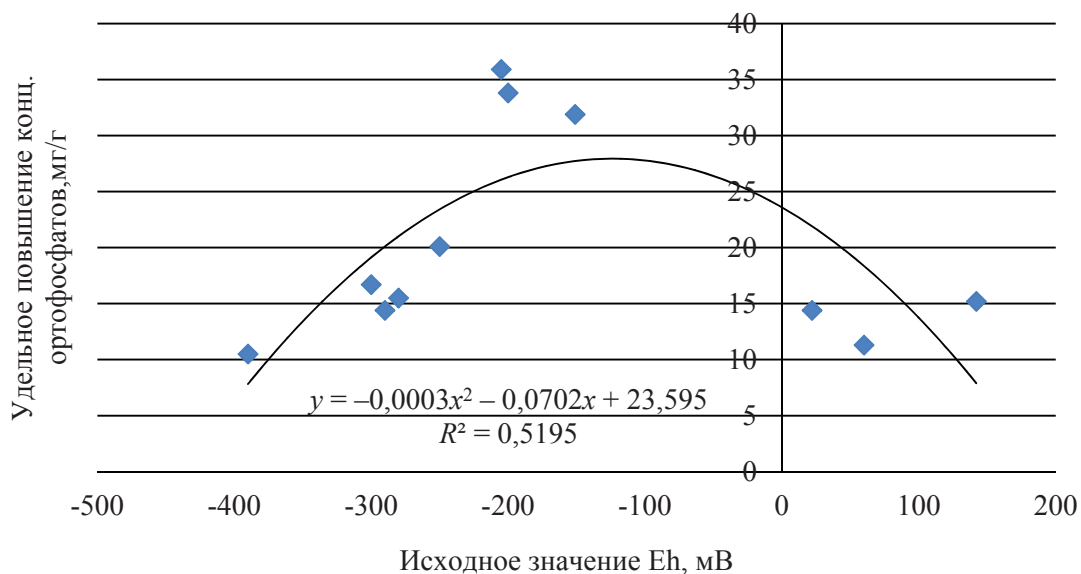


Рисунок 4. Зависимость фосфора и уровня ОВП в неочищенной сточной воде

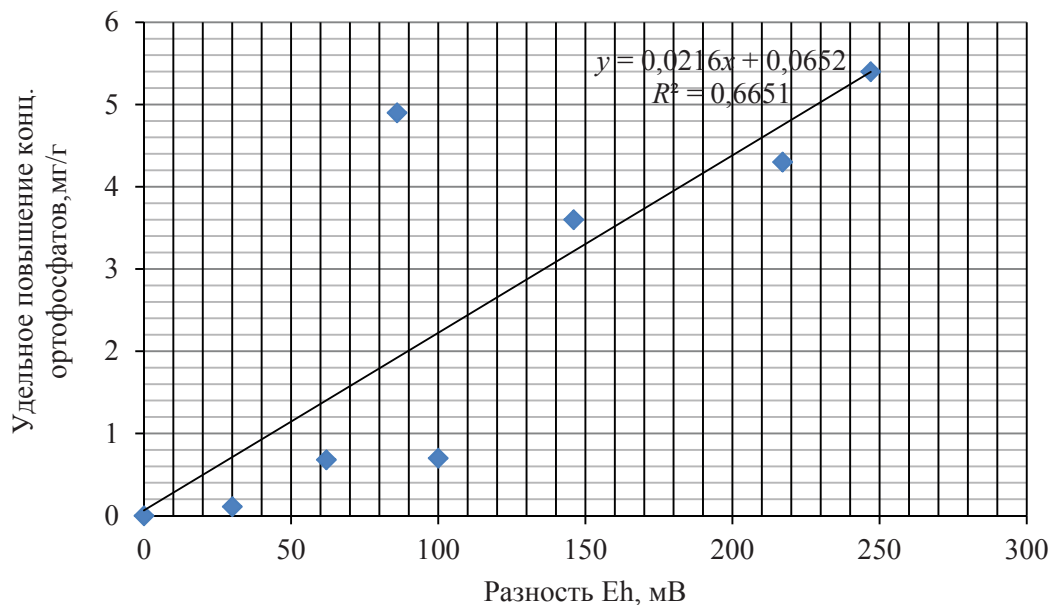


Рисунок 5. Повышение концентрации фосфора в неочищенной сточной воде от изменения уровня ОВП

Для подтверждения полученных зависимостей в ходе лабораторных измерений были проведены измерения на работающих ОСК. Очистные сооружения представлены классическим комплектом узлов

очистки сточных вод в составе первичных и вторичных отстойников, аэротенков.

На ОСК в аэротенках ОВП и концентрацию фосфора ортофосфатов в сточных водах определяли в верхнем канале аэротенка (сточная вода), после смешения возвратного ила и сточной воды (иловая смесь) в начале аэротенка, а также по ходу движения иловой смеси к концу аэротенка (рисунок 6).

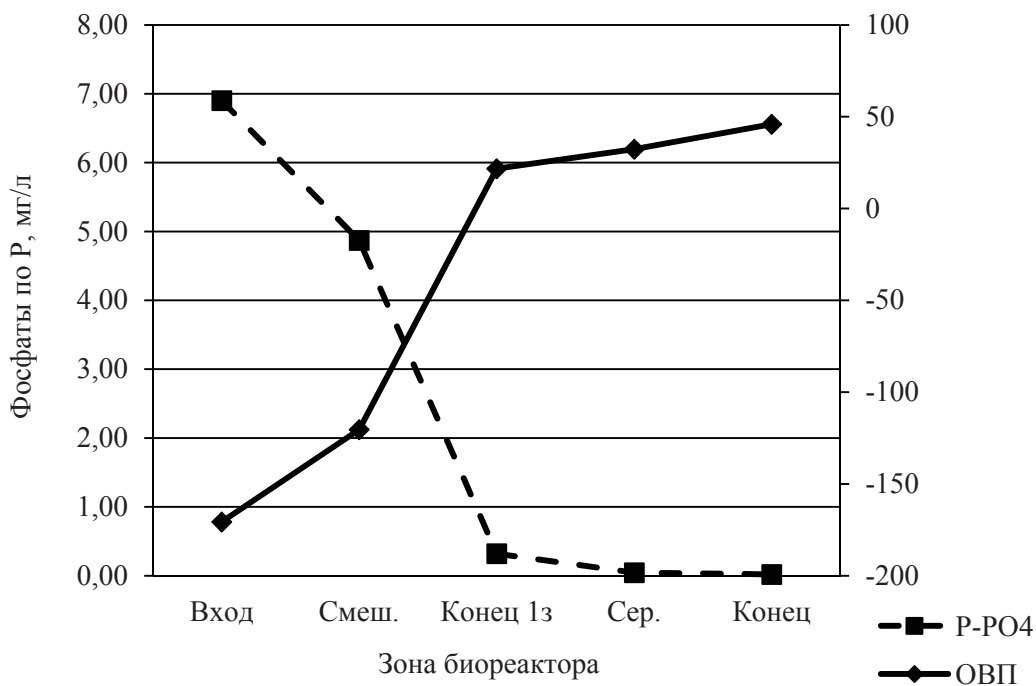
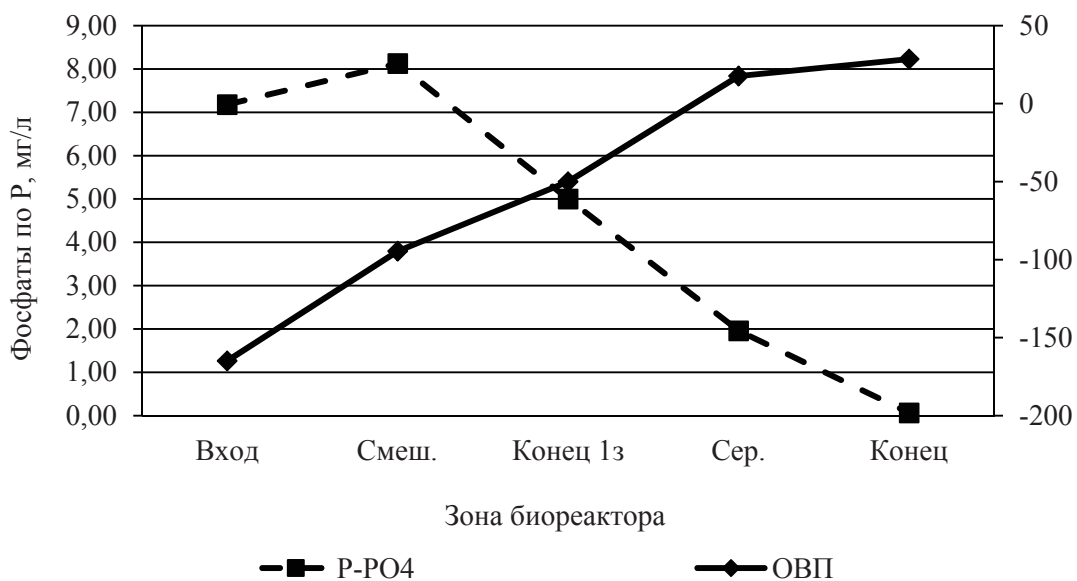


Рисунок 6. Динамика изменений фосфора и ОВП в аэротенках

Как видно из данных рисунка 5, направления прироста (убыли) ОВП среды и концентрации фосфора фосфатов в динамике обработки сточных вод в аэротенках аналогичны, что свидетельствует о взаимосвязи этих показателей.

В результате проведенной работы:

- установлена устойчивая корреляция между регулируемым параметром обработки сточных вод – ОВП и миграцией фосфатов в системе активный ил-сточная вода;
- на миграцию фосфатов влияет электрохимический потенциал ОВП среды и активного ила;
- отрицательные значения ОВП способствуют иммобилизации фосфатов из активного ила в водную среду.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Залётова Н. А. Особенности химического удаления фосфора при биологической очистке сточных вод. Жур. «Водоснабжение и санитарная техника» № 11, 2011. с. 40–46.
2. Standart ATV-DVWK-A 202E “Chemical-physical methods for the removal of phosphorus from wastewater”, April 2004. P. 25.
3. G. Ruston, C. Fort. Engineering considerations for phosphorus removal: IWEA O&M seminar, June 6, 2012. P. 36.
4. J.L. Barnard. Biological Nutrient Removal: Where We Have Been, Where We Are Going? WEFTEC, 2006. 1–22 p.
5. P. M. J. Janssen, K. Meinema, H. F. van der Roest. Biological Phosphorus Removal: Manual for Design and Operation. – IWA Publishing, STOWA, 2002. 26 p.