

to the influence of natural processes occurring in the rock mass, aquifers, and in mine workings when water comes into contact with rocks. The composition of mine water impurities exceeds the regulatory maximum permissible concentrations (MPC) as much as possible, which are cleaned before they are discharged into open reservoirs. The main pollutants of mine waters are highlighted, the main methods of mine water purification are considered, and characteristic signs of the use of mine water purification methods are noted. As a result, it was revealed that the correct determination of the order by the technological and technical requirements for each water treatment process included in the general technological scheme purifies the water well to the required quality. In accordance with the requirements for the quality of mine water treatment, it is necessary to modernize treatment facilities and introduce new and effective technologies, i.e. solve the problem of mine water treatment comprehensively.

**Key words:** adsorption, coagulation, heavy metals, organic impurities, demineralization, wastewater treatment, electrodeionization, electromembrane complex.

МРНТИ 70.25.17

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2024/31>

*К.Т. Оспанов\*<sup>1</sup>, Е.И. Кульдеев<sup>1</sup>, У.К. Онласын<sup>2</sup>, С.Н. Меркурьева<sup>3</sup>, Г.Н. Муханова<sup>4</sup>,*

*<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет, Алматы, Республика Казахстан, [k.ospanov@satbayev.university](mailto:k.ospanov@satbayev.university)\*, [e.kuldeyev@satbayev.university](mailto:e.kuldeyev@satbayev.university)*

*<sup>2</sup>Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Республика Казахстан, [ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz](mailto:ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz)*

*<sup>3</sup>ГКП «Астана Су Арнасы», Астана, Республика Казахстан, [snezhok\\_msn@mail.ru](mailto:snezhok_msn@mail.ru)*

*<sup>4</sup>ГКП «Алматы Су», Алматы, Республика Казахстан, [gulbanu.mukhanova.67@mail.ru](mailto:gulbanu.mukhanova.67@mail.ru)*

## ВЫБОР ФЛОКУЛЯНТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА АЛМАТЫ

*Аннотация*

В процессе очистки природных вод образуется большое количество сильно обводненных осадков, которые являются потенциальным источником загрязнения окружающей среды. Развитие мощностей водопроводных станций, повышение требований к созданию энергосберегающих технологий и к охране окружающей среды обуславливают необходимость обработки осадков водопроводных станций. На практике используются следующие основные направления обработки водопроводного осадка: сброс осадка в поверхностные водотоки и водоемы, захоронение в открытом море, обезвоживание осадка в естественных условиях, подсушивание осадка на иловых площадках в режиме испарения или замораживания-оттаивания, механическое обезвоживание уплотненного осадка на камерных или ленточных фильтр-прессах или в центрифугах с предварительным кондиционированием его с применением реагентов, удаление с осадком канализационных сооружений путем сброса водопроводных осадков и промывных вод на канализационные очистные сооружения. Настоящая статья посвящена вопросу обработки осадков очистных сооружений питьевых вод города Алматы. Приведены результаты лабораторных исследований по выбору эффективного флокулянта для обезвоживания осадков очистных сооружений. Лабораторно-экспериментальным путем определено, что при обезвоживании водопроводных осадков очистных сооружений города Алматы наиболее эффективны высокомолекулярные флокулянты марок Praestol 650 TR и Floram AN 913 SH. Данные флокулянты показали хорошие результаты по двум из трех показателей. Наилучший результат по водоотдаче и чистоте фугата.

**Ключевые слова:** *Природная вода, подготовка воды, отстойник, водопроводный осадок, флокулянт, обработка осадков, доза флокулянта, водоотдача.*

### **Введение**

Подготовка воды поверхностных источников для нужд водоснабжения, как известно, сопровождается образованием осадков. Образующийся осадок, представляющий собой высоковлажную массу органических и минеральных веществ различной дисперсности. В научной литературе эти отходы обычно называют осадком природных вод, осадком водопроводных станций, водопроводным осадком [1,2].

Осадок нередко представляет определенную опасность для окружающей среды и человека, поскольку содержащиеся в нем вещества при определенных условиях могут включаться в геохимические и биогеохимические циклы [3]. Для предотвращения пагубного воздействия на экологию осадок нуждается в обработке, цель которой состоит в снижении его влажности до уровня, позволяющего произвести утилизацию.

В настоящее время во многих городах Казахстана сложилась тяжелая ситуация с обработкой осадков водоочистных станций. Традиционные технологии обработки осадков несовершенны и не удовлетворяют современным требованиям, предъявляемым экологическими службами.

Наиболее эффективным способом снижения объема осадков является механическое обезвоживание. Предварительная обработка гидроокисных осадков природных вод флокулянтами приводит к агрегации частиц дисперсной фазы осадка, сокращению активной удельной площади поверхности частиц, увеличению размера пор и сокращению их протяженности, перераспределению форм связи влаги в сторону увеличения количества свободной и сокращению связанной воды [4,5].

При этом совместное использование коагулянта и флокулянта позволяет добиться отличных показателей при обезвоживании осадков. Очевидно, что порядок дозирования коагулянтов и флокулянтов в процессе кондиционирования имеет большое значение для обезвоживания осадка, причем коагулянт должен дозироваться раньше флокулянта [6].

Флокулирующие свойства флокулянтов зависят от химического состава, то есть от наличия соотношения и расположения в макромолекуле различных функциональных групп, молекулярной массы и степени разветвленности макромолекул, величины и знака заряда. Кроме того, свойства зависят от соотношения количества макромолекул различной молекулярной массы, структурных и химических неоднородностей полимерных цепей и некоторых других труднофиксируемых в производственных условиях факторов [7, 8].

Более точно выбрать оптимальный тип флокулянта для обезвоживания осадка с конкретными свойствами можно лишь путем сопоставления эффекта флокуляции различных образцов в лабораторных условиях.

В этой связи выбор наиболее эффективного флокулянта для каждого конкретного случая обработки осадка требует проведения длительных и трудоемких исследований.

Поэтому проводятся новые исследования реагентов и флокулянтов, разрабатываются новые технологии и оборудование для обезвоживания осадков. Данное исследование направлено на оценку эффективности флокулянтов разных марок, используемых в процессе механического обезвоживания осадков природных вод.

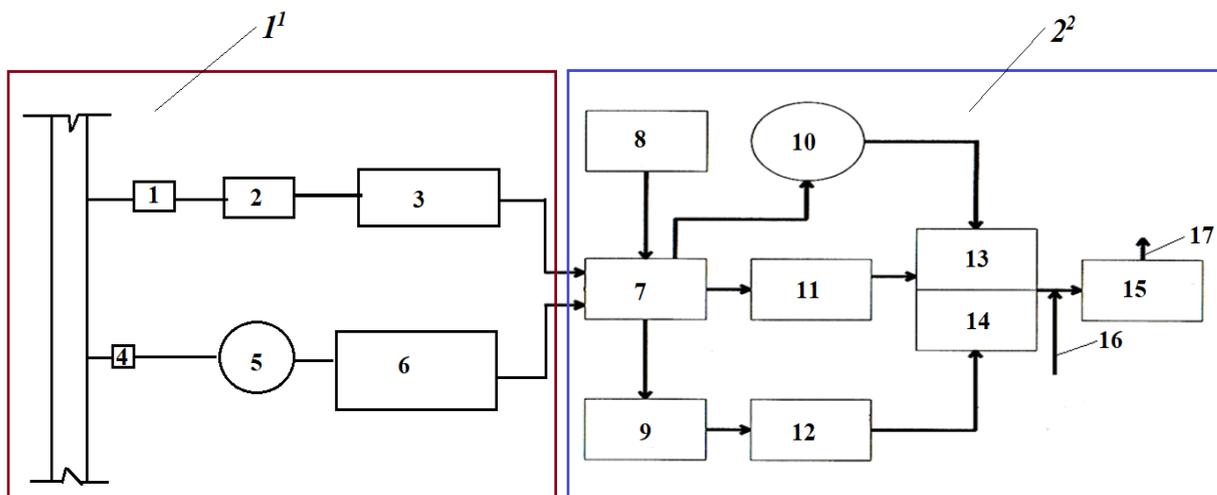
### **Методы и материалы**

Услугами в сфере системы водоснабжения и водоотведения города Алматы занимается Государственное коммунальное предприятие «Алматы Су». Город Алматы обеспечивается водой из 4-х основных источников воды: рек Большая и Малая Алматинка, а также скважинами из подземных водозаборов Алматинского и Талгарского месторождений. Проектная производительность всех водозаборов – 1 343 тысяч м<sup>3</sup>/сутки [9].

Водозабор на реке Большая Алматинка с очистными сооружениями является одним из источников водоснабжения города Алматы и обеспечивает порядка 35% потребностей города в питьевой воде. Головные очистные сооружения (ГОС) водопровода расположены в юго-

западной части города Алматы на правом берегу реки Большая Алматинка, на площадке, имеющей небольшой уклон с юго-запада на северо-восток. Проектная максимальная производительность ГОС – 254 тысяч м<sup>3</sup>/сутки [9].

Технологическая схема Головных очистных сооружений города Алматы показана на рисунке 1.



**Рисунок 1** - Технологическая схема Головных очистных сооружений: 1<sup>1</sup>- водозаборные сооружения, 2<sup>2</sup>- очистные сооружения, 1- шугосброс, 2- песколовка, 3- бассейн суточного регулирования (БСР-1), 4- лоток Вентури, 5- радиальный отстойник, 6- бассейн суточного регулирования (БСР-2), 7- распределительная камера; 8- реагентное хозяйство; 9- барабанные сетки; 10- радиальные отстойники со спиральными направляющими; 11- вертикальные отстойники; 12- горизонтальные отстойники; 13- фильтры скорые 2 очереди; 14- фильтры скорые 3 очереди; 15- резервуары чистой воды; 16- подача гипохлорита натрия для обеззараживания; 17- подача воды к потребителям

В Головных очистных сооружениях осадки образуются в радиальных отстойниках со спиральными направляющими, в вертикальных отстойниках, и в горизонтальных отстойниках. Удаление осадка из отстойников осуществляется под гидростатическим давлением воды в канализационную систему. То есть в настоящее время обработка водопроводных осадков в Алматы осуществляется путем их сброса в существующие сети городской канализации с последующей подачей их на очистные сооружения канализации.

Осадки образуются при очистке природных вод от содержащихся в их составе растворенных веществ, планктона, загрязнений, поступающих в водоисточники с дождевыми, тальными и сточными водами. Как результат, исходные характеристики осадка определяются главным образом качеством воды источника водоснабжения.

Лабораторные экспериментальные исследования по научно-исследовательской работе проводились на станции аэрации г. Астана. Испытания проводили на реальных осадках, образованных на очистных сооружениях по очистке питьевой воды города Алматы. В соответствии с общими правилами отбор осадков осуществлялся вручную.

Для лабораторных исследований были использованы флокулянты импортного производства, так как отечественные не имеются. Применяемые флокулянты приведены в таблице 1.

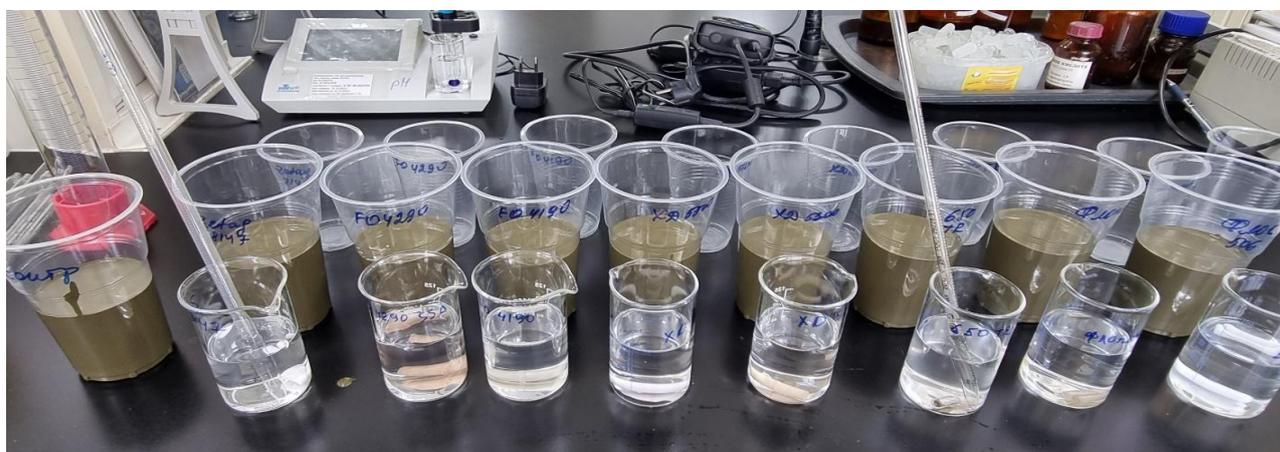
**Таблица 1.** Применяемые флокулянты

Наименование	Рабочие концентрации
Zetag 8140	0,1% раствор
SNF Flopam FO 4290 SSH	0,1% раствор
SNF Flopam FO 4190 PWG	0,1% раствор
Super floc XD 5500	0,1% раствор
Super floc XD 5300	0,1% раствор

Praestol 650 TR	0,1% раствор
Floпам AN 913 SH	0,1% раствор
Русфлок 506	0,1% раствор

Для проведения испытаний по обезвоживанию осадков применялись свежеприготовленные растворы флокулянтов с рабочей концентрацией 0,1%. Растворы флокулянтов вводились мерной пипеткой объемом 25 мл. В работе воспользовались лабораторным тестом по обезвоживанию осадков для определения пригодности различных марок флокулянтов для загущения и обезвоживания осадков. Более точно выбрать оптимальный тип флокулянта для обезвоживания осадка с конкретными свойствами можно лишь путем сопоставления эффекта флокуляции различных образцов в лабораторных условиях. Для моделирования процесса воспользовались методом переливаний.

Пробу осадков, подлежащую исследованию, в количестве 250 мл помещали в стакан. В другой чистый стакан наливали определенное количество раствора флокулянта. После этого переливанием из стакана в стакан перемешивали пробу осадка и раствор флокулянта, имитируя тем самым процесс флокуляции. При этом наблюдали за загущением осадка и фиксировали число переливаний. Изначально, число переливаний должно было быть постоянным для всех испытываемых образцов и равно 10. Однако, в процессе эксперимента было замечено, что при числе переливаний больше 6 происходит деструкция сгущенного осадка. Поэтому было принято решение для всех образцов выбрать число перемешиваний равное 6. Далее, образовавшийся осадок, переливали на фильтровальную сетку, и измеряли объем фугата, который отдает сфлокулированный осадок за 30 секунд. Для всех образцов определяли взвешенные вещества фугата. Полученный кек визуально оценивали на отлипание от сетки по 5-ти бальной шкале (отл -5, хорошо – 4, удовл. – 3, неуд. – 2, не отлипает -1). Приготовленные объемы осадка и растворы флокулянтов показаны на рисунке 2.



**Рисунок 2 - Начало испытаний. Приготовленные объемы осадка и растворы флокулянтов**

Определение взвешенных веществ в фугате проводили по СТ РК 2015-2010 «Охрана природы. Гидросфера. Определение взвешенных веществ в поверхностных и сточных водах». Комитет технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан, Астана, 2010 [10].

Определение влажности и зольности проводили по Методике проведения технологического контроля работы сооружений по очистке сточных вод. Агентство Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Астана. 2011. 373 с. [11].

Были проведены 3 этапа исследований, каждый этап соответствовал по концентрации и объему флокулянта для осуществления процесса обезвоживания.

## Результаты и обсуждение

### 1 этап исследований:

Исходные данные осадка: влажность – 67,8%; зольность -91,5%

Опытным путем проводили подбор необходимого объема флокулянта для осуществления процесса обезвоживания. Установили, что процесс обезвоживания осадка с влажностью 67,8% начинается при добавлении флокулянта в количестве от 60 и более мл на 250 мл осадка. Наиболее продуктивный процесс обезвоживания происходит при добавлении флокулянта в объеме 100 мл. Результаты испытаний первого этапа представлены в таблице 2 и на рисунках 3, 4.

**Таблица 2.** Результаты испытаний первого этапа

№п /п	Наименование флокулянта	Доза флокулянта, с=0,1%, мл	Водоотдача за 30 сек, мл	Отлипание от сетки	Взвешенные вещества в фугате, мг/дм <sup>3</sup>
1	Zetag 8140	100,0	63	Хор	2759
2	SNF Flopam FO 4290 SSH	100,0	70	Хор	1629
3	SNF Flopam FO 4190 PWG	60,0	30	Хор	12673
4	Super floc XD 5500	100,0	66	Удовл	2456
5	Super floc XD 5300	100,0	69	Отл	175
6	Praestol 650 TR	100,0	80	Отл	240
7	Flopam AN 913 SH	100,0	98	Отл	264
8	Русфлок 506	100,0	62	удовл	6582



**Рисунок 3** - Осадок после перемешивания с флокулянтами Zetag 8140, SNF Flopam FO 4290 SSH, Super floc XD 5300, Flopam AN 913 SH



**Рисунок 4** - Осадок после перемешивания с флокулянтами Super floc XD 5500, Русфлок 506, Praestol 650 TR, SNF Flopam FO 4190 PWG

**2 этап испытаний:**

В виду того, что при проведении первого этапа испытаний добавляли флокулянт в количестве 100 мл на 250 мл осадка было принято решение повторить испытания, при этом концентрацию флокулянта увеличили до 1%. Следует отметить, что полученная масса флокулянта получилась очень плотной и вязкой и не поддавалась перемешиванию. Применять флокулянт концентрацией 1% не представляется возможным. После был приготовлен раствор флокулянта 0,5 %. Концентрация флокулянта 0,5 % так же не применима для осадков с влажностью 67,8%. Тем самым подтверждая правильно выбранную изначально рабочую концентрацию флокулянта 0,1%.

**3 этап исследований:**

Исходные данные осадка: влажность – 86,6%; зольность -90,7%

Объем осадка для исследований 300 мл

Рабочая концентрация флокулянта – 0,1%

Число перемешиваний – 6 (чем больше число перемешиваний и интенсивнее процесс перемешивания, тем более мелкий хлопок образуется).

Результаты испытаний третьего этапа представлены в таблице 3 и на рисунках 5, 6, 7, 8.

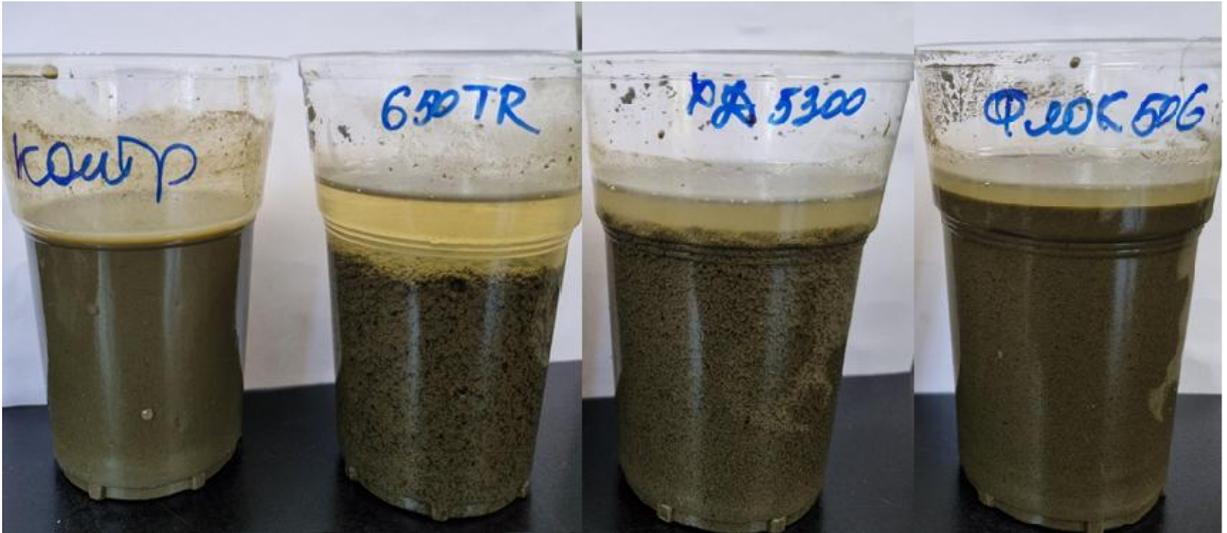
**Таблица 3. Результаты испытаний второго этапа**

№ п/п	Наименование флокулянта	Доза флокулянта, с=0,1%, мл	Водоотдача за 30 сек, мл	Отлипание от сетки	Взвешенные вещества в фугате, мг/дм <sup>3</sup>
1	Zetag 8140	30,0	85	Удовл	17733
		45,0	158	Хор	4930
2	SNF Flopam FO 4290 SSH	30,0	90	Удовл	11797
		45,0	188	Отл	143
3	SNF Flopam FO 4190 PWG	30,0	160	Отл	2914
		45,0	186	Отл	165
4	Super floc XD 5500	30,0	93	Хор	10448
		45,0	182	Отл	139
5	Super floc XD 5300	30,0	150	Отл	4071
		45,0	180	Хор	170
6	Praestol 650 TR	30,0	170	Отл	212
		45,0	196	Отл	142
7	Floпам AN 913 SH	30,0	190	Хор	265
		45,0	206	Отл	256
8	Русфлок 506	30,0	115	Хор	13174
		45,0	136	Удовл	6142

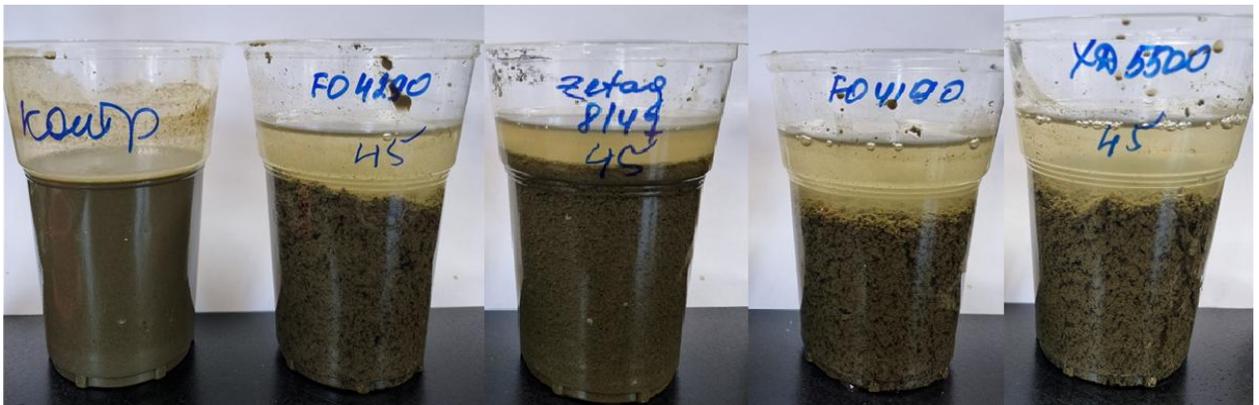


**Рисунок 5** - Осадок после перемешивания с флокулянтами SNF Floпам FO 4290 SSH, SNF Floпам FO 4190 PWG, Super floc XD 5500, Floпам AN 913 SH при объеме флокулянта 30

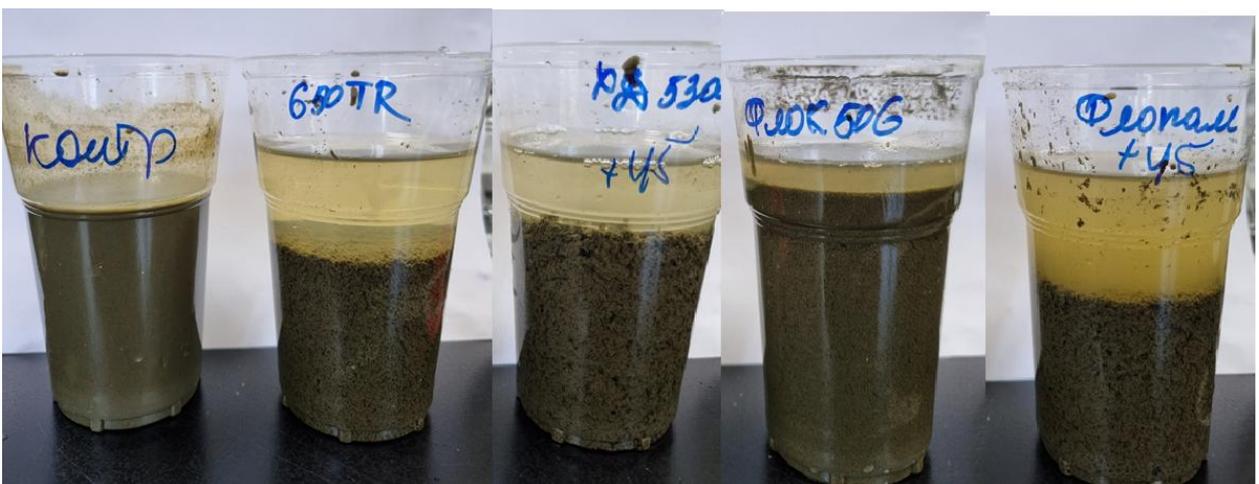
мл



**Рисунок 6** - Осадок после перемешивания с флокулянтами Praestol 650 TR, Super floc XD 5300 и Русфлок 506 при объеме флокулянта 30 мл



**Рисунок 7** - Осадок после перемешивания с флокулянтами SNF Floram FO 4290 SSH, Zetag 8147, SNF Floram FO 4190 PWG, Super floc XD 5500 при объеме флокулянта 45 мл.



**Рисунок 8** - Осадок после перемешивания с флокулянтами Praestol 650 TR, Super floc XD 5300, Русфлок 506, Флорам AN 913 SH при объеме флокулянта 45 мл.

На рисунке 9 показано качество фугата после определения водоотдачи через сито при объеме добавленного флокулянта 30 мл.



**Рисунок 9** - Качество фугата после определения водоотдачи через сито при объеме добавленного флокулянта 30 мл.

На рисунке 10 показано качество фугата после определения водоотдачи через сито при объеме добавленного флокулянта 45 мл.



**Рисунок 10** - Качество фугата после определения водоотдачи через сито при объеме добавленного флокулянта 45 мл.

Из полученных данных видно, что из представленных восьми образцов флокулянтов хорошо показали себя флокулянты марок Praestol 650 TR и Floam AN 913 SH. Данные флокулянты показали хорошие результаты по двум из трех показателей. Наилучший результат по водоотдаче и чистоте фугата.

#### **Выводы**

Лабораторно-экспериментальным путем определено, что при обезвоживании водопроводных осадков очистных сооружений города Алматы наиболее эффективны высокомолекулярные флокулянты марок Praestol 650 TR и Floam AN 913 SH. Эти флокулянты показали лучшие результаты по основным показателям, а также флокулянты Praestol 650 TR и Floam AN 913 SH образуют наиболее крупные хлопья при обработке сброженного осадка, что показывает его способности к уплотнению.

Исходя из лабораторных испытаний для получения фугата с содержанием взвешенных веществ ок. 200-250 мг/дм<sup>3</sup> можем рекомендовать 100 мл 0,1% раствора флокулянта на 1000 мл осадка влажностью не менее 85%. Корректировка дозировки флокулянта проводится при опытно-промышленном испытании.

Увеличение дозы флокулянта при обработке обезвоживаемой смеси приводит к снижению водоотдачи и объема выделяемого фильтрата. Поэтому в процессе обезвоживания необходимо ориентироваться на оптимальные дозы флокулянтов, что обеспечит эффективность процесса при минимуме эксплуатационных затрат.

**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 № BR21882292).

#### Список источников:

1. Anjithan, K. (2016) Management Practices of Water Treatment Sludge in Sri Lanka and Re-use Potential of Sludge Material, Master, University of Moratuwa.
2. Qrenawi, L.I. and Rabah, F.K.J. (2021) ‘Sludge management in water treatment plants: literature review’, *Int. J. Environment and Waste Management*, Vol. 27, No. 1, pp.93–125. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/348131759>
3. Babatunde, A.O.; Zhao, Y.Q. Constructive Approaches Toward Water Treatment Works Sludge Management: An International Review of Beneficial Reuses. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 2007, 37, 129–164. [CrossRef]
4. Wu P. et al. Microwave assisted preparation and characterization of a chitosan based flocculant for the application and evaluation of sludge flocculation and dewatering // *International journal of biological macromolecules*. – 2020. – Т. 155. – С. 708-720. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813020328658>
5. Wen, L.; Yao, D. The Effect of Flocculants and Water Content on the Separation of Water from Dredged Sediment. *Water* 2023, 15, 2462. – URL: <https://doi.org/10.3390/w15132462>
6. Wang H. F. et al. Impact of dosing order of the coagulant and flocculant on sludge dewatering performance during the conditioning process // *Science of the total environment*. – 2018. – Т. 643. – С. 1065-1073. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971832237X>
7. Соколов, Л.И. Исследование эффективности флокулянтов при обработке осадков природных и сточных вод// *Журнал «Вода Magazine»*, №9 (109), 2016 г.- URL: <https://watermagazine.ru/nauchnye-stati2/novye-stati/24976>
8. Jiang, X., Li, Y., Tang, X., Jiang, J., He, Q., Xiong, Z., & Zheng, H. (2021). Biopolymer-based flocculants: a review of recent technologies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(34), 46934–46963. *International Journal of Biological Macromolecules*, 92, 761-768 - July 2016. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.07.087>
9. Технологический регламент работы Головных очистных сооружений водопровода на реке Большая Алматинка города Алматы. Алматы, 2015, 177 с.
10. СТ РК 2015-2010 «Охрана природы. Гидросфера. Определение взвешенных веществ в поверхностных и сточных водах». (ИСО 11923:1997, NEQ) Комитет технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан, Астана, 2010. – 32 с.
11. Методика проведения технологического контроля работы сооружений по очистке сточных вод. Агентство Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Астана. 2011. 373 с.
12. Использование осадка водопроводных очистных сооружений в качестве реагента для очистки сточных вод от фосфатов. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. №1 (101) 2024, ISSN 2304-3334*. 122-132с.
13. Qrenawi, L.I. and Rabah, F.K.J. (2021) ‘Sludge management in water treatment plants: literature review’, *Int. J. Environment and Waste Management*, Vol. 27, No. 1, pp.93–125. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/348131759>
14. Babatunde, A.O.; Zhao, Y.Q. Constructive Approaches Toward Water Treatment Works Sludge Management: An International Review of Beneficial Reuses. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 2007, 37, 129–164. [CrossRef]
15. Wu P. et al. Microwave assisted preparation and characterization of a chitosan based flocculant for the application and evaluation of sludge flocculation and dewatering // *International journal of biological macromolecules*. – 2020. – Т. 155. – С. 708-720. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813020328658>
16. Wen, L.; Yao, D. The Effect of Flocculants and Water Content on the Separation of Water from Dredged Sediment. *Water* 2023, 15, 2462. – URL: <https://doi.org/10.3390/w15132462>

17. Wang H. F. et al. Impact of dosing order of the coagulant and flocculant on sludge dewatering performance during the conditioning process // Science of the total environment. – 2018. – Т. 643. – С. 1065-1073. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971832237X>

18. Sokolov, L.I. Study of the effectiveness of flocculants in the treatment of natural and wastewater sludge // Water Magazine, No. 9 (109), 2016 - URL: <https://watermagazine.ru/nauchnye-stati2/novye-stati/24976>

19. Jiang, X., Li, Y., Tang, X., Jiang, J., He, Q., Xiong, Z., & Zheng, H. (2021). Biopolymer-based flocculants: a review of recent technologies. Environmental Science and Pollution Research, 28(34), 46934–46963. International Journal of Biological Macromolecules, 92, 761-768 - July 2016. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.07.087>

20. Technological regulations for the operation of the main water treatment plants on the Bolshaya Almatinka River in the city of Almaty. Almaty, 2015, 177 p.

21. ST RK 2015-2010 “Nature conservation. Hydrosphere. Determination of suspended substances in surface and waste waters.” (ISO 11923:1997, NEQ) Committee for Technical Regulation and Metrology of the Ministry of Industry and New Technologies of the Republic of Kazakhstan, Astana, 2010. – 32 p.

22. Methodology for conducting technological control of the operation of wastewater treatment plants. Agency of the Republic of Kazakhstan for Construction and Housing and Communal Services. Astana. 2011. 373 p.

### References

1. Anjithan, K. (2016) Management Practices of Water Treatment Sludge in Sri Lanka and Re-use Potential of Sludge Material, Master, University of Moratuwa.

2. Qrenawi, L.I. and Rabah, F.K.J. (2021) ‘Sludge management in water treatment plants: literature review’, Int. J. Environment and Waste Management, Vol. 27, No. 1, pp.93–125. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/348131759>

3. Babatunde, A.O.; Zhao, Y.Q. Constructive Approaches Toward Water Treatment Works Sludge Management: An International Review of Beneficial Reuses. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 2007, 37, 129–164. [CrossRef]

4. Wu P. et al. Microwave assisted preparation and characterization of a chitosan based flocculant for the application and evaluation of sludge flocculation and dewatering // International journal of biological macromolecules. – 2020. – Т. 155. – С. 708-720. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813020328658>

5. Wen, L.; Yao, D. The Effect of Flocculants and Water Content on the Separation of Water from Dredged Sediment. Water 2023, 15, 2462. – URL: <https://doi.org/10.3390/w15132462>

6. Wang H. F. et al. Impact of dosing order of the coagulant and flocculant on sludge dewatering performance during the conditioning process // Science of the total environment. – 2018. – Т. 643. – С. 1065-1073. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971832237X>

7. Sokolov, L.I. Issledovanie ehffektivnosti flokulyantov pri obrabotke osadkov prirodnykh i stochnykh vod// Zhurnal «Voda Magazine», №9 (109), 2016 g.- URL: <https://watermagazine.ru/nauchnye-stati2/novye-stati/24976>

8. Jiang, X., Li, Y., Tang, X., Jiang, J., He, Q., Xiong, Z., & Zheng, H. (2021). Biopolymer-based flocculants: a review of recent technologies. Environmental Science and Pollution Research, 28(34), 46934–46963. International Journal of Biological Macromolecules, 92, 761-768 - July 2016. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.07.087>

9. Tekhnologicheskij reglament raboty Golovnykh ochistnykh sooruzhenij vodoprovoda na reke Bol'shaya Almatinka goroda Almaty. Almaty, 2015, 177 s.

10. ST RK 2015-2010 «Okhrana prirody. Gidrosfera. Opredelenie vzveshennykh veshchestv v poverkhnostnykh i stochnykh vodaKH». (ISO 11923:1997, NEQ) Komitet tekhnicheskogo regulirovaniya i metrologii Ministerstva industrii i novykh tekhnologij Respubliki Kazakhstan, Astana, 2010. – 32 s.

11. Metodika provedeniya tekhnologicheskogo kontrolya raboty sooruzhenij po ochistke stochnykh vod. Agentstvo Respubliki Kazakhstan po delam stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyajstva. Astana. 2011. 373 s.
12. Ispol'zovanie osadka vodoprovodnykh ochistnykh sooruzhenij v kachestve reagenta dlya ochistki stochnykh vod ot fosfatov. Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty. №1 (101) 2024, ISSN 2304-3334. 122-132p.
13. Qrenawi, L.I. and Rabah, F.K.J. (2021) ‘Sludge management in water treatment plants: literature review’, Int. J. Environment and Waste Management, Vol. 27, No. 1, pp.93–125. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/348131759>
14. Babatunde, A.O.; Zhao, Y.Q. Constructive Approaches Toward Water Treatment Works Sludge Management: An International Review of Beneficial Reuses. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 2007, 37, 129–164. [CrossRef]
15. Wu P. et al. Microwave assisted preparation and characterization of a chitosan based flocculant for the application and evaluation of sludge flocculation and dewatering // International journal of biological macromolecules. – 2020. – Т. 155. – С. 708-720. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813020328658>
16. Wen, L.; Yao, D. The Effect of Flocculants and Water Content on the Separation of Water from Dredged Sediment. Water 2023, 15, 2462. – URL: <https://doi.org/10.3390/w15132462>
17. Wang H. F. et al. Impact of dosing order of the coagulant and flocculant on sludge dewatering performance during the conditioning process // Science of the total environment. – 2018. – Т. 643. – С. 1065-1073. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971832237X>
18. Sokolov, L.I. Study of the effectiveness of flocculants in the treatment of natural and wastewater sludge // Water Magazine, No. 9 (109), 2016 - URL: <https://watermagazine.ru/nauchnye-stati2/novye-stati/24976>
19. Jiang, X., Li, Y., Tang, X., Jiang, J., He, Q., Xiong, Z., & Zheng, H. (2021). Biopolymer-based flocculants: a review of recent technologies. Environmental Science and Pollution Research, 28(34), 46934–46963. International Journal of Biological Macromolecules, 92, 761-768 - July 2016. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.07.087>
20. Technological regulations for the operation of the main water treatment plants on the Bolshaya Almatinka River in the city of Almaty. Almaty, 2015, 177 p.

**К.Т. Оспанов<sup>1\*</sup>, Е.И. Кульдеев<sup>1</sup>, У.К. Онласын<sup>2</sup>, С.Н. Меркурьева<sup>3</sup>, Г.Н. Муханова<sup>4</sup>,**

<sup>1</sup>Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан республикасы, [k.ospanov@satbayev.university](mailto:k.ospanov@satbayev.university)\*, [e.kuldeyev@satbayev.university](mailto:e.kuldeyev@satbayev.university)

<sup>2</sup> Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан республикасы, [ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz](mailto:ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz)

<sup>3</sup>ГКП «Астана Су Арнасы», Астана, Қазақстан республикасы,, [snezhok\\_msn@mail.ru](mailto:snezhok_msn@mail.ru)

<sup>4</sup>ГКП «Алматы Су», Алматы, Қазақстан республикасы,, [gulbanu.mukhanova.67@mail.ru](mailto:gulbanu.mukhanova.67@mail.ru)

## **АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ СУДЫ ТАЗАРТУ ҒИМАРАТТАРЫНЫҢ ТҮНБАСЫН ӨНДЕУ ҮШІН ФЛОКУЛЯНТ ТАҢДАУ**

### **Аңдатпа**

Табиғи суларды тазарту кезінде қоршаған ортаны ластаудың ықтимал көзі болып табылатын қатты суарылатын тұнбалардың көп мөлшері түзіледі. Сумен жабдықтау қондырғыларының қуаттарын дамыту, энергия үнемдейтін технологияларды құруға және қоршаған ортаны қорғауға қойылатын талаптардың артуы сумен жабдықтау қондырғыларының тұнбасын өңдеуді қажет етеді. Іс жүзінде су құбыры тұнбасын өңдеудің мынадай негізгі бағыттары пайдаланылады: тұнбаны жер үсті су ағындарына және су қоймаларына ағызу, ашық теңізде көму, табиғи жағдайларда тұнбаны сусыздандыру, тұнбалы

алаңдарда булану немесе мұздату-еріту режимінде тұнбаны кептіру, тығыздалған тұнбаны камералық немесе таспалық сүзгі-престерде немесе центрифугаларда реагенттерді қолдана отырып, оны алдын ала баптай отырып механикалық құрғату, кәріздік тазарту құрылыстарына су құбыры тұнбалары мен жуу суларын ағызу жолымен кәріздік құрылыстарды тұнбамен жою. Осы мақала Алматы қаласы ауыз суды тазарту ғимараттарының тұнбасын өңдеу мәселесіне арналған. Тазарту ғимараттарының тұнбасын сусыздандыру үшін тиімді флокулянтты таңдау бойынша зертханалық зерттеу нәтижелері келтірілген. Алматы қаласы суды тазарту ғимараттарының су құбыры тұнбасын сусыздандыруда жоғары молекулярлы Praestol 650 TR және Flopam AN 913 SH маркалы флокулянттарды пайдаланған тиімді екендігі зертханалық-тәжірбиелік жолмен анықталған. Бұл флокулянттар үш көрсеткіштердің ішінде екі көрсеткіш бойынша жоғарғы нәтижелер көрсетті. Тиімді көрсеткіштері су беру және фугаттың тазалығы бойынша.

**Кілт сөздер:** Табиғи су, суды дайындау, тұндырғыш, су құбыры тұнбасы, флокулянт, тұнбаны өңдеу, флокулянт дозасы

**K.T. Ospanov<sup>1\*</sup>, Y.I. Kuldeyev<sup>1</sup>, U.K. Onglassyn<sup>2</sup>, S. N. Merkuryeva<sup>3</sup>, G.N. Mukhanova<sup>4</sup>,**

<sup>1</sup> *Kazakh National Research Technical University, Almaty city, Republic of Kazakhstan,*  
*k.ospanov@satbayev.university\*, e.kuldeyev@satbayev.university*

<sup>2</sup> *Kazakh National Agrarian Research University, Almaty city, Republic of Kazakhstan,*  
*ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz*

<sup>3</sup> *State Municipal Enterprise "Astana Su Arnasy", Astana city, Republic of Kazakhstan,,*  
*snezhok\_msn@mail.ru*

<sup>4</sup> *State Municipal Enterprise "Astana Su Arnasy", Astana city, Republic of Kazakhstan,*  
*gulbanu.mukhanova.67@mail.ru*

## **SELECTING A FLOCCULANT FOR TREATING SLUDGE FROM WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN ALMATY**

### **Abstract**

During the process of cleaning natural waters, a large amount of highly waterlogged sediment is formed, which is a potential source of environmental pollution. The development of water supply station capacities, increasing requirements for the creation of energy-saving technologies and environmental protection necessitate the treatment of water supply station sludge. In practice, the following main directions of processing water sludge are used: discharge of sludge into surface watercourses and reservoirs, burial in the open sea, dewatering of sludge in natural conditions, drying of sludge on sludge beds in evaporation or freeze-thaw mode, mechanical dewatering of compacted sludge in chamber or belt filter presses or in centrifuges with preliminary conditioning using reagents, removal with sludge from sewage facilities by discharging water sludge and wash water to sewage treatment facilities. This article is devoted to the issue of treating sludge from drinking water treatment plants in the city of Almaty. The results of laboratory studies on the selection of an effective flocculant for dewatering sludge from wastewater treatment plants are presented. It was determined through laboratory and experimental methods that high-molecular flocculants of the Praestol 650 TR and Flopam AN 913 SH brands are most effective when dewatering water supply sludge from treatment plants in the city of Almaty. These flocculants showed good results in two out of three indicators. The best result in terms of water yield and purity of liquid separated during precipitation.

**Key words:** Natural water, water treatment, sump, plumbing sludge, flocculant, sludge treatment, flocculant dosage.