

phenological data, mechanical, biological or chemical control measures can be used. These studies are aimed at preserving the Sievers apple tree, which is of particular importance at the global level.

**Key words:** hawthorn leafroller, Sievers apple tree, Iley Alatau.

МРНТИ 70.25.17

DOI <https://doi.org/10.37884/1-2024/13>

*К.Т.Оспанов<sup>1\*</sup>, И.С.Сейтасанов<sup>2</sup>, С.Н.Меркурьева<sup>3</sup>, А.Б.Абдукадырова<sup>1</sup>, У.К.Онласын<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан*

*<sup>2</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Республика Казахстан*

*<sup>3</sup>ГКП «Астана Су Арнасы», Астана, Республика Казахстан*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ РЕАГЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФАТОВ**

### *Аннотация*

В настоящей статье приведены результаты лабораторных исследований по удалению фосфатов в канализационных очистных сооружениях за счет добавления осадков, образующихся на очистных сооружениях питьевой воды города Астана Республики Казахстан.

В настоящее время химический метод удаления фосфора из сточных вод наиболее эффективен, особенно при необходимости обработки больших объемов сточных вод. Он является нормативным, рекомендован к применению. Химический метод прост в эксплуатации, обеспечивает стабильное качество очистки от фосфора, может быть реализован на действующих очистных сооружениях без остановки работы.

При это большинство очистных сооружений Казахстана, которые были в основном запроектированы и построены в 60-80-х годах XX века, не были предназначены для удаления биогенных элементов до требуемых нормативов, так как по существовавшим в те годы нормативным документам требовалось обеспечение полной биологической очистки сточных вод. Эти проблемы весьма актуальна для большинства очистных сооружений Казахстана, так как она с каждым годом обостряется и требует безотлагательного решения.

В статье представлены результаты экспериментальных лабораторных исследований добавления к сточной воде взятых до песколовки и после биологической очистки, осадков с иловых карт насосно-фильтровальной станции для очистки сточных вод от фосфатов. По лабораторным экспериментальным данным, полученным в ходе исследований, эффект очистки по фосфатам находится в пределах 94,5% при добавлении к 1 литру сточной воды 50 миллилитров осадка.

**Ключевые слова:** Природная вода, подготовка воды, водопроводный осадок, реагент, сточная вода, фосфаты.

### **Введение**

На современных сооружениях очистки природных вод наиболее сложным, трудоемким и энергоемким процессом является обработка осадков. Осадки, образующиеся на водопроводных станциях, представляют собой сложную органоминеральную структуру,

определяемую качеством воды в источнике водоснабжения и видами применяемых реагентов для подготовки воды питьевого качества [1].

Как правило, основными составляющими водопроводного осадка являются продукты гидролиза химических реагентов ( $\text{AlH}_3\text{O}_3$  – гидроксид алюминия,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – гидроксид железа, кремнекислота, фульвокислоты, гуматы), минеральные вещества (каолинит, монтмориллонит, гидрослюда, кварц, карбонаты, нерастворимые или малорастворимые соли металлов и другие) и органические вещества (планктон, микроорганизмы и бактерии, продукты жизнедеятельности водных организмов и растений, коллоиды гуминовых и другие) [2].

Отмечается [3], что водопроводный осадок, образующийся в периоды работы станции очистки питьевых вод с повышенными дозами коагулянтов, следует складировать отдельно от осадков, образующихся при низких (дефицитных) дозах реагентов. Это обусловлено тем, что в перспективе они могут быть утилизированы с возвращением (рециклингом) ценного материала – алюминия.

Регенерация коагулянтов является эффективным направлением утилизации водопроводных осадков, особенно образующегося при очистке маломутных вод, когда содержание оксида алюминия в нем может достигать 40% и более (на сухую массу) [4]. Регенерацию коагулянтов целесообразно осуществлять на водопроводных станциях большой и средней мощности, где потребляются значительные количества реагентов и образуются большие объемы водопроводных осадков.

Как правило, регенерированные растворы по своей коагулирующей способности не уступают коммерческим коагулянтам. Особенно после кислотной обработки могут использоваться при очистке сточных вод в качестве коагулянтов [5]. Введение водопроводного осадка в бытовые и промышленные сточные воды способствует повышению степени очистки в процессе отстаивания, а прирост активного ила сокращается вдвое.

В настоящее время химический метод удаления фосфора из сточных вод наиболее эффективен, особенно при необходимости обработки больших объемов сточных вод. Он является нормативным, рекомендован к применению. Химический метод прост в эксплуатации, обеспечивает стабильное качество очистки от фосфора, может быть реализован на действующих очистных сооружениях без остановки работы. В качестве коагулирующих агентов используют соли алюминия, железа и известь [6].

Выбор реагентов для очистки сточных вод в Казахстане ограничен и неразнообразен ввиду наличия на рынке малого количества реагентных препаратов и отсутствия в Казахстане предприятий по производству флокулянтов и коагулянтов.

При это большинство очистных сооружений Казахстана, которые были в основном запроектированы и построены в 60-80-х годах XX века, не были предназначены для удаления биогенных элементов до требуемых нормативов, так как по существовавшим в те годы нормативным документам требовалось обеспечение полной биологической очистки сточных вод. Эти проблемы весьма актуальна для большинства очистных сооружений Казахстана, так как она с каждым годом обостряется и требует безотлагательного решения.

Целью данного исследования является изучение возможности удаления фосфатов в канализационных очистных сооружениях за счет добавления осадков, образующихся на очистных сооружениях питьевой воды города Астана без регенерации.

#### ***Методы и материалы***

Насосно-фильтровальная станция (НФС) города Астаны представляет собой водоочистные сооружения с крупнотоннажными производственными комплексами, работа которых основана на физико-химических процессах, улучшающих качественные показатели питьевой воды.

В состав насосно-фильтровальной станции (НФС) входят водопроводные сооружения подготовки питьевой воды, резервуары чистой воды – 4 штук по 20 тысяч м<sup>3</sup> и насосная станция 2-го подъема.

Водопроводные сооружения подготовки питьевой воды состоят из: 1. Блок №1 (НФС№1) – введен в эксплуатацию в 1968 и 1984 годах, производительность – 200 000 м<sup>3</sup>/сутки; 2. Блок №2 (НФС№2) – введен в эксплуатацию в 2011 году, производительность – 105 000 м<sup>3</sup>/сутки.

В состав водопроводных сооружений подготовки питьевой воды входят:

1. Приемно-распределительная камера;
2. Блок №1: смесители – 2 штук; отстойники с камерой реакций – 20 штук; фильтры – 10 штук;
3. Блок №2: приемная камера (скорый смеситель) – 2 штук; камера хлопьеобразования – 6 штук; отстойник – 6 штук; скорый фильтр – 12 штук;
3. Сооружений для обработки осадков: илоуплотнитель – 2 штук; цех механического обезвоживания осадка – 1 штук; иловые площадки – 2 штук.

Сырая вода (исходная) из Астанинского водохранилища по 3-м водоводам диаметром 1000 мм (2шт) и 1200 мм общей протяженностью 51 км поступает в приемно-распределительную камеру и смесители блока №1.

На насосно-фильтровальной станции принята двухступенчатая схема очистки: отстаивание и фильтрование, а также обеззараживание воды.

Технологический процесс очистки воды предусматривает обработку воды реагентами: 1. Для предварительного (первичного) хлорирования в смесителях и приемных камерах с целью окисления органических соединений и поддержания надежного санитарного состояния сооружений применяется гипохлорит натрия; 2. Для коагуляции применяются оксихлорид алюминия и флокулянт Праестол-650 TR; 3. Для вторичного хлорирования с целью обеззараживания применяется гипохлорит натрия.

**Результаты химического анализа питьевой воды насосно-фильтровальной станции II-го подъема города Астана приведены в таблице 1.**

**Таблица 1 - Результаты химического анализа питьевой воды насосно-фильтровальной станции II-го подъема города Астана**

Определяемый компонент	Норма по СП №209 [7]	Фактическое значение
Мутность, мг/дм <sup>3</sup> не более	1,5	0,5
Цветность, град. не более	20	5
Запах 20-60 С, балл не более	2 – 2	1 – 1
Вкус, балл не более	2	0
Водородный показатель рН	6,0 - 9,0	7,92
Щёлочность, мг экв/дм <sup>3</sup>	-	2,9
Окисляемость, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> не более	5,0	2,8
Жёсткость, мг экв/дм <sup>3</sup> не более	7,0	5,0
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup> не более	350,0	97,0
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup> не более	500,0	84,0
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup> не более	1000,0	498,0
Фториды, мг/дм <sup>3</sup> не более	1,2	0,30
Полифосфаты, мг/дм <sup>3</sup> не более	3,5	менее 0,05
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup> не более	45,0	0,86
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup> не более	3,0	0,005
Алюминий, мг/дм <sup>3</sup> не более	0,5	0,02
Аммиак, мг/дм <sup>3</sup> не более	2,0	менее 0,05
Натрий, мг/дм <sup>3</sup> не более	200,0	71,4
Калий, мг/дм <sup>3</sup> не более	-	3,8
Магний, мг/дм <sup>3</sup> не более	-	17,3

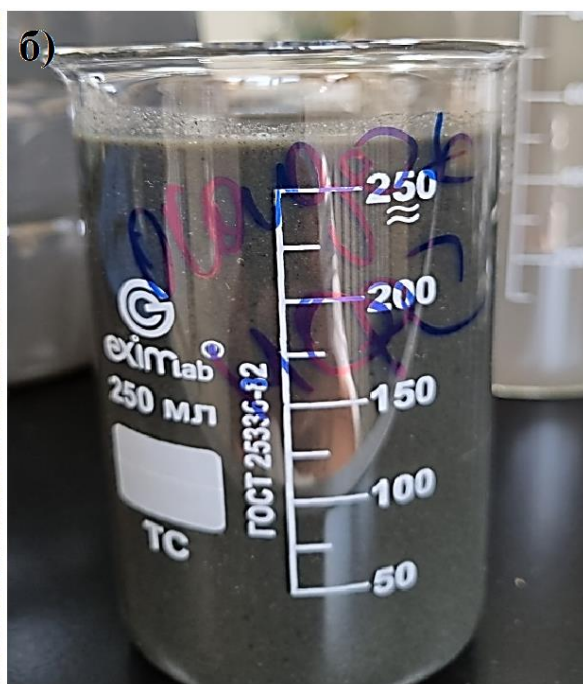
Кальций, мг/дм <sup>3</sup> не более	-	40,0
Железо, мг/дм <sup>3</sup> не более	0,3	0,066
Марганец, мг/дм <sup>3</sup> не более	0,1	0,009
Свинец, мг/дм <sup>3</sup> не более	0,03	0,004
Медь, мг/дм <sup>3</sup> не более	1,0	0,0046
Цинк, мг/дм <sup>3</sup> не более	5,0	0,015
Остаточный хлор свободный, мг/дм <sup>3</sup>	0,3 – 0,5	0,80
Остаточный хлор связанный, мг/дм <sup>3</sup>	0,8 – 1,2	0,30

Осадки образуются в горизонтальных отстойниках. Горизонтальные отстойники оборудованы системой механического удаления осадка, при помощи которой удаление осадка ведется постоянно в илоуплотнители. А также осадки образуются при отстаивании промывных вод фильтров. Промывные воды от фильтров собираются в общий коллектор и самотеком попадают на очистку в тонкослойные сепараторы. Для улучшения седиментации в воду добавляется раствор полимерного флокулянта. Созревание флокул происходит в камерах хлопьеобразования сепараторов. Осветленная вода собирается в накопительную емкость, откуда насосом подается в голову сооружений. Осадок самотеком поступает в илоуплотнители.

В илоуплотнителях осадок сгущается и при достижении необходимой влажности осадок насосом подается на установку обезвоживания – ленточный пресс фильтр. Обезвоженный осадок отводится транспортером в бункер и затем отправляется на специальные сооружения: иловые площадки, для высушивания. В настоящее время на насосно-фильтровальной станции не предусмотрена утилизация осадков.

Нами на базе аналитической лаборатории канализационных очистных сооружений города Астана были проведены лабораторные исследования для рассмотрения возможности утилизации осадков, образующихся на насосно-фильтровальной станции (НФС), путем применения их в качестве реагента (коагулянта) для очистки сточных вод от фосфатов.

Для исследования были отобраны осадки, образованные после очистки питьевой воды, отгруженные на иловые площадки насосно-фильтровальной станции г. Астана. В соответствии с общими правилами отбор проб осуществлялся вручную. На рисунке 1 показаны фотографии отбора (а) и усредненной пробы (б) осадков для проведения исследований.



**Рисунок 1 - Фотографии отбора (а) и усредненной пробы (б) осадков**

Для исследований была предусмотрена следующая схема работ. К сточным водам, отобранными до песколовки и после вторичных отстойников канализационных очистных сооружений объемом 1 дм<sup>3</sup> каждый, добавляется осадок без регенерации, отобранный с иловых карт насосно-фильтровальной станции в объеме 5, 10, 20 и 50 мл. Исследуемые пробы тщательно перемешивали и отстаивали в течение 30 и 60 минут. Периодически пробы перемешивались, имитируя движение воды в очистных сооружениях. После пробы подвергались следованию по следующим показателям: фосфаты, железо, алюминий, взвешенные вещества, сухой остаток.

Для определения содержания фосфатов в воде использовали метод фотометрии [8]. Для определения содержания алюминия в сточной воде использовали метод атомно-эмиссионной спектроскопии [9]. Для определения содержания железа в сточной воде использовали фотометрический метод [10]. Для определения содержания взвешенных веществ, сухого остатка в сточной воде использовали гравиметрический метод [11].

***Результаты и обсуждение***

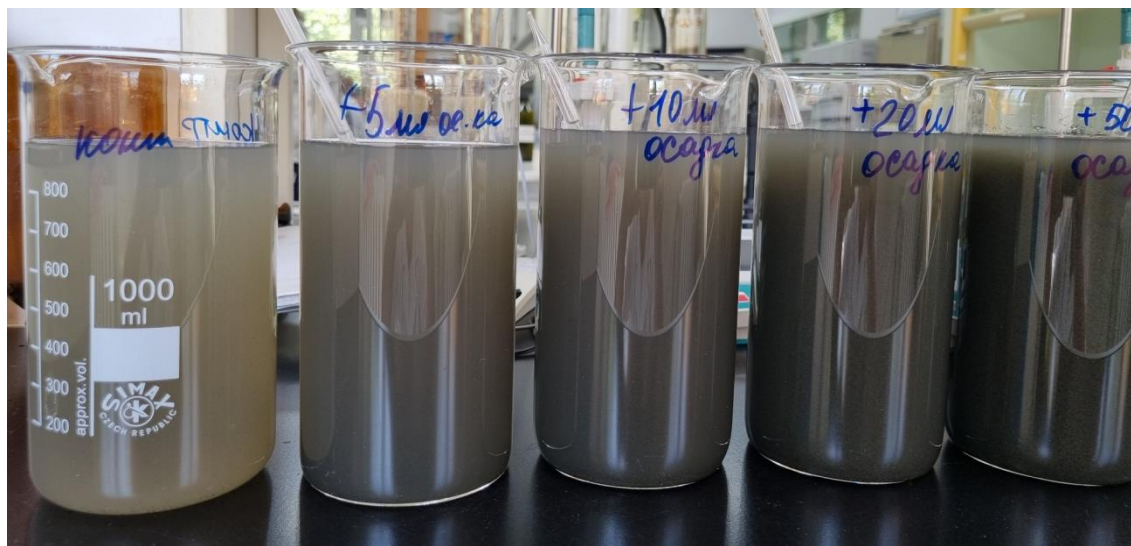
Для исследования были отобраны осадки насосно-фильтровальной станции отгруженные на иловые площадки насосно-фильтровальной станции города Астана. К сточной воде, поступающей на канализационные очистные сооружения объемом 1 литр добавляли осадок, отобранный с иловых карт насосно-фильтровальной станции в объеме 5, 10, 20 и 50 миллилитр.

В комплекс существующих канализационных очистных сооружений города Астана входят следующие сооружения:

1. Насосная станция, совмещенная с помещением решеток и приемным резервуаром;
2. Песколовки горизонтальные с прямолинейным движением воды;
3. Песковые площадки;
4. Первичные отстойники радиальные  $D=28$  м.;
5. Аэротенки, четырехкорридорные; Биологическая очистка осуществляется в аэротенках с зонами нитрификации и денитрификации.
6. Вторичные отстойники радиальные  $D=28$  м.;
7. Илоуплотнители радиальные;
8. Цех механического обезвоживания илового осадка;
9. Блок доочистки; Станция доочистки состоит из 32 флотофильтров, в которых проводятся процессы флотационной и фильтрационной очистки от взвешенных веществ, азота и фосфора. В процессе доочистки сточных вод при использовании технологии флотофильтрации используются реагенты: коагулянт и флокулянт. Наибольший удельный вес в структуре эксплуатационных расходов при применении технологии флотофильтрации в блоке доочистки занимает расход на реагент – коагулянт – сернокислое железо. Так как коагулянт – сернокислое железо в Казахстане имеет достаточно высокую стоимость и не производится в Республике.
10. Цех ультрафиолетового обеззараживания.

После доочистки стоки проходят стадию обеззараживания в цехе ультрафиолетового обеззараживания и далее насосами, установленными в насосной станции очищенных стоков перекачиваются в реку Есиль.

1. На первом этапе осадок насосно-фильтровальной станции был добавлен к сточной воде, взятой до песколовки. Начальные результаты добавления осадка в объеме 5, 10, 20 и 50 миллилитр к сточной воде объемом 1 литр показаны на рисунке 2.



**Рисунок 2** - Начальные результаты добавления осадка (слева на право: сточная вода без добавления осадка (контрольная проба); сточная вода +5 мл осадка; сточная вода +10 мл осадка; сточная вода +20 мл осадка; сточная вода +50 мл осадка)

Из рисунка 2 видно, с увеличением объема добавляемого осадка визуально увеличивается мутность исследуемых проб. Исследуемые пробы тщательно перемешивали и отстаивали в течение 30 и 60 минут.

Результаты лабораторных исследований по показателям: фосфаты, железо, алюминий, взвешенные вещества, сухой остаток приведены в таблице 2.

**Таблица 2.** Результаты лабораторных исследований

Показатели	Контроль льная проба	Время взаимодействия 30 минут				Время взаимодействия 60 минут			
		Сточная я вода + 5мл осадка	Сточная я вода + 10мл осадка	Сточная я вода + 20мл осадка	Сточная я вода + 50мл осадка	Сточная я вода + 5мл осадка	Сточная я вода + 10мл осадка	Сточная я вода + 20мл осадка	Сточная я вода + 50мл осадка
26 августа 2022 года (работа с осадком, отобранном 26 августа, влажность осадка 95,6%)									
Фосфаты (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	11,09	-	6,30	3,97	1,45	-	5,61	3,53	1,07
Железо (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	3,06	-	8,82	15,88	29,99	-	9,41	19,11	33,52
Железо (фильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	1,35	-	0,71	0,82	0,94	-	0,94	1,06	1,76
Сухой остаток (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	1177	-	1170	1140	1143	-		1157	1153
Взвешенные вещества (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	280	-	921	1196	2184	-	-	-	-
31 августа 2022 года (работа с осадком, отобранном 26 сентября, влажность осадка 95,6%)									
Фосфаты (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	8,95	5,36	4,60	1,83	0,88	6,05	4,16	2,14	0,76
Железо (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	2,12	6,00	8,94	16,46	37,04	7,53	8,11	15,58	31,75

Железо (фильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	1,18	1,06	1,41	1,52	1,52	1,06	1,18	1,29	1,41
Алюминий (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	0,07	4,80	25,10	32,30	38,40	10,50	29,40	31,90	39,90
Сухой остаток (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	1040	1050	1053	1013	1027	1033	1043	1030	1037
Взвешенные вещества (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	215	492	1020	1102	2267	-	-	-	-
2 сентября 2022 года (работа с осадком, отобранном 2 сентября, влажность осадка 90,5%)									
Фосфаты (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	11,59	8,00	5,29	2,84	0,63	7,88	5,17	2,71	0,63
Железо (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	5,94	8,11	15,29	24,70	31,75	16,22	31,40	37,34	81,14
Железо (фильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	0,71	0,71	0,71	0,59	0,82	0,88	1,30	1,76	1,12
Алюминий (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	0,08	23,6	30,6	38,6	45,0	25,0	28,2	38,8	48,8
Сухой остаток (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	1113	1077	1047	1043	1000	1063	1087	1067	1067
Взвешенные вещества (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	150	602	1003	1734	4011	-	-	-	-

2. На втором этапе к сточной воде, отобранной после биологической очистки объемом 1 литр, добавляли осадок, отобранный с иловых карт насосно-фильтровальной станции в объеме 5, 10, 20 и 50 миллилитр. Данные лабораторных испытаний приведены в таблице 3.

**Таблица 3 - Данные результатов испытания**

Определяемый показатель	Контр. проба	Время взаимодействия 30 минут				Время взаимодействия 60 минут			
		СВ + 5мл осадка	СВ + 10мл осадка	СВ + 20мл осадка	СВ + 50мл осадка	СВ + 5мл осадка	СВ + 10мл осадка	СВ + 20мл осадка	СВ + 50мл осадка
14 сентября 2022 года (работа с осадком, отобранном 14 сентября, влажность осадка 94,4%, зольность – 63,76%.)									
Фосфаты (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	9,89	5,67	3,28	1,39	0,38	4,79	2,46	0,82	0,25
Железо (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	0,51	4,12	9,17	24,11	71,15	5,17	13,05	24,11	80,56
Железо (фильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	0,38	0,47	0,47	0,47	0,68	0,45	0,45	0,66	0,71
Алюминий (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	0,18	13,75	35,15	41,25	46,00	26,20	39,85	44,35	46,90

Сухой остаток (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	1073	1100	1100	1100	1100	1113	1073	1120	1106
Взвешенные вещества (нефильтрованная проба), мг/дм <sup>3</sup>	18,2	446	863	1433	3524	-	-	-	-

Примечание: СВ – сточная вода после биологической очистки

В результате экспериментальных лабораторных исследований установлено, что добавление к сточной воде, поступающей на канализационные очистные сооружения, осадка с иловых карт насосно-фильтровальной станции снижает концентрацию фосфатов. При этом наибольшая эффективность удаления фосфатов составила 94,5 % при добавлении 1 литр к сточной воде 50 миллилитр осадка с иловых карт насосно-фильтровальной станции.

### **Выводы**

Исследована возможность удаления фосфатов в канализационных очистных сооружениях за счет добавления осадков, образующихся на очистных сооружениях питьевой воды города Астана. Анализируя результаты экспериментальных лабораторных исследований можно констатировать, что добавление к сточной воде, поступающей на канализационные очистные сооружения, осадка с иловых карт насосно-фильтровальной станции снижает концентрацию фосфатов. При этом наибольшая эффективность удаления фосфатов составила 94,5 % при добавлении к 1 литру сточной воды 50 миллилитров осадка с иловых карт насосно-фильтровальной станции. Таким образом, результаты лабораторных исследований по удалению фосфатов из сточных вод с применением осадка с иловых карт насосно-фильтровальной станции в качестве коагулянта показали достаточно высокую эффективность. А также в результате экспериментальных лабораторных исследований установлено, что добавление к сточной воде, поступающей на канализационные очистные сооружения, осадка с иловых карт насосно-фильтровальной станции увеличивает концентраций железа, алюминий, взвешенные вещества, сухой остаток. Это связано с содержанием в осадке этих элементов.

### **Благодарность**

Мы высоко отмечаем поддержку Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. Данное исследование финансировалось/финансируется Комитетом по науке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № BR11765599).

### **Список источников:**

1. Янин Е.П. Осадок водопроводных станций (состав, обработка, утилизация) // Экологическая экспертиза, 2010, № 5, с. 3–45.
2. Ahmad, T.; Ahmad, K.; Alam, M. Characterization of water treatment plant's sludge and its safe disposal options. *Procedia Environ. Sci.* 2016, 35, 950–955. [CrossRef]
3. Carleton, G.; Cutright, T.J. Evaluation of alum-based water treatment residuals used to adsorb reactive phosphorus. *Water Sci. Eng.* 2020, 13, 181–192. [CrossRef]
4. Marguti, A.L.; Filho, S.F.; Piveli, R.P. Full-scale effects of addition of sludge from water treatment stations into processes of sewage treatment by conventional activated sludge. *J. Environ. Manag.* 2018, 25, 283–293. [CrossRef]
5. Nguyen, M.D.; Thomas, M.; Surapaneni, A.; Moon, E.M.; Milne, N.A. Beneficial reuse of water treatment sludge in the context of circular economy. *Environ. Technol. Innov.* 2022, 28, 102651. [CrossRef]



6. Y. Zhou, X.-H. Xing, Z. Liu, L. Cui, A. Yu, Q. Feng, H. Yang. Enhanced coagulation of ferric chloride aided by tannic acid for phosphorus removal from wastewater. *Chemosphere*. 72 (2008) 290-298. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2008.02.028](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.02.028)

7. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемностям, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» от 16 марта 2015 года № 209.

8. ГОСТ 18309-2014. Межгосударственный стандарт. Вода. Методы определения фосфорсодержащих веществ. (ISO 6878:2004, NEQ). Москва., Стамдэртинформ. 2019. – 27 с.

9. ГОСТ 18165—2014. Межгосударственный стандарт. Вода. Методы определения содержания алюминия (ISO 10566:1994, NEQ, ISO 12020:1997, NEQ, ISO 11885:2007, NEQ) . Москва., Стамдэртинформ. 2015. – 27 с.

10. ПНДФ14ЛО50—96. Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. Москва 1996 . – 18 с.

11. РД 52.24.468- 2019. Массовая концентрация взвешенных веществ и сухого остатка в водах. Методика измерений гравиметрическим методом. Ростов-на-Дону 2020. – 32 с.

## References

1. Yanin E.P. Osadok vodoprovodnyh stancij (sostav, obrabotka, utilizaciya) // *Ekologicheskaya ekspertiza*, 2010, № 5, s. 3–45.

2. Ahmad, T.; Ahmad, K.; Alam, M. Characterization of water treatment plant's sludge and its safe disposal options. *Procedia Environ. Sci.* 2016, 35, 950–955. [CrossRef]

3. Carleton, G.; Cutright, T.J. Evaluation of alum-based water treatment residuals used to adsorb reactive phosphorus. *Water Sci. Eng.* 2020, 13, 181–192. [CrossRef]

4. Marguti, A.L.; Filho, S.F.; Piveli, R.P. Full-scale effects of addition of sludge from water treatment stations into processes of sewage treatment by conventional activated sludge. *J. Environ. Manag.* 2018, 25, 283–293. [CrossRef]

5. Nguyen, M.D.; Thomas, M.; Surapaneni, A.; Moon, E.M.; Milne, N.A. Beneficial reuse of water treatment sludge in the context of circular economy. *Environ. Technol. Innov.* 2022, 28, 102651. [CrossRef]

6. Y. Zhou, X.-H. Xing, Z. Liu, L. Cui, A. Yu, Q. Feng, H. Yang. Enhanced coagulation of ferric chloride aided by tannic acid for phosphorus removal from wastewater. *Chemosphere*. 72 (2008) 290-298. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2008.02.028](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.02.028)

7. Sanitarnye pravila «Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k vodoistochnikam, mestam vodozabora dlya hozyajstvenno-pitevyh celej, hozyajstvenno-pitevomu vodosnabzheniyu i mestam kulturno-bytovogo vodopolzovaniya i bezopasnosti vodnyh obektov» ot 16 marta 2015 goda № 209.

8. GOST 18309-2014. Mezhhosudarstvennyj standart. Voda. Metody opredeleniya fosforsoderzhashih veshestv. (ISO 6878:2004, NEQ). Moskva., Stamdertinform. 2019. – 27 s.

9. GOST 18165—2014. Mezhhosudarstvennyj standart. Voda. Metody opredeleniya sodержaniya alyuminiya (ISO 10566:1994, NEQ, ISO 12020:1997, NEQ, ISO 11885:2007, NEQ) . Moskva., Stamdertinform. 2015. – 27 s.

10. ПНДФ14ЛО50—96. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii obshogo zheleza v prirodnyh i stochnyh vodah fotometricheskim metodom s sulfosalicilovoj kislotoj. Moskva 1996 . – 18 s.

11. RD 52.24.468- 2019. Massovaya koncentraciya vzveshennyh veshestv i suhogo ostatka v vodah. Metodika izmerenij gravimetricheskim metodom. Rostov-na-Donu 2020. – 32 s.

**К.Т.Оспанов<sup>1\*</sup>, И.С.Сейтасанов<sup>2</sup>, С.Н.Меркурьева<sup>3</sup>, А.Б.Абдукадырова<sup>1</sup>, У.К.Онласын<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup>Казакский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Республика Казахстан

<sup>3</sup>ГКП «Астана Су Арнасы», Астана, Республика Казахстан

## ФОСФАТТАРДАН САРҚЫНДЫ СУДЫ ТАЗАЛАУ ҮШІН РЕАГЕНТ РЕТІНДЕ СУ ҚҰБЫРЫ ТҮНБАСЫН ПАЙДАЛАНУ

### Аңдатпа

Бұл мақалада Қазақстан Республикасы Астана қаласындағы ауыз су тазарту қондырғыларында пайда болған шөгінділерді қосу арқылы тазарту қондырғыларындағы фосфаттарды жою бойынша зертханалық зерттеулердің нәтижелері берілген.

Қазіргі уақытта фосфоттардан сарқынды суларды тазалаудың химиялық әдісі ең тиімді болып табылады, әсіресе сарқынды сулардың үлкен көлемін тазалау қажет болған жағдайда осы нормативті қолдануға ұсынылады. Химиялық әдісті пайдалана отырып фосфоттардан тазартудың тұрақты сапасын қамтамасыз етеді, жұмыс істеп тұрған тазарту қондырғыларында жұмыс тоқтаусыз жүзеге асырылып отырылады.

Бұл ретте, негізінен ХХ ғасырдың 60-80-ші жылдарында жобаланған және салынған Қазақстанның тазарту құрылыстарының көпшілігі талап етілетін нормативтерге дейін биогендік элементтерді жоюға арналмаған, өйткені сол жылдардағы нормативтік құжаттар бойынша сарқынды суларды толық биологиялық тазартуды қамтамасыз ету талап етілді. Бұл мәселелер Қазақстанның су тазалау станцияларының көпшілігі үшін өте өзекті, өйткені ол жыл сайын шиеленісіп, шұғыл шешуді талап етеді.

Мақалада төгінді суларды фосфаттардан тазарту үшін сорғы-сүзгі станциясының тұнба карталарынан алынған құм тұтқыш құрылымға дейін және биологиялық тазартудан кейін алынған төгінді суларды қосудың тәжірибелік зертханалық зерттеулерінің нәтижелері келтірілген.

Құм тұтқышқышқа дейін және биологиялық тазартудан кейін алынған сарқынды суларға, фосфаттардан сарқынды суларды тазартуға арналған сорғы және сүзу станциясының шлам карталарынан шөгінділерді қосудың тәжірибелік зертханалық зерттеулерінің нәтижелері келтірілген. Зерттеу барысында алынған зертханалық тәжірибелік мәліметтерге сәйкес, 1 литр ағынды суға 50 миллилитр шөгінді қосқанда фосфатты тазарту әсері 94,5% аралығында болады.

**Кілт сөздер:** Табиғи су, суды дайындау, су шөгіндісі, реагент, сарқынды су, фосфаттар.

*K.T. Ospanov*<sup>1\*</sup>, *I.S. Seitassanov*<sup>2</sup>, *S.N. Merkuryeva*<sup>3</sup>, *A.B. Abdukadyrova*<sup>1</sup>, *U.K. Onglasyyn*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, [ospanovkairat@mail.ru](mailto:ospanovkairat@mail.ru) \*, [abdukadirova\\_2001@mail.ru](mailto:abdukadirova_2001@mail.ru)*

<sup>2</sup>*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan, [ss.ibragim@mail.ru](mailto:ss.ibragim@mail.ru)*

<sup>3</sup>*GKP "Astana Su Arnasy", Astana, Republic of Kazakhstan, [snezhok\\_msn@mail.ru](mailto:snezhok_msn@mail.ru)*

## USING SLUDGE FROM WATER TREATMENT FACILITIES AS A REAGENT FOR WASTEWATER TREATMENT FROM PHOSPHATES

### Abstract

This article presents the results of laboratory studies on the removal of phosphates in sewage treatment plants by adding sediments formed at drinking water treatment plants in the city of Astana of the Republic of Kazakhstan.

Currently, the chemical method of phosphorus removal from wastewater is the most effective, especially when it is necessary to treat large volumes of wastewater. It is normative and recommended

for use. The chemical method is easy to operate, provides stable quality of phosphorus purification, and can be implemented at existing wastewater treatment plants without stopping work.

At the same time, most of the treatment facilities in Kazakhstan, which were mainly designed and built in the 60-80-ies of the XX century, were not designed to remove biogenic elements to the required standards, since according to the regulatory documents that existed in those years, it was necessary to ensure complete biological wastewater treatment. These problems are very relevant for most wastewater treatment plants in Kazakhstan, as it is getting worse every year and requires urgent solutions.

The results of experimental laboratory studies of adding to wastewater taken before the sand trap and after biological treatment, sediments from the sludge maps of the pumping and filtering station for wastewater treatment from phosphates are presented. According to laboratory experimental data obtained in the course of research, the phosphate treatment effect is in the range of 94.5% when 50 milliliters of sediment is added to 1 liter of waste water.

**Key words:** Natural water, water treatment, plumbing sludge, reagent, waste water, phosphates.

XFTAAP 68.31.00

DOI <https://doi.org/10.37884/1-2024/14>

Ә. С. Сейітқазиев\*<sup>1</sup>, Қ. Қ. Мұсабеков<sup>1</sup>, Қ.Ә. Естаев<sup>1</sup>, Қ.Ә. Сейітқазиева<sup>1</sup>, С.Д. Даулетбайқызы<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*М.Х. Дулати атындағы өңірлік университеті, Тараз қаласы, Қазақстан Республикасы*  
*E-mail: [adeubai@mail.ru](mailto:adeubai@mail.ru), [musabekov55@mail.ru](mailto:musabekov55@mail.ru), [estaev06@mail.ru](mailto:estaev06@mail.ru), [seytkazieva14@mail.ru](mailto:seytkazieva14@mail.ru)*  
*[dauletbai-sal@mail.ru](mailto:dauletbai-sal@mail.ru)*

## ТҰЗДАНҒАН ТОПЫРАҚТЫ ЖАҚСARTУ ӘДІСТЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

### *Аңдатпа*

Зерттеулер егіншілік экожүйесінде Жамбыл облысы, Байзақ ауданының суғармалы сұр топырақтарында жүргізілген. Топырақ сипаттамаларының толық нәтижелерін алу үшін екі бағыт белгіленген. Бірінші бағыттағы зерттеулер тұзданған және сортаңды жерлердің су-физикалық қасиеттерін, топырақ тығыздығының әр түрлі көрсеткіштеріндегі топырақ ылғалының динамикасын анықтауға арналған. Екінші бағытта- тұзды жерлерді жақсарту әдістері, атап айтқанда, жүйектер мен атыздар бойынша суғару технологиялары және терең қопсыту арқылы ресурс үнемдейтін топырақтағы тұздарды шаю технологиялары қарастырылған. Сонымен қатар қолданылған мелиоративтік шаралардың тиімділігі экологиялық тұрғыда бағаланған.

Сор топырақты егістіктерді жақсарту мақсатында тұзды шаюды терең қопсытумен ұштастыра жүргізудің қажеттілігі танаптық және монолиттік зерттеулер жүргізу арқылы анықталған. Сонымен қатар, ыза суларының деңгейі жер бетінен жақын жатқан егістіктерде шаюды, мүмкіндігінше, жабық коллекторлы-керізді желілері бар танаптарда, қолдану ұсынылған. Егер ондай мүмкіндік болмаса уақытша ашық керіздер арқылы өткізуге болады. Мұндағы α топырақтағы тұздардың шайылу деңгейін бағалайтын көрсеткіш болып табылады және орындалған топырақты жақсарту тәсілдерін экологиялық бағалауға қолданылған. Тұзданған топырақты шаюдың тиімділігі топырақтың өңделуіне, әсіресе тереңдігімен жер жырту әдісімен тікелей байланысты екендігін көрсетті.

**Кілт сөздер:** суғармалы егіншілік, суғару технологиялары, топырақтан булану, терең қопсыту, тұзданған топырақтар, сүзілу коэффициенттері, шаю мөлшері.