

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
ТАДЖИКИСТАН

ТАДЖИКСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.С.ОСИМИ

УДК 628.1 (575.3)

*На правах рукописи*

**БАДАВЛАТОВА Бунафша Худоёровна**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОСВЕТЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД  
(на примере очистной станции самотечного водопровода  
города Душанбе)**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

на соискание учёной степени  
кандидата технических наук по специальности  
**05.23.04** - Водоснабжение, канализация,  
строительные системы охраны водных ресурсов

Душанбе - 2022

Диссертационная работа выполнена на кафедре «Системы водоснабжение, теплогазоснабжение и вентиляция» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими Республики Таджикистан

**Научный руководитель:** Амирзода Ориф Хамид, доктор технических наук, доцент, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

**Официальные оппоненты:** Рузиев Джура Рахимназарович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Прикладная химия», Таджикского национального университета

Хакимов Гафурджон Косимджонович, кандидат технических наук, доцент, декан «Инженерно - технологического факультета», Технологического университета Таджикистана

**Ведущая организация:** Горно-металлургический институт Таджикистана

Защита состоится «14» марта 2023г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета 6D.КOA-027 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими по адресу: 734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10А.

E-mail: [dis.sia@mail.ru](mailto:dis.sia@mail.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, [www.ttu.tj](http://www.ttu.tj)

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» февраля 2023 года

Учёный секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат технических наук, доцент

Рахмонзода А.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Формирование цивилизации непосредственно связано с применением воды, использование которой происходит во все расширяющихся масштабах. Обеспечение жителей водой, которая отвечает конкретным санитарно-гигиеническим требованиям, считается одной из ведущих проблем водоснабжения.

Централизованная система водоснабжения города Душанбе обслуживается поверхностными источниками воды, которые в общем объеме водозабора составляют 68%, и подземными - 32%. Река Варзоб, которая является поверхностным источником водоснабжения г. Душанбе, находится под влиянием антропогенных воздействий. Качество воды р. Варзоб зависит от качества воды её притоков. Основными загрязнителями водных ресурсов района являются осадки, смыв почвы, сброс отходов в водные источники, выпас и водопой скота, застройка зоны санитарной охраны водоемов.

В летнее время в р. Варзоб при снижении уровня воды резко уменьшается содержание кислорода и растет бактериальное загрязнение. В настоящее время в районе учёт общего сброса сточных вод в поверхностные водоёмы не ведется, но трудно поддается контролю. Качество воды в водных объектах по многим показателям не отвечает требованиям действующих норм.

Актуальным вопросом остается качество поставляемой воды жителям, особенно в осенне-весенний период, связанное с изменением рН и щелочностью воды, а также увеличением в очищаемой воде органических веществ. Практика эксплуатации водоочистных станций г. Душанбе свидетельствует о том, что, поступая на очистные станции, такие воды значительно увеличивают нагрузку на основные сооружения очистки, усложняя процесс водоподготовки и в большинстве случаев приводя к перерасходу используемых реагентов, увеличивая себестоимость подготовки питьевой воды.

Для решения этой проблемы совершенствование централизованных технологий водоочистки целесообразно осуществлять путем модернизации технологического процесса на станциях. В настоящее время внедрение многих технологических приемов требует либо частичной, либо полной реконструкции существующих станций водоочистки, что связано с огромными капитальными затратами. Наиболее простым и надежным способом модернизации технологического процесса водоочистки является повышение эффективной и надежной работы очистных сооружений при использовании современных реагентов.

Актуально использовать высокомолекулярные реагенты (флокулянты) с точными характеристиками и селективными свойствами. Они являются продуктом высоких технологий, и их дозировка зависит от множества конкретных факторов. Современные реагенты минимизируют или вовсе не добавляют в воду растворенных металлов (алюминия или железа), не изменяют рН воды, значительно сокращают объем образуемого осадка. При этом применение коагулянтов и флокулянтов на базе полимеров позволяет не только удалить из воды взвешенные и растворимые вещества, но и провести ее обеззараживание.

Учитывая, что на станциях водоподготовки города Душанбе реагентная очистка решается по устаревшим технологиям с использованием малоэффективных коагулянтов и флокулянтов, вопрос применения современных реагентов, обеспечивающих эффективную и надежную работу очистных сооружений,

становится не только актуальным, но приемлемым и экономически целесообразным.

**Степень научной разработанности темы.** Изучению известных решений по интенсификации процесса коагуляции воды посвящены многочисленные работы ученых: Бабенкова Е.Д., Высоцкого С.П., Драгинского В.Л., Гетманцева С.В., Алексеевой Л.П., Кульского Л.А., Строкача П.П., Говоровой Ж.М., Клячко В.А., Апельцина И.Э., Гришина Б.М., Lester G.D., Grunwald E., Thomas A.W., Steinert W., Meissner D., а также ученых Таджикистана: Шоимов Ш.Ш., Сабитов А., Давлатмиров Дж.Д., Норматов А.Ю., Хакимов А., Марамов М.Б. и др., которые внесли фундаментальный вклад в совершенствование технологического процесса очистки поверхностных вод.

**Связь темы с научными программами и проектами:** диссертационная работа выполнялась в рамках республиканских и международных программ, в разработке которых диссертант принимала непосредственное участие: второй проект водоснабжения города Душанбе (2020г.); исследования проводились в рамках объявленного Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития», 2018-2028 гг.; Государственной экологической программы Республики Таджикистан на период 2009-2019гг.; Государственной программы Республики Таджикистан по изучению и сохранению ледников на период 2010-2030гг.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Целью диссертационной работы** является усовершенствование существующих технологических процессов водоподготовки с применением современных реагентов (на примере очистной станции самотечного водопровода города Душанбе).

С этой целью поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ состояния существующей схемы подготовки питьевой воды из поверхностных источников города Душанбе.
2. Исследовать целесообразность и возможности повышения эффективности водоподготовки совместным применением коагулянта и современных флокулянтов.
3. Разработать математическую модель процесса реагентного осветления.
4. Провести технико-экономическое обоснование применения современных флокулянтов.
5. Разработать рекомендации для интенсификации реагентной обработки воды на водоочистных станциях поверхностных источников города Душанбе.

**Объект исследования:** очистная станция самотечного водопровода города Душанбе.

**Предмет исследования:** динамика процесса реагентного осветления питьевой воды; технологические параметры процесса реагентного осветления.

**Научная новизна исследования** заключается в:

1. Установлении экспериментальным исследованием механизма, интенсифицирующего процесса седиментации загрязнений и осветления питьевой воды совместным применением реагента сернистого алюминия и флокулянтов POLY SEPAR AN 34 TW и Нитрофлока 215.

2. Разработке математической модели, определяющей зависимость показателей качества очищенной воды от дозы коагулянта и флокулянтов в процессе седиментации.

3. Выявлении эффективности применения коагулянта и флокулянтов на органической основе для осветления воды из поверхностного источника.

4. Разработке рекомендаций для модернизации схем водоподготовки и улучшения реагентной системы ОССВ г. Душанбе.

**Теоретическая и научно - практическая ценность исследования** заключается в её направленности на совершенствование процесса предварительного осветления питьевой воды, применительно к объектам водоснабжения, что является одной из важнейших задач строительных систем водоснабжения и охраны водных ресурсов. Практическая значимость работы заключается в разработанном нами технологическом решении для очистки воды от высокой мутности и других загрязнений с использованием смеси коагулянта и флокулянтов, экономическом обосновании применения современных флокулянтов.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Реагентная технология, применяемая для подготовки питьевой воды на водоочистных станциях из поверхностного источника города Душанбе.

2. Целесообразность и возможность совместного применения коагулянта и современного флокулянта с целью повышения эффективности водоподготовки.

3. Математическая модель процесса реагентного осветления.

4. Экономическое обоснование и эффективность применения современных флокулянтов.

5. Рекомендации для интенсификации реагентной обработки воды.

**Степень достоверности результатов проведённых исследований.** Достоверность полученных результатов подтверждается хорошим совпадением экспериментальных результатов по разработанной методике и численных результатов расчёта.

**Содержание диссертации соответствует** следующей области паспорта специальности 05.23.04 – «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов»:

п.1 - Создание научных основ и математическое моделирование систем водоснабжения и водоотведения населенных пунктов, промышленных предприятий, объектов энергетики и сельского хозяйства с разработкой и реализацией методов оптимизации систем по экономическим, технологическим и экологическим критериям оптимальности.

п.12 - Техничко-экономическая эффективность и надежность систем водного хозяйства городов, промышленных комплексов и производственных предприятий, оптимизация проектных решений строительства новых, технического перевооружения и реконструкции существующих систем, оптимизации режима работы систем и их отдельных элементов в соответствии с фактическим режимом водопотребления и поступления отработанной воды.

**Личный вклад автора** состоит в общей постановке цели и задач исследования, проведении экспериментальных исследований процесса осветления воды, участии в обработке, анализе, обобщении полученных результатов, под-

готовке материалов к публикации, а также формулировании основных выводов совместно с научным руководителем.

**Апробация и реализация результатов исследования.** Основные положения работы и полученные результаты исследований докладывались и обсуждались на XIX международной научно-практической конференции: Современная наука: Актуальные вопросы, достижения и инновации в г. Пенза, РФ: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2021. - Ч.1, С.75-84, а также в материалах Республиканской научно-практической конференции «Водохозяйственный комплекс: проблемы и пути их решения», г. Душанбе, 6 мая 2022г., Журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология», Т.2, №1. С.9-15.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 9 научных трудов, в том числе 5 статьи, опубликованные в Республике Таджикистан и Российской Федерации, рекомендованные ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 2 работы входят в научные издания, индексируемые системой РИНЦ и 2 работы в других научных изданиях.

**Структура и объём диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы, приложений, 152 страниц компьютерного набора, включая 48 рисунков, 32 таблиц и формулы.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, дан обзор способов интенсификации процесса реагентного осветления воды, излагаются цели и задачи диссертационной работы, научная новизна, практическая значимость и достоверность полученных результатов.

**В первой главе «АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДУЕМОГО ВОПРОСА»** приведён состояние существующих схем подготовки питьевой воды из поверхностных источников города Душанбе, обзор способов интенсификации процесса коагуляции воды, современные технологии водоподготовки, нормативы качества питьевой воды и выводов по главе.

**Вторая глава «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РЕАГЕНТНОГО ОСВЕТЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД»** посвящена материалами исследования процесса реагентного осветления поверхностных вод, методикам проведения экспериментальных исследований, включающий также общие характеристики исследуемого коагулянта и флокулянтов, кинетика процесса осветления воды и динамика осветления поверхностных вод в лабораторных условиях.

Для интенсификации процесса осаждения взвеси применяют ее коагулирование, для чего в воду добавляют реагенты - коагулянты и флокулянты. В результате формируются плотные крупные агрегаты, на поверхности которых адсорбируются примеси - хлопья, быстро осаждающиеся и увлекающие за собой частицы взвеси. Вводимые в обрабатываемую воду реагенты должны быть хорошо и быстро перемешаны с ней в смесителях. При применении отстойников воды из смесителя поступает в камеру хлопьеобразования, где обеспечиваются оптимальные условия для формирования хлопьев.

Процесс осветления воды можно интенсифицировать с помощью высокомолекулярных флокулянтов, в частности полиакриламида (ПАА). При добавке полиакриламида происходит ускорение слипания агрегативно неустойчивых

твердых частиц. Интенсифицирующее действие полиакриламида вызвано адсорбцией его молекул на частицах взвеси и хлопьях коагулянта. Это ведет к их быстрейшему укрупнению и ускоряет осаждение. Следует также учитывать сложности, вызванные большим выбором продукции от разных фирм производителей.

POLY SEPAR AN 34 TW компании «SEPAR CHEMIE GmbH», Германия - это синтетический анионный полиакриламидный флокулянт, представляющий собой белый порошок с очень высокой молекулярной массой. Он полностью растворяется в воде и образует высоковязкий раствор. Его используют в очистке питьевой воды согласно EN 1407: 2008.

Нитрофлок 215 является органическим катионным флокулянтом и представляет собой гелеобразный раствор светло-желтого цвета без особого запаха. Данный флокулянт предназначен для очистки питьевой воды.

Для проведения лабораторных исследований (измерений) качества питьевой воды допускаются метрологически аттестованные методики, утвержденные Госстандартом и Министерством здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан. Отбор проб воды для анализа проводят в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Исследования проводились на базе лаборатории контроля качества воды ГУП «Душанбеводоканал». Для оценки эффективности применения коагулянта сульфата алюминия и флокулянтов на стадии предочистки был применен адаптированный метод пробной коагуляции.

Испытания проводились при 4-х разных значениях мутности в пробах, которые составляли: 187, 575, 1035 и 1715 мг/л (рисунок 1).



*а) процесс введения коагулянта;*

*б) процесс осаждения воды*

Рисунок 1. – Процесс коагуляции в лабораторных условиях

Проанализировав данные, полученные в результате методом пробного коагулирования, можно оценить эффективность применения коагулянта и современных флокулянтов на реально существующих сооружениях водоподготовки ОССВ в периоды паводка (таблицы 1, 2).

Таблица 1. - Эффективность осветления воды в зависимости от времени при 5% дозы коагулянта и полиакриламида POLY SEPAR AN 34 TW

Наименование показателей	Время отбора проб, мин.				
	0	15	30	45	60
Мутность, мг/дм <sup>3</sup>	1035	60,35	36,21	24,13	18,10
Э <sub>м</sub> , %	0	94,2	96,5	97,7	98,25

Таблица 2. - Эффективность осветления воды в зависимости от времени при 5% дозы коагулянта и Нитрофлока 215

Наименование показателей	Время отбора проб, мин.				
	0	15	30	40	60
Мутность, мг/дм <sup>3</sup>	1500	57,0	29,9	28,9	24,8
Э <sub>м</sub> , %	0	96,2	98,0	98,1	98,35

По результатам исследований, проведенные на базе лаборатории качества воды ГУП «Душанбеводоканал», интенсификация очистки природных высокомутных вод в схемах с осветлением воды в слое взвешенного осадка, наиболее эффективна с использованием анионного полиакриламида и катионным флокулянтном в сочетании с коагулянтом (рисунок 2).

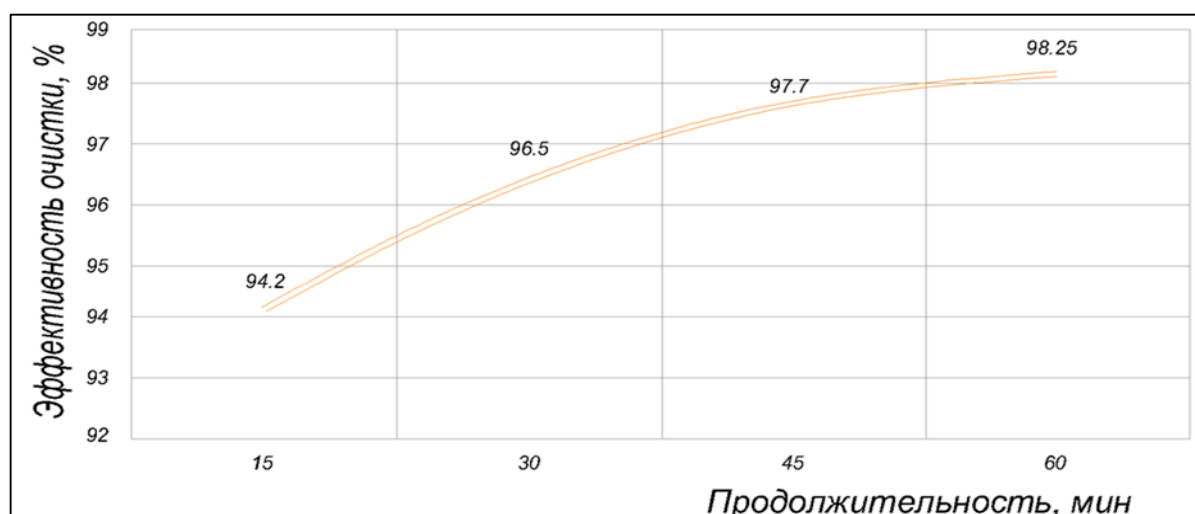


Рисунок 2. - График зависимостей эффекта водоочистки от времени

Анализ отобранных проб проводили в соответствии с СанПиНом 2.1.4.559 - 96 «Питьевая вода. Гигиенические требования». Определение мутности проб осуществляли с помощью фотоколориметра КФК-2.

**В третьей главе «АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»** рассмотрен анализ полученных результатов экспериментальных исследований.

В качестве коагулянта на очистных станциях водоподготовки г. Душанбе для ускорения выпадения взвешенных веществ используют сернокислый алюминий  $Al_2(SO_4)_3$ . В лаборатории контроля качества воды ГУП «Душанбеводоканал» для целесообразности совместного использования сернокислого алюминия с флокулянтами Нитрофлок 215 и POLY SEPAR AN 34 TW для очист-



ки загрязненных вод в периоды осеннего и весеннего паводка нами проводились испытания. Результаты опытов пробной коагуляции, проведенные в лаборатории зарегистрированы в актах проведения испытаний.

Данные экспериментов пробной коагуляции по применению сернокислого алюминия при различных концентрациях взвешенных веществ в испытуемой воде сведены в таблице 3.

Таблица 3. – Изменение показателей качества воды в зависимости от количества вводимого реагента и времени протекания процесса

Исходная мутность, мг/л	Раствор коагулянта, мг/л	Время исследования проб, мин				
		0	1	30	45	60
180	30	187	77,5	52	44	42
	40	187	67,5	49	43	39
	50	187	49	47	39	33
	60	187	44	36,5	31	26,9
	70	187	27	23,65	22,25	19,7
470	30	470	202,36	135,8	114,9	109,7
	40	470	176,25	127,9	112,3	101,83
	50	470	127,9	122,72	101,83	86,2
	60	470	114,8	95,3	80,94	70,24
	70	470	70,5	61,75	58,1	51,44
1035	30	1035	445,62	299	253	241,5
	40	1035	388,1	281,75	247,25	224,25
	50	1035	281,75	270,25	224,25	189,75
	60	1035	253	209,9	178,25	154,7
	70	1035	155,25	136	128	113,3
1700	30	1700	731,94	491,1	415,6	396,7
	40	1700	637,5	462,8	406,1	368,3
	50	1700	462,8	443,9	368,3	311,7
	60	1700	415,5	344,7	293	254
	70	1700	255	223,4	210,1	186,05

Следует отметить, что в процессе осветления воды методом пробной коагуляции с применением коагулянта сульфата алюминия образовывались мелкие частицы, которые медленно осаждались на дне цилиндра (рисунок 3). При высоких дозах вводимого реагента значительно снижается рН воды, о чем говорит высокое содержание остаточного алюминия в пробах.

С применением флокулянтов POLY SEPAR AN 34 TW и Нитрофлока 215 образовались крупные, быстро осаждаемые хлопья. Совместное применение коагулянта СА и флокулянта POLY SEPAR AN 34 TW оправдало ожидание во всех экспериментах, даже при небольших дозах не разрушалась дисперсная система коллоидных частиц.

Данные экспериментов пробной коагуляции по совместному применению сернокислого алюминия и флокулянтов POLY SEPAR AN 34 и Нитрофлок 215

при различных концентрациях взвешенных веществ в испытуемой воде сведены в таблицах 4 и 5.

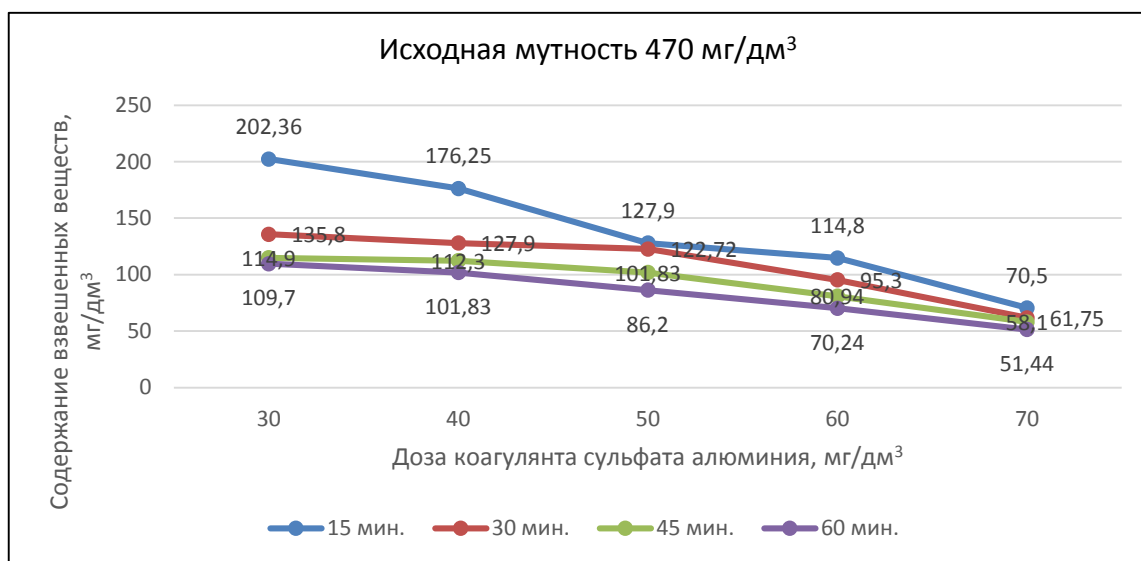


Рисунок 3. - Динамика изменения качества воды от влияния дозировки вводимого реагента (исходная мутность - 470 мг/дм³)

Таблица 4. – Результаты осветления воды в зависимости от времени исследования и дозы смеси коагулянта сульфата алюминия и флокулянта POLY SEPAR AN 34 TW

Исходная мутность, мг/дм³	Раствор коагулянта, мг/дм³	Раствор полимера, мг/дм³	Время исследования проб, мин				
			0	15	30	45	60
187	10	0,1	187	117	62	37	20,0
	20	0,2	187	51,25	42,52	21,81	15,9
	30	0,3	187	31,62	25,1	19,63	15
	40	0,4	187	25,85	17,18	14,5	14,5
	50	0,5	187	14	12,4	12,4	12,4
575	10	0,1	575	362,1	192,8	114	52
	20	0,2	575	157,6	130,7	67,5	43,6
	30	0,3	575	97,23	77,11	60,35	34
	40	0,4	575	43,6	20,12	17,18	17,18
	50	0,5	575	33,53	20,75	15,75	15,75
1035	10	0,1	1035	652	347	205,2	93,54
	20	0,2	1035	283,64	235,4	120,7	78,45
	30	0,3	1035	175,01	138,8	108,6	60,35
	40	0,4	1035	78,45	43	25	24,13
	50	0,5	1035	60,35	36,21	24,13	18,10
1715	10	0,1	1715	1080	575	340	155
	20	0,2	1715	470	390	200	130
	30	0,3	1715	290	230	180	100
	40	0,4	1715	130	60	40	40
	50	0,5	1715	100	47	30	30

Таблица 5. – Результаты осветления воды в зависимости от времени исследования и дозы смеси коагулянта сульфата алюминия и флокулянта Нитрофлок 215

Исходная мутность, мг/дм <sup>3</sup>	Раствор коагулянта, мг/дм <sup>3</sup>	Раствор флокулянта нитрофлока 215, мг/дм <sup>3</sup>	Время исследования проб, мин				
			0	15	30	40	60
1030	20	0,2	1030	31	30,5	28,9	27,9
	30	0,3	1030	27,9	24,8	24,	20,7
	50	0,5	1030	23,8	21,7	20,2	17,6
1500	20	0,2	1500	114	40,3	36,1	35,1
	30	0,3	1500	103	39,2	36,1	34,1
	50	0,5	1500	57	29,9	28,9	24,8

На рисунках 4 и 5 представлены результаты экспериментальных исследований совместного использования сернокислого алюминия с флокулянтами POLY SEPAR AN 34 и Нитрофлок 215 при различных концентрациях взвешенных веществ и количества вводимого реагента в испытуемой воде.

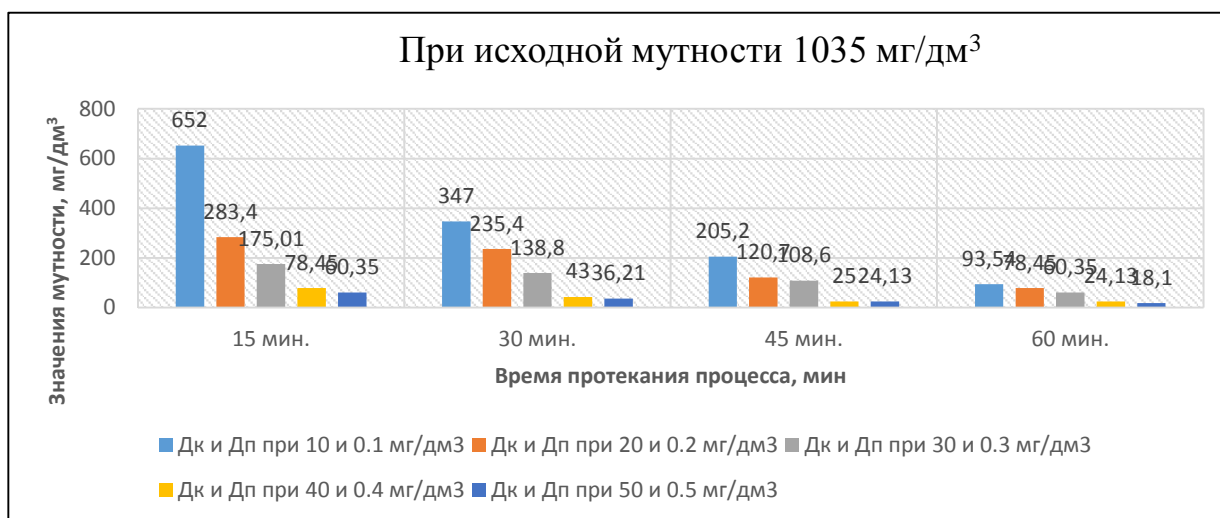


Рисунок 4. - Результаты лабораторных испытаний по установлению зависимости степени водоочистки от времени и количества вводимых реагентов (исходная мутность - 1035 мг/дм<sup>3</sup>)

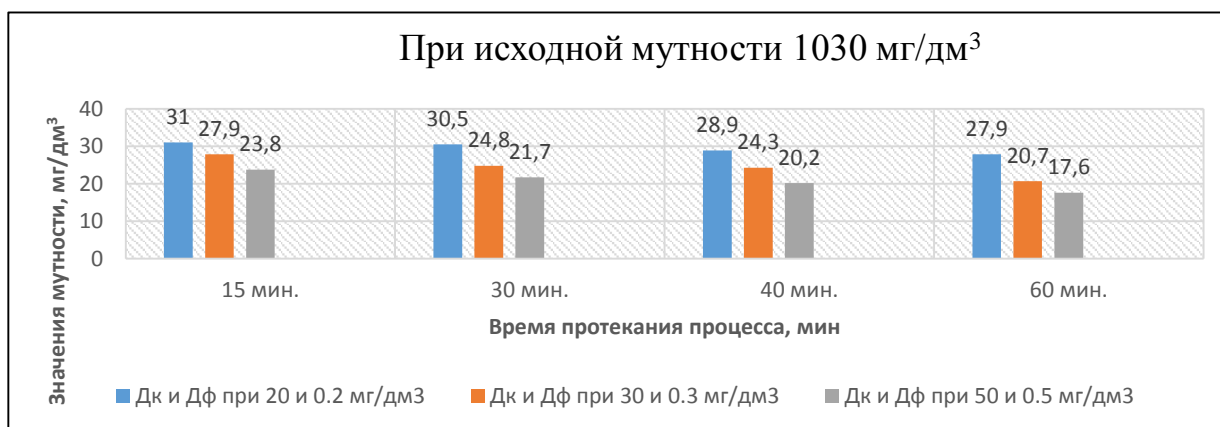


Рисунок 5. - Результаты лабораторных испытаний по установлению зависимости степени водоочистки от времени и количества вводимых реагентов (исходная мутность - 1030 мг/дм<sup>3</sup>)

Характеристика изменения исследуемой воды, в зависимости от дозы коагулянта и полимера, после 60 минутного осаждения приведены в таблице 6.

Таблица 6. - Тестирование смеси коагулянта и полимера типа «Poly Separ» в зависимости от дозы коагулянта и полимера

Значение мутности, мг/дм <sup>3</sup>	После 60 мин. Осаждения									
	Д <sub>к</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>п</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>к</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>п</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>к</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>п</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>к</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>п</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>к</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>п</sub> , мг/дм <sup>3</sup>
	10	0,1	20	0,2	30	0,3	40	0,4	50	0,5
187	20,0		15,9		15,0		14,5		12,4	
575	52,0		43,6		34		17,18		15,75	
1035	93,54		78,45		60,35		24,13		18,10	
1715	155,0		130,0		100,0		40,0		30,0	

Как видно из таблицы независимо от высоких значений мутности, эффект осветления достигается уже при дозе 10 мг/дм<sup>3</sup> и далее.

Таким образом, по полученным результатам экспериментальных исследований можно рекомендовать совместное применение сернокислого алюминия с флокулянтами POLY SEPAR AN 34 и Нитрофлок 215 при предварительной обработке высокомутных поверхностных вод. При последовательном введении реагентов улучшается процесс седиментации, образуются плотные, крупные и быстро осаждаемые хлопья, чем при применении только одного коагулянта.

Используя данные таблиц 3, 4 и 5 проведенных опытов определяем эффективность водоочистки по формуле:

$$\mathcal{E}_{осв.} = \frac{C_0 - C_{вых.}}{C_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

где  $C_0$  – исходная мутность, мг/дм<sup>3</sup>;  
 $C_{вых.}$  – мутность на выходе, мг/дм<sup>3</sup>.

Эффективность очистки пробной коагуляции представим в виде графиков и оцениваем влияния типа флокулянта на водоподготовку (рис. 6 и 7):

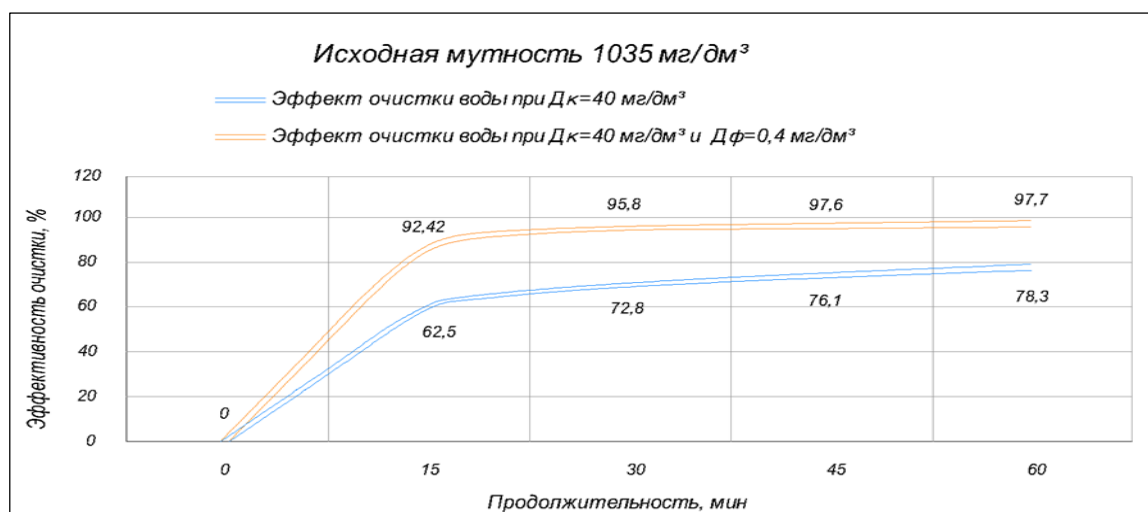


Рисунок 6. - Оценка эффективности влияния флокулянта POLY SEPAR AN 34 TW на процесс водоочистки (исходная мутность-1035 мг/дм<sup>3</sup>)

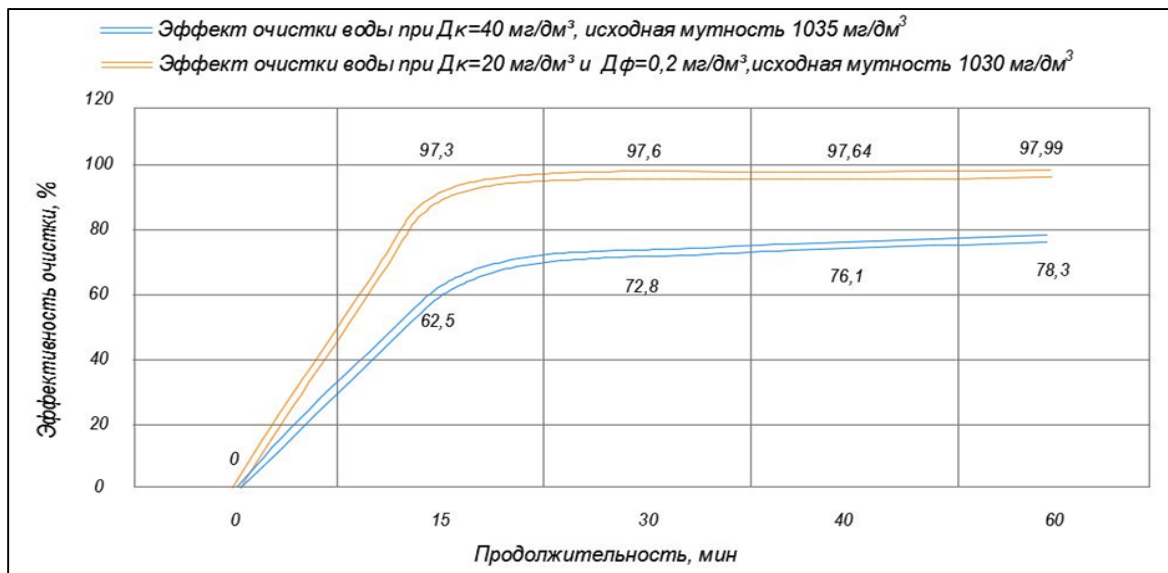


Рисунок 7. – Оценка эффективности влияния флокулянта Нитрофлок 215 на процесс водоочистки (исходная мутность-1030 мг/дм<sup>3</sup>)

Следует отметить, что при предварительной очистке поверхностных вод сульфатом алюминия необходимо поддерживать оптимальный уровень щелочной среды воды, так как уменьшается скорость осаждения коллоидно-дисперсных частиц.

При исследовании высокомутной речной воды нами экспериментально доказана эффективность применения флокулянтов POLY SEPAR AN 34 и Нитрофлок 215 совместно с коагулянтом сульфата алюминия на глубину водоочистки. Эффективность очистки почти 98% при  $D_k=20$  мг/дм<sup>3</sup> и  $D_f=0,2$  мг/дм<sup>3</sup>, при этом все остальные показатели: рН, цветность, мутность, остаточный алюминий соответствуют нормативам.

Анализ рисунков 6 и 7 показывает полноту протекания процесса коагуляции и эффективность водоочистки при небольших дозах коагулянта и флокулянтов. Во всех пробах, получившиеся значения мутности по окончании процесса осаждения оптимальны для дальнейшей обработки воды на фильтровальные сооружения.

Проанализировав полученные данные, можно сказать, что в сезонах паводка приемлемая эффективность очистки воды сульфатом алюминия достигается совместно с флокулянтами типа «POLY SEPAR AN 34 TW» и «Нитрофлок 215». Предлагаемый способ очистки имеет перспективное направление в совершенствовании технологического процесса обработки воды.

**В четвертой главе «МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД»** рассматриваются численные решения задач процесса предварительного осветления поверхностных вод методами наименьших квадратов (МНК) и методом интерполяции с использованием формулы Лагранжа, представлен расчёт процесса осветления воды на скорых песчаных фильтрах очистной станции самотечного водопровода.

Используя экспериментальные данные, разработали математическую модель для концентрации от 10 до 50 мг/л - коагулянта и от 0,1 до 0,5 мг/л – полимера POLY SEPAR AN 34 TW. Данную зависимость представим в виде:

$$y = ae^{kx} \quad (2)$$

Результаты вычисления приведены в таблице 7.

Таблица 7. – Значения коэффициентов  $a$  и  $k$ , при концентрации растворов 10мг/л и 0,1мг/л

$i$	$x_i$	$\ln y_i$	$x_i^2$	$x_i \ln y_i$
1	0	5,2311	0	0
2	15	4,7621	225	71,4326
3	30	4,1271	900	123,8141
4	45	3,6109	2025	162,4913
5	60	2,9957	3600	179,7439
$\sum$	150	20,7271	6750	537,4819

где  $x_i$  - время исследования;

$y_i$  - мутность воды;

$k$  - коэффициент (размерность), обратный времени.

Решение системы уравнения имеет вид:

$$\begin{cases} k \sum x_i^2 + \ln a \sum x_i = \sum x_i \ln y_i \\ k \sum x_i + n \ln a = \sum \ln y_i \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} 6750k + 150 \ln a = 537,4819 \\ 150k + 5 \ln a = 20,7271 \end{cases}$$

$$k = -0,0375 \quad a = 194,4$$

Подставляя значения параметров  $a$  и  $k$  в формулу (2), получим:

$$y = 194,4e^{-0,0375x} \quad (4)$$

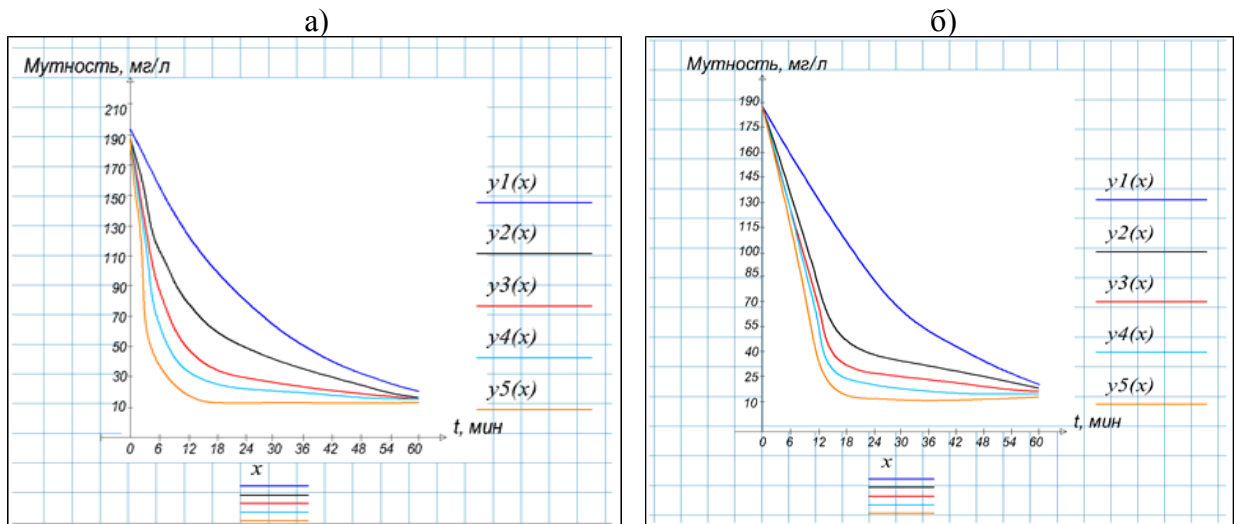
Для других концентраций растворов зависимость мутности и времени тоже искали через сумму двух функций.

Подставляя в формулу (4) различные значения времени осветления ( $t_1 = 15$  мин,  $t_2 = 30$  мин,  $t_3 = 45$  мин,  $t_4 = 60$  мин) и концентрации коагулянта от 10 до 50 мг/л, полимера от 0,1 до 0,5 мг/л, программой *PTC Mathcad Prime 4.0* построим графики осветления воды (рисунок 8).

Для выяснения влияния предварительной обработки воды с применением сочетания сульфата алюминия и катионного флокулянта Нитрофлок 215 находим модель с помощью интерполяционной формулы. Наш эксперимент с проведением коагулянта сульфата алюминия и флокулянта Нитрофлок 215 состоит из пяти измерений по времени и мутности воды. Суть интерполяционной формулы состоит в том, что процесс представляется в виде многочлена положительными показателями.

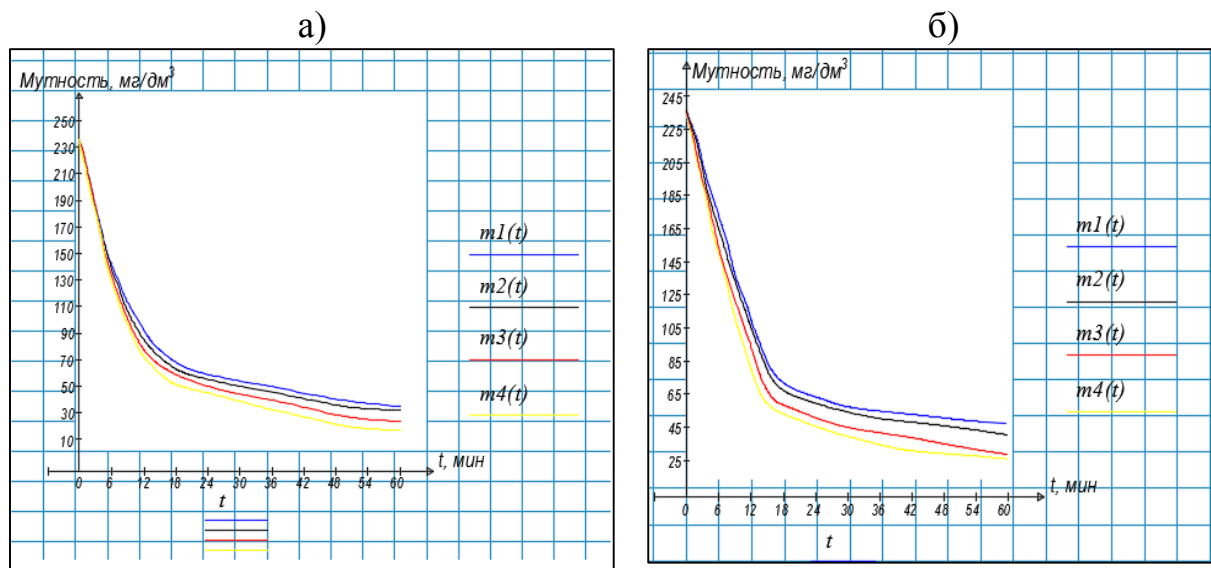
Поскольку эксперимент состоит с учётом начального состояния из пяти значений, зависимость осадки масса грязи воды от времени будем искать в виде полинома, то есть многочленом четвёртой степени:

$$m(t) = at^4 + bt^3 + ct^2 + dt + e \quad (5)$$



а) численное моделирование; б) экспериментальное исследование  
 Рисунок 8. - Зависимость процесса осветления воды от дозы реагентов и времени осаднения (исходная мутность воды – 187 мг/л)

Графические интерпретации процесса предварительного осветления поверхностных вод, при различных временных значениях выпадения осадка и первоначальной значении мутности воды-238 мг/дм<sup>3</sup>, которые получены с помощью метода полинома и экспериментальным путём, приведены на рисунке 9.



а) численное моделирование; б) экспериментальное исследование  
 Рисунок 9. - Зависимость процесса осветления воды от дозы реагентов и времени осаднения (исходная мутность воды – 238 мг/л)

В результате проверки адекватности результатов экспериментов и численного моделирования выяснилось, что расхождение между результатами не превышает 5%, это даст основание считать, что результаты проведенных экспериментов являются достоверными.

Численное моделирование эффекта процесса осветления поверхностных вод проводили методом интерполяции с использованием формулы Лагранжа. Функция представляет собой:

$$f(x) \sim L(x) = \sum_{k=0}^m f(x_k) \frac{(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_{k-1})(x-x_{k+1})\dots(x_k-x_m)}{(x_k-x_0)(x_k-x_1)\dots(x_k-x_{k-1})(x_k-x_{k+1})\dots(x_k-x_m)}, \quad (6)$$

Подставляя значения времени отстаивания и эффекта осветления в формулу Лагранжа, получим функциональную зависимость между ними:

$$\mathcal{E}(t) = -0,00006312t^4 + 0,009553t^3 - 0,511798t^2 + 11,48717t \quad (7)$$

График численного моделирования процесса эффекта предварительного осветления поверхностных вод, полученный уравнением (6), при заданных значениях времени отстаивания, был решен по программе *PTC Mathcad Prime 4.0*.

Сравнительный анализ теоретических результатов и итогов эксперимента свидетельствует о том, что средняя ошибка второго способа построения математической модели не превосходит 1%, и это указывает на достоверность результатов, которые получены экспериментальным путём (рис. 10).

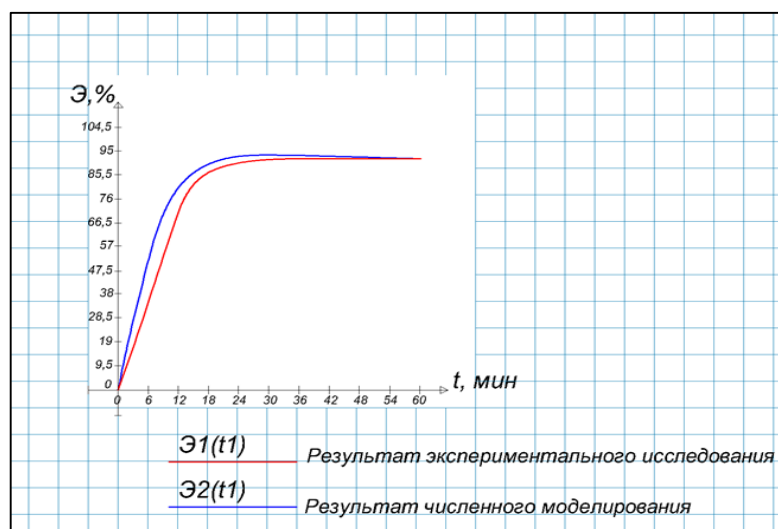


Рисунок 10. – Анализ эффективности применения современных флокулянтов для очистки поверхностных вод

В четвертой главе также представлен расчёт процесса осветления воды на скорых песчаных фильтрах очистной станций самотечного водопровода. Подбирая фильтр для очистки и осветления питьевой воды необходимо иметь данные о максимальном расходе воды за единицу времени, а также характеристик и условий применения фильтрующего материала. Гидравлический расчёт процесса осветления воды на скорых песчаных фильтрах производится следующими основными уравнениями:

$$\text{Уравнением Хазен Уильямс: } V = 0.355CD^{0.63} \left( \frac{h_f}{L} \right)^{0.54}; \quad (8)$$

$$\text{Уравнением Маннинга: } V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}; \quad (9)$$



**В пятой главе «ТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ САМОТЕЧНОГО ВОДОПРОВОДА ГОРОДА ДУШАНБЕ»** приведены модернизация схемы водоподготовки с учетом надежности работы очистных сооружений, интенсификация процесса водоподготовки на очистной станции самотечного водопровода г. Душанбе, расчет экономической эффективности результатов исследований и составлены рекомендации для улучшения работы очистной станции самотечного водопровода.

С повышением уровня воды в весенний период паводка, увеличивается содержание взвешенных веществ в реке Варзоб. В этот период за счет применения нового способа интенсификации процесса коагуляции на ОССВ можно снижать весовой расход коагулянта сульфата алюминия с 60,0 до 20,0 мг/л (дозировка устанавливается по значению рН), предлагаемая дозировка флокулянта 0,1-0,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Внедрение предлагаемого технического решения по совместному использованию современных флокулянтов Нитрофлок 215 и POLY SEPAR AN 34 TW с СА в период паводка позволит снизить расход коагулянта в 2-3 раза. Сочетание данных флокулянтов с коагулянтом на стадии предварительной обработки воды обеспечивает не только высокую степень очистки, но и экономическую эффективность.

В питьевой водоподготовке полиакриламидные флокулянты вводятся в воде небольшими дозами (0,1-0,2 мг/дм<sup>3</sup>), также раствор составляется с очень низкой концентрацией (0,1-0,5%). В нашем случае, согласно экспериментальным данным пробного коагулирования, оптимальную дозу полимера принимаем  $D_{п} = 0,2$  мг/дм<sup>3</sup>.

Результаты сравнительных экономических затрат и эффективности применения современных флокулянтов совместно с коагулянтом СА на ОССВ приведем в таблицу 8.

Таблица 8. - Сравнительная таблица затрат и эффективности применения современных флокулянтов совместно с коагулянтом СА на ОССВ

№ варианта	Коагулянт СА	Флокулянт		Экономические затраты, смн/г	Ожидаемый эффект экспериментальных исследований после 60 мин. осветления, %
		«Poly Separ AN 34 TW»	Нитрофлок 215		
1	+	-	-	1 533 000	78,3
2	+	+	-	895 500	92,4
3	+	-	+	907 200	98

$$\mathcal{E} = Z_1 - Z_2 = 1\ 533\ 000 - 895\ 500 = 637\ 500 \text{ смн.}$$

Ожидаемая годовая сумма экономии за счёт реагентов на ОССВ при применении полимера «Poly Separ AN 34 TW» совместно с СА может составить 637 500 сомони в год.

В пятой главе также приведены рекомендации для улучшения работы очистной станции самотечного водопровода.

Следует отметить, что для улучшения работы ОССВ приведены рекомендации, которые могут быть предприняты:

1) Измерение расходов на входе и выходе из бассейнов предварительного осаждения и отстойников.

2) Использование дозирующих насосов для дозирования флокулянта пропорционально расходу и качеству сырой воды.

3) Использование полимеров в качестве флокулянта в процессе коагуляции – флокуляции в паводковый период.

4) Периодически 1 раз в 10 дней в период паводков и 1 раз в месяц в остальные периоды года должна производиться очистка смесителей от накопившегося осадка, не допуская засорения ими распределительных систем и выноса его на последующие сооружения (осветлители, фильтры).

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ**

### ***Основные научные результаты диссертации***

1. Подтверждена целесообразность комплексного использования сульфата алюминия совместно с флокулянтами POLY SEPAR AN 34 TW и Нитрофлок 215 на стадии предварительной обработки поверхностных вод при сезонных колебаниях [4-А].

2. Выявлено, что при совместном использовании коагулянта и флокулянтов при очистке поверхностных вод, доза коагулянта сульфата алюминия сокращается в нескольких раз. Установлен оптимальный состав смеси коагулянта и флокулянтов в зависимости от состава исходной воды в источнике [3-А].

3. Фиксирован ключевой показатель процесса седиментации, что оценивает результативность хода протекания коагуляции. На качество коагуляции эффективно влияет очередность введения коагулянта и флокулянтов [4-А, 5-А].

4. Обоснован метод совершенствования действующего технологического процесса водоподготовки ОССВ города Душанбе, урегулированием подачи коагулянта и флокулянта [4-А, 5-А].

5. Подтверждено влияние совместного использования коагулянта СА с флокулянтами на интенсификацию процесса осаждения воды [3-А, 5-А].

6. Выявлено, что эффективность процесса осветления повышается на 5-10% при совместном применении сульфата алюминия с флокулянтами Нитрофлок 215 и POLY SEPAR AN 34 TW, в отличие от процесса коагуляции, проходящего традиционным способом с применением только одного коагулянта. Эффективность водоочистки зависит от показателей качества исходной воды при сезонных колебаниях и дозирование смеси коагулянта и флокулянта [4-А].

7. Установлено, что эффективность работы очистных сооружений достигается путём использования быстродействующего полимера типа «POLY SEPAR AN 34 TW» и флокулянта Нитрофлока 215 в качестве дополнительной флокуляции в первой ступени очистки. Следовательно, достигается достаточно высокая эффективность и надёжность системы фильтрации, увеличивается срок службы скорых фильтров [4-А].

8. Выявлено, что введение коагулянта в дозировке свыше 50 мг/л при совместном использовании с флокулянтами позволяет быстро получить хлопья

осадка с хорошими седиментационными свойствами, которые минимизируют расходы, трудоемкость и проблемы, связанные с удалением осадка [3-А].

9. Разработано математическое моделирование процесса осветления воды с учетом продолжительности седиментации и концентрации растворов коагулянта и флокулянтов [6-А], [9-А].

10. Выявлено, что экономический эффект без реконструкции очистных сооружений с введением современных реагентов в процессе седиментации на ОССВ города Душанбе достигается в размере 637 500 сомони в год [7-А].

11. Разработаны практические рекомендации для целесообразности совершенствования технологического процесса водоподготовки, с учетом сезонных колебаний показателей качества очищаемой воды на очистной станции самотечного водопровода города Душанбе [5-А].

**Основное содержание диссертации изложено в следующих изданиях:**

***Статьи в изданиях, рекомендуемые ВАК при Президенте Республики Таджикистан.***

**[1-А] Бадавлатова Б.Х.** Уменьшение потерь воды в городских системах водоснабжения [Текст] / О.Х. Амирзода, Б.Х. Бадавлатова // Политехнический Вестник. Серия инженерных исследований. - 2019. - №4(48). – С. 144-147.

**[2-А] Бадавлатова Б.Х.** Фильтры-поглотители для резервуаров чистой воды [Текст] / **Б.Х. Бадавлатова** // Политехнический Вестник. Серия инженерных исследований. - 2020. - №3(51). – С. 107-112.

**[3-А] Бадавлатова Б.Х.** Повышение эффективности работы сооружений водоподготовки на Очистной станции самотечного водопровода (ОССВ) города Душанбе [Текст] / О.Х. Амирзода Б.Х. Бадавлатова, П.Х. Муродов, З.В.Кобулиев. // Политехнический Вестник. Серия инженерных исследований. - 2020. - №3(51). – С. 122-129.

**[4-А] Бадавлатова Б.Х.** Интенсификация процесса очистки природных вод с применением флокулянта [Текст] / О.Х. Амирзода, Б.Х. Бадавлатова, З.В. Кобули. // Инженерный вестник Дона - 2021. - №3(2021). – [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2021/6857](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2021/6857).

**[5-А] Бадавлатова Б.Х.** Совершенствование процесса предварительного осветления питьевой воды с применением современных флокулянтов / Б.Х. Бадавлатова // Политехнический Вестник. Серия инженерных исследований. - 2021. - №4(56). – С. 85-92.

***Статьи в материалах конференции.***

**[6-А] Бадавлатова Б.Х.** Численное моделирование задачи процесса осветления питьевой воды [Текст] / Б.Х. Бадавлатова, О.Х. Амирзода, И. Каландарбеков, Ш.А.Саидов // Современная Наука: сборник статей XIX Международной научно-практической конференции: актуальные вопросы, достижения и инновации, состоявшейся 5 мая 2021 г. в г. Пенза. РФ - Часть 1. С.75-81, индексируемая системой РИНЦ.

**[7-А] Бадавлатова Б.Х.** Расчет экономической эффективности внедрения новых полимеров по улучшению воды питьевого качества [Текст] / Б.Х.

Бадавлатова, О.Х. Амирзода, З.В. Кобули // Современная Наука: сборник статей XIX Международной научно-практической конференции: актуальные вопросы, достижения и инновации, состоявшейся 5 мая 2021 г. в г. Пенза. РФ - Часть 1. С.81-85, индексируемая системой РИНЦ.

**[8-А]. Бадавлатова Б.Х.** Анализ состояния системы водоснабжения и водоотведения города Вахдат/**Б.Х. Бадавлатова, Н.М. Мухибуллоев, З.А. Набиев, О.Х. Амирзода**// Журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология»: материалы Республиканской научно-практической конференции «Водохозяйственный комплекс: проблемы и пути их решения», г. Душанбе, 6 мая 2022 г., Т.2, №1. С.9-15.

**[9-А]. Бадавлатова Б.Х.** Математическое моделирование процесса осветления поверхностных вод/ **Б.Х. Бадавлатова, О.Х. Амирзода, И. Каландарбеков** // Журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология»: материалы международной научно-практической конференции «Водная безопасность – основа устойчивого развития» (5-6 октября 2022 года, г. Душанбе, Республика Таджикистан) Часть 2. С.12-17.

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

ДОНИШГОҶИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН  
БА НОМИ АКАДЕМИК М.С. ОСИМӢ

УДК 628.1 (575.3)

*Бо ҳуқуқи дастнавис*

**БАДАВЛАТОВА Бунафша Худоёрова**

**МУКАММАЛГАРДОНИИ РАВАНДИ ШАФФОФКУНИИ  
ПЕШАКИИ ОБҶОИ РӢИЗАМИНӢ  
(дар мисоли пойгоҳи обтозакунии худҷории шаҳри Душанбе)**

### **АВТОРЕФЕРАТИ**

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии  
номзади илмҳои техникаӣ аз рӯи ихтисоси  
05.23.04 – Обрасонӣ, обу корез, системаҳои сохтмони  
ҳифзи захираҳои обӣ

Душанбе - 2022

Кори диссертатсионӣ дар кафедраи “Системаи таъмини об, газугармӣ ва ҳавотозакунӣ” – и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ иҷро карда шудааст.

**Роҳбари илмӣ:** **Амирзода Ориф Хамид**, доктори илмҳои техникӣ, дотсент, директори Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

**Муқарризони расмӣ:** **Рузиев Чура Раҳимназарович**, доктори илмҳои техникӣ, профессор, профессори кафедраи «Химияи татбиқӣ» - и, Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

**Ҳакимов Гафурҷон Қосимҷонович**, номзади илмҳои техникӣ, дотсент, декани факултети «Муҳандисӣ - технологӣ» -и Донишгоҳи технологии Тоҷикистон

**Муассисаи пешбар:** Донишкадаи кӯҳию металлургии Тоҷикистон

Ҳимояи диссертатсия рӯзи «14» марти соли 2023, соати 14<sup>00</sup> дар ҷаласаи Шурои диссертатсионии 6D.KOA - 027 назди Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ бо суроғай: 734042, ш. Душанбе, хиёбони академикҳо Рачабовҳо, 10А, баргузор мегардад.

E-mail: [dis.sia@mail.ru](mailto:dis.sia@mail.ru)

Бо диссертатсия дар китобхона ва сомонаи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, [www.ttu.tj](http://www.ttu.tj) шинос шудан мумкин аст.

Автореферати диссертатсия «\_\_\_\_\_» феввали соли 2023 ирсол карда шуд.

Котиби илмии  
Шурои диссертатсионӣ,  
номзади илмҳои техникӣ, дотсент

Раҳмонзода А.

## МУҚАДДИМА

**Мубрамии мавзӯи таҳқиқот.** Ташаккули тамаддун бевосита ба истифодаи об вобаста аст, ки истифодаи он дар миқёси торафт васеъшаванда ба амал меояд. Таъмини сокинон бо оби ҷавобгӯи талаботи махсуси санитарию гигиенӣ яке аз проблемаҳои асосии таъмини об ба ҳисоб меравад.

Системаи марказонидашудаи обтаъминкунии шаҳри Душанбе бо манбаҳои обҳои рӯизаминӣ, ки 68%-и ҳаҷми умумии обро ташкил медиҳанд ва боқимонда бо 32% обҳои зеризаминӣ таъмин карда мешавад. Дарёи Варзоб, ки манбаи рӯизаминии обрасонии шаҳри Душанбе аст, зери таъсиррасонии антропогенӣ қарор дорад. Сифати оби дарёи Варзоб аз сифати оби шохобҳои он вобастагӣ дорад.

Дар фасли тобистон, бо паст шудани сатҳи оби дарёи Варзоб таркиби оксиген якбора кам мешавад ва зиёдшавии бактерияҳо афзоиш меёбад. Дар айни замон, дар ноҳия ҳаҷми умумии партовобҳо, ки ба обанборҳои сатҳизаминӣ ҷорӣ мегарданд, ҳисоб карда намешаванд ва ҳамзамон назорати онҳо душвор аст. Сифати об дар объектҳои обӣ аз бисёр ҷиҳат ба талаботи стандартҳои амалкунанда ҷавобгӯ нест.

Сифати оби ба сокинон интиқолдодашуда масъалаи актуалӣ мебошад, хусусан дар давраи мавсими тирамоҳию баҳорӣ, ки ба тағирёбии нишондиҳандаҳои рН ва ишқорнокии об, инчунин афзоиши моддаҳои органикӣ дар оби тозашуда вобастагӣ дорад. Таҷрибаи корбурди иншооти обтозакуни дар Душанбе нишон медиҳад, ки ҳангоми воридшавии ҷунин обҳо ба иншоотҳо сарбории иншооти асосии обтозакуниро ба таври назаррас афзоиш дода, раванди оmodасозии обро душвор мегардонад ва дар аксари ҳолатҳо боиси аз ҳад зиёд истифода шудани реагентҳо мегардад, ки арзиши тайёр кардани оби нӯшокиро зиёд мекунад.

Барои ҳалли ҷунин мушкилот, мукамалгардонии технологияи марказонидашудаи коркарди об бо роҳи такмил додани раванди технологияи иншоот мувофиқи мақсад мебошад. Дар айни замон барои ҷорӣ намудани бисёр усулҳои технологӣ қисман ё пурра азнавсозии иншоотҳои обтозакуниро тақозо менамояд, ки бо хароҷоти зиёди капиталӣ алоқаманд аст. Роҳи соддатарин ва боэътимоди азнавсозии раванди технологияи коркарди об ин баланд бардоштани фаъолияти самаранок ва боэътимоди иншоотҳои обтозакуни бо истифода аз реагентҳои муосир мебошад.

Мубрамияти истифодаи реагентҳои баландмолекулавӣ (флокулянтҳо) бо хусусиятҳои дақиқ ва хосиятҳои интиҳобӣ муҳим аст. Онҳо маҳсули технологияи баланд мебошанд ва миқдори онҳо аз бисёр омилҳои мушаххас вобаста аст. Реагентҳои муосир металлҳои маҳлулшуда (алюминий ё оҳан) -ро дар об кам мекунанд ё тамоман намегузоранд, рН -и обро тағйир намедиҳанд ва ҳаҷми таҳшинҳои хосилшударо хеле кам мекунанд. Дар айни замон, истифодаи коагулянтҳо ва флокулянтҳо дар асоси полимерҳо имкон медиҳад, ки на танҳо моддаҳои боздошташуда ва ҳалшаванда аз об хориҷ карда шаванд, балки обро низ безарар гардонанд.

Бо назардошти он, ки дар иншооти обтозакунии шаҳри Душанбе коркарди реагентии об тибқи технологияҳои кӯҳна бо истифода аз коагулянтҳо ва флокулянтҳои камсамар ҳал карда мешавад, масъалаи истифодаи реагентҳои

муосир, ки фаъолияти самаранок ва боэътимоди иншооти тозакуниро таъмин мекунад, на танҳо актуалӣ мегардад, балки қобили қабул ва аз ҷиҳати иқтисодӣ мувофиқ мебошад.

**Дарачаи коркарди илмӣ проблемаи мавриди омӯзиш.** Ба омӯзиши роҳҳои маълуми пурзур намудани раванди коагулятсияи об асарҳои сершумори олимони бахшида шудаанд: Бабенков Е.Д., Высотский С.П., Драгинский В.Л., Гетмантсев С.В., Алексеева Л.П., Кулский Л.А., Строкач П.П., Говорова Ж.М., Клячко В.А., Апельцин И.Э., Гришина Б.М., Lester G.D., Grunwald E., Thomas A.W., Steinert W., Meissner D., инчунин олимони Тоҷикистон: Шоимов Ш.Ш., Сабитов А., Давлатмиров Ҷ.Д., Норматов А.Ю., Хакимов А., Марамов М.Б. ва дигарон, ки дар мукамалгардонии раванди технологияи тозакунии обҳои рӯизаминӣ саҳми асосӣ гузоштаанд.

**Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо ва лоиҳаҳо:** кори диссертатсионӣ дар доираи барномаҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмиллалӣ гузаронида шуда, дар таҳияи онҳо диссертант бевосита иштирок кардааст: лоиҳаи дуҷуми обтаъминкунии шаҳри Душанбе (2020); дар доираи Даҳсолаи байналмиллалӣ амал «Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028» тадқиқот гузаронида шуд; Барномаи давлатии экологии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2009-2019; Барномаи давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба омӯзиш ва ҳифзи пиряхҳо барои солҳои 2010-2030.

## ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

**Мақсади таҳқиқот** мукамалгардонии равандҳои технологияи мавҷудаи коркарди об бо истифодаи реагентҳои муосир (дар мисоли пойгоҳи обтозакунии худҷорӣ шаҳри Душанбе) мебошад.

Бо ҳамин мақсад **вазифаҳои** зерин ба миён гузошта шудаанд:

1. Гузаронидани таҳлили ҳолати нақшаҳои мавҷудаи оmodасозии оби ошомиданӣ аз сарчашмаи рӯизаминии шаҳри Душанбе.
2. Омӯзиши ҳадафнокӣ ва имкониятҳои баланд бардоштани самаранокии коркарди об тавассути истифодаи якҷояи коагулянт ва флокулянтҳои муосир.
3. Таҳияи модели математикии раванди шаффофкунии реагентӣ.
4. Асосноккунии техникаю иқтисодии истифодаи флокулянтҳои муосир.
5. Таҳияи тавсияҳо оид ба пурзӯр кардани коркарди реагентии об дар иншооти обтозакунии манбаҳои рӯизаминии шаҳри Душанбе.

**Объекти таҳқиқот:** пойгоҳи обтозакунии худҷорӣ шаҳри Душанбе.

**Мавзӯи таҳқиқот:** чараҳои раванди шаффофкунии реагентии оби нӯшокӣ; параметрҳои технологияи раванди шаффофкунии реагентӣ.

**Навгони илмӣ таҳқиқот** иборат аст аз:

1. Бо таҳқиқоти таҷрибавӣ муқаррар намудани механизми раванди пурзӯр намудани таҳшиншавии олудагӣҳо ва шаффофкунии оби нӯшокӣ бо истифодаи якҷояи реагенти сульфати алюминий ва флокулянтҳои POLY SEPAR AN 34 TW ва Нитрофлок 215.

2. Таҳия намудани амсиласозии математикие, ки вобастагии нишондиҳандаҳои сифати оби тозашударо аз вояи коагулянт ва флокулянт дар раванди таҳшиншавӣ муайян мекунад.



3. Ошкор намудани самаранокии истифодаи коагулянт ва флокулянтҳои органикӣ барои шаффофкунии оби сарчашмаи рӯизаминӣ.

4. Таҳияи тавсияҳо оид ба навсозии схемаҳои тозакунии об ва такмили системаи реагентии пойгоҳи обтозакунии худчории шаҳри Душанбе.

**Аҳамияти назариявӣ ва илмию амалии таҳқиқот** ба самти мукамалгардонии раванди шаффокунии пешакии обҳои рӯизаминӣ нисбат ба объектҳои обтаъминкунӣ, ки яке аз муҳимтарин вазифаҳои сохтмони системаи обтаъминкунӣ ва ҳифзи захираҳои об мебошанд, равона шудааст. Аҳамияти амалии таҳқиқот дар ҳали технологие, ки аз ҷониби мо барои шаффофкунии обҳои тирагиашон баланд ва дигар олудагиро бо истифодаи омехтаи коагулянт ва флокулянт таҳия шуда аст, асосноккунии иқтисодии истифодаи флокулянти муосир иборат мебошад.

#### **Нуктаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда:**

1. Технологияи реагентие, ки барои оmodасозии оби нӯшокӣ дар иншооти обтозакунӣ аз сарчашмаи рӯизаминии шаҳри Душанбе истифода мешавад.

2. Мақсаднокӣ ва имконияти истифодаи якҷояи коагулянт ва флокулянтҳои муосир бо мақсади баланд бардоштани самаранокии коркарди об.

3. Модели математикии раванди шаффофкунии реагентӣ.

4. Асосноккунии иқтисодӣ ва самаранокии истифодаи флокулянтҳои муосир.

5. Тавсияҳо оид ба пурзӯр намудани коркарди реагентии об.

**Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳои таҳқиқот.** Эътимоднокии натиҷаҳои бадастомада бо мувофиқати хуби байни натиҷаҳои таҷрибавӣ аз рӯи усули таҳияшуда ва натиҷаҳои адабии ҳисоб тасдиқ карда мешавад.

Мундариҷаи **диссертатсия** ба бахши зерини шиносномаи ихтисоси 05.23.04 – «Обрасонӣ, обу корез, системаҳои сохтмони ҳифзи захираҳои обӣ» **мутобиқат мекунад:**

б.1 - Таъсиси асосҳои илмӣ ва моделсозии математикии системаҳои обтаъминкунӣ ва канализатсияи маҳаллаҳои аҳолинишин, корхонаҳои саноатӣ, иншооти энергетикӣ ва кишоварзӣ бо таҳия ва татбиқи усулҳои оптимизатсияи системаҳо аз рӯи меъёрҳои иқтисодӣ, технологӣ ва экологии оптималӣ.

б.12 - Самаранокии техникӣ-иқтисодӣ ва эътимоднокии системаҳои хоҷагии оби шаҳрҳо, комплексҳои саноатӣ ва корхонаҳои истехсолӣ, оптимизатсияи ҳали лоиҳавии сохтмони нав, азнавтатҳизонии техникӣ ва азнавсозии системаҳои мавҷуда, оптимизатсияи меъёри кори системаҳо ва элементҳои алоҳидаи онҳо, мувофиқи режими воқеии сарфи об ва ҷараёни оби партов.

**Саҳми шахсии муаллиф** аз муқаррар намудани ҳадафи умумӣ ва вазифаҳои таҳқиқот, гузаронидани таҳқиқоти таҷрибавии раванди шаффофкунии об, иштирок дар коркард, таҳлил, ҷамъбасти натиҷаҳои бадастомада, оmodасозии мавод барои нашр ва инчунин тартиб додани хулосаҳои асосӣ дар якҷоягӣ бо роҳбари илмӣ иборат аст.

**Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия.** Муқаррароти асосии кор ва натиҷаҳои тадқиқоти бадастомада дар конференси XIX-и байналмилалӣ илмию амалӣ: Современная наука: Актуальные вопросы, достижения и инновации дар ш. Пенза, РФ: МЦНС «Наука и Просвещение». –

2021. - Қ.1, С.75-84, инчунин дар маводи Конференсияи ҷумхуриявии илмӣ-амалии “Комплекси хочагии об: мушкилот ва роҳҳои ҳалли он”, ш. Душанбе, 6 майи соли 2022, дар маҷалаи “Захираҳои об, энергетика ва экология”, Т2, №1 С.9-15 гузориш ва муҳокима карда шуданд.

**Интишорот.** Аз рӯи мавзӯи рисола 9 мақолаҳои илмӣ, аз ҷумла 5 мақола дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Федератсияи Россия нашр шудаанд, ки аз ҷониби КОА –и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия шудаанд, 2 мақола ба нашрияҳои илмӣ шохиси аз ҷониби системаи РИНЦ индексатсияшуда ва 2 мақола дар дигар нашриётҳои илмӣ чоп карда шудаанд.

**Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия.** Кори диссертатсионӣ аз муқаддима, панҷ боб, хулосаҳо, адабиётҳо, замимаҳо ва аз 152 саҳифаи матни компютерӣ, аз ҷумла 48 расмҳо, 32 ҷадвалҳо ва формулаҳо иборат аст.

## МАЗМУНИ АСОСИИ ДИССЕРТАТСИЯ

**Дар муқаддима** мубрамияти мавзӯи таҳқиқот асоснок карда шуда, шарҳи роҳҳои пурзӯр намудани раванди шаффофкунии реагентии об нишон дода шудааст, ҳадафҳо ва вазифаҳои рисола, наwgонии илмӣ, аҳамияти амалӣ ва эътимоднокии натиҷаҳои бадастомадаро шарҳ медиҳад.

**Дар боби якум «ТАҲЛИЛИ ҲОЛАТИ МАСЪАЛАИ ТАДҚИҚШУДА»** ҳолати схемаҳои мавҷудаи омодаسازیи оби нӯшокӣ аз сарчашмаҳои рӯизаминии шаҳри Душанбе, шарҳи роҳҳои пурзӯр намудани раванди коагулятсияи об, технологияҳои муосири коркарди об, стандартҳои сифати оби ошомиданӣ ва хулосаҳо оиди боб оварда шудааст.

**Боби дуюм «ТАҲҚИҚОТИ ТАҶРИБАВИИ РАВАНДИ ШАФФОФКУНИИ ПЕШАКИИ РЕАГЕНТИИ ОБҲОИ РӯИЗАМИНӢ»** ба маводҳо барои омӯзиши раванди реагентии шаффофкунии обҳои рӯизаминӣ, усулҳои гузаронидани тадқиқоти таҷрибавӣ, инчунин хусусиятҳои умумии коагулянт ва флокулянтҳои таҳқиқшаванда, кинетикаи раванди шаффофкунии об ва динамикаи шаффофкунии обҳои рӯизаминӣ дар шароити лабораторӣ бахшида шудааст.

Барои пурзӯр намудани раванди таҳшиншавии зарраҳои муаллақ, коагулятсияи он истифода мешавад, ки барои он реагентҳо - коагулянтҳо ва флокулянтҳо ба об илова карда мешаванд. Дар натиҷа, агрегатҳои зичи калондошта ба вучуд меоянд, ки дар рӯи онҳо зарраҳои муаллақи калонҳаҷм ҷаббида (адсорбция) карда мешаванд - доначаҳо, ки зуд ҷойгир мешаванд ва зарраҳои боздошташударо мекашонанд. Реагентҳо, ки ба оби тозашуда ворид карда мешаванд, бояд хуб ва зуд дар омехтакунакҳо (миксерҳо) омехта карда шаванд. Ҳангоми истифода бурдани иншооти такшонӣ об аз омехтакунак ба камераи флокулятсия ворид мешавад, ки дар он шароити оптималии ташаккулёбии зарраҳо таъмин карда мешавад.

Раванди тозакунии об метавонад бо истифода аз флокулянтҳои баландмолекулавӣ, алаҳхусус полиакриламид (ПАА) пурзӯр карда шавад. Бо илова намудани полиакриламид, пайвастишавии зарраҳои саҳти агрегативии ноустувор суръат мегирад. Таъсири пуршиддати полиакриламид аз адсорбсияи молекулаҳои он ба зарраҳои суспензия ва лӯлаҳои коагулянт ба вучуд меояд. Ин боиси васеъшавии босуръати онҳо мегардад ва таҳшиншавиро суръат мебахшад. Инчунин мушкилотҳо, ки намунаҳои зиёди истехсолкунандагонӣ

гуногун ба вучуд овардаанд, бояд ба назар гирифт.

POLY SEPAR AN 34 TW аз SEPAR CHEMIE GmbH, Олмон флокулянти синтетикӣ анионӣ полиакриламид аст, ки хокаи сафед бо вазни хеле баланди молекулавӣ мебошад. Он дар об комилан ҳалшаванда аст ва маҳлули хеле часпакро ташкил медиҳад. Он дар тозакунии оби нӯшокӣ мувофиқи EN 1407: 2008 истифода мешавад.

Нитрофлок 215 флокулянти органикӣ катионӣ буда, маҳлули дар намуди гел бо ранги зарди равшан аст, ки бӯи махсус надорад. Ин флокулянт барои тоза кардани оби ошомиданӣ пешбинӣ шудааст.

Барои таҳқиқоти лабораторӣ (андозагирӣ) -и сифати оби нӯшокӣ усулҳои аз ҷиҳати метрологӣ тасдиқшудаи Стандарти давлатӣ ва Вазорати тандурустӣ ва ҳифзи иҷтимоии аҳолии Ҷумҳурии Тоҷикистон иҷозат дода мешаванд. Намунаи об барои таҳлил мутобиқи талаботи стандартҳои давлатӣ гузаронида мешавад.

Таҳқиқот дар заминаи лабораторияи назорати сифати оби КВД "Обу корези Душанбе" гузаронида шуданд. Барои арзёбии самаранокии истифодаи сульфати алюминий ва флокулянтҳо дар марҳилаи коркарди пешакӣ усули мутобиқшудаи коагулятсияи озмоишӣ истифода шудааст.

Санҷишҳо дар 4 силсилаҳои гуногуни тиррагӣ дар намунаҳо гузаронида шуданд, ки: 187, 575, 1035 ва 1715 мг/л –ро ташкил доданд (Расми 1).

а)



б)



а) раванди ворид намудани коагулянт;

б) раванди таҳшинишавии об

Расми 1. – Раванди коагулятсия дар шароитҳои лабораторӣ

Пас аз таҳлили маълумоте, ки дар натиҷаи усули коагулятсияи озмоишӣ ба даст омадааст, самаранокии истифодаи коагулянт ва флокулянтҳои муосирро дар иншооти обтозакунии мавҷудаи пойгоҳи обтозакунии худҷорӣи шаҳри Душанбе дар давраи боришоти зиёд арзёбӣ кардан мумкин аст (ҷадвалҳои 1, 2).

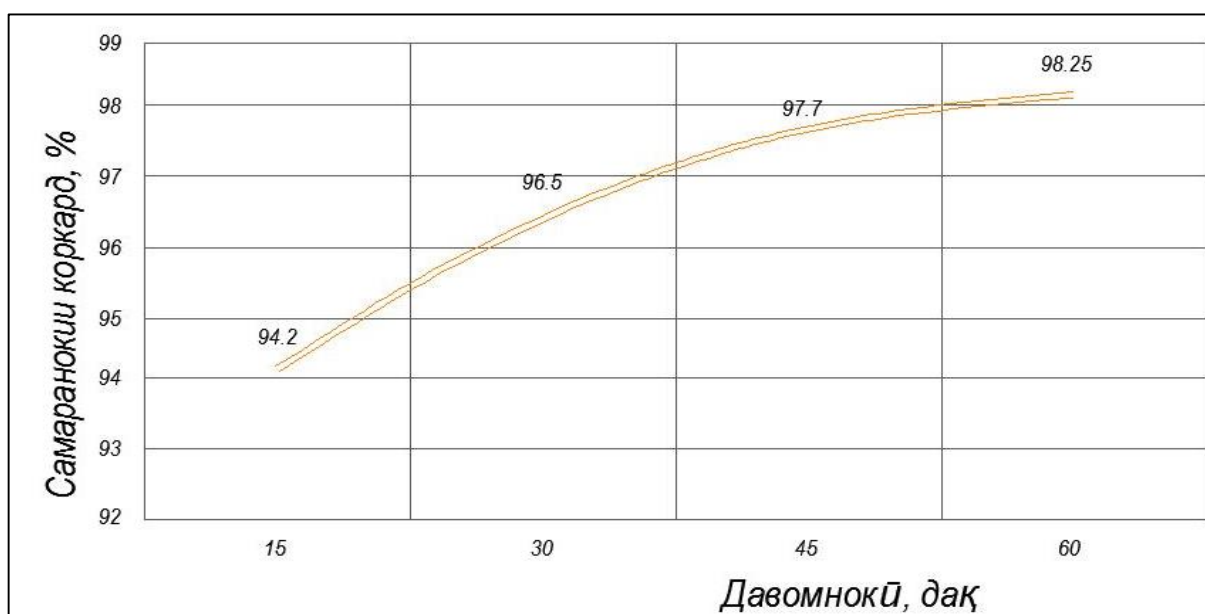
Чадвали 1. - Самараноки тозакунии об вобаста ба вақт дар вояи 5% -и коагулянт ва полиакриламиди POLY SEPAR AN 34 TW

Номгӯи нишондод	Вақти гирифтани намуна, дақ.				
	0	15	30	45	60
Тиррагӣ, мг/дм <sup>3</sup>	1035	60,35	36,21	24,13	18,10
Э <sub>т</sub> , %	0	94,2	96,5	97,7	98,25

Чадвали 2. - Самараноки тозакунии об вобаста ба вақт дар вояи 5% -и коагулянт ва флокулянти Нитрофлок 215

Номгӯи нишондод	Вақти гирифтани намуна, дақ.				
	0	15	30	40	60
Тиррагӣ, мг/дм <sup>3</sup>	1500	57,0	29,9	28,9	24,8
Э <sub>т</sub> , %	0	96,2	98,0	98,1	98,35

Тибқи натиҷаҳои таҳқиқоте, ки дар заминаи лабораторияи сифати оби КВД "Обу корези Душанбе" гузаронида шудаанд, пурзӯр намудани тозакунии обҳои табиӣ тиррагиашон баланд дар нақшаҳо бо шаффофкунии об дар қабати таҳшинҳои боздошташуда бо полиакриламиди анионӣ ва флокулянти катионӣ дар якҷоягӣ бо коагулянт самараноктар аст (расми 2).



Расми 2. – Графики вобастагии самаранокии обтозакунии вобаста ба вақт

Таҳлили намунаҳои гирифташуда тибқи МСваҚ 2.1.4.559 - 96 "Оби ошомиданӣ. Талаботҳои гигиенӣ" гузаронида шуд. Муайянкунии тиррагии намунаҳо бо ёрии фотоколориметри КФК-2 анҷом дода шуд.

**Дар боби сеюм «ТАҲЛИЛИ НАТИҶАҲОИ БАДАСТ ОВАРДАШУДАИ ТАҲҚИҚОТИ ТАҶРИБАВӢ»** таҳлили натиҷаҳои бадастомадаи таҳқиқоти таҷрибавӣ баррасӣ карда мешавад.

Дар иншооти обтозакунии шаҳри Душанбе барои суръат бахшидан ба таҳшиншавии омехтаҳо сулфати алюминий  $Al_2(SO_4)_3$  ҳамчун коагулянт истифода мешавад. Дар озмоишгоҳи назорати сифати оби КВД "Обу корези Душанбе" барои арзёбии имконияти истифодаи якҷояи омехтаи коагулянти СА бо

флокулянтҳои POLY SEPAR AN 34 TW ва Нитрофлок 215 барои тозакунии обҳои олуи дар мавсими тирамоҳию баҳорӣ аз тарафи мо як силсила озмоишҳо гузаронида шуданд. Натиҷаҳои таҷрибаҳои коагулятсияи озмоишӣ, ки дар лаборатория гузаронида шудаанд, дар санадҳои санҷиш сабт карда шудаанд.

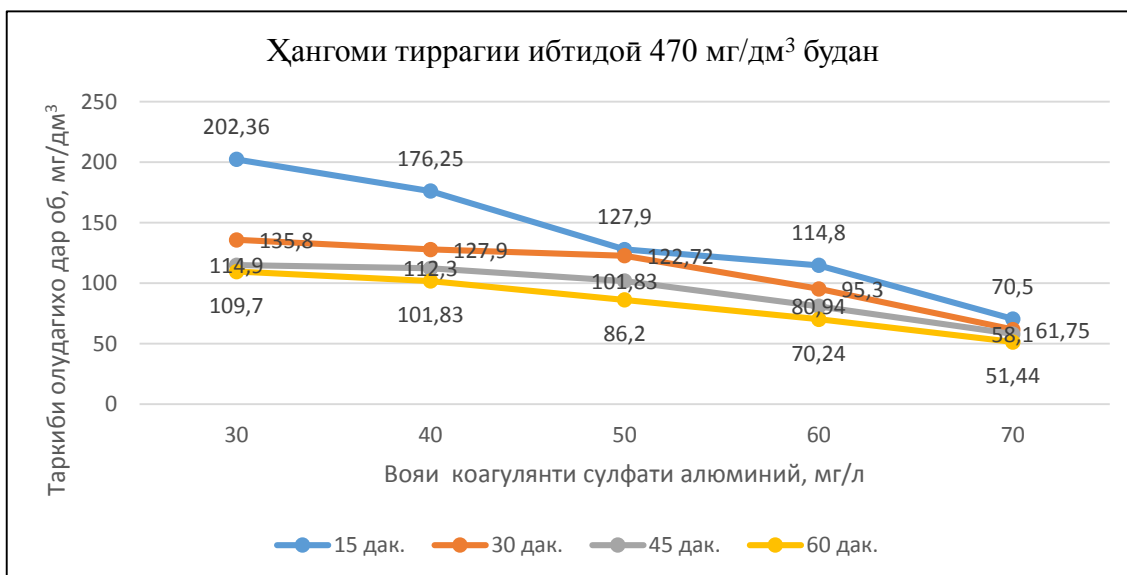
Натиҷаҳои таҷрибаҳои истифодаи сульфати алюминий бо усули коагулятсияи озмоишӣ дар концентратсияҳои гуногуни моддаҳои боздошташуда дар оби озмоишӣ дар ҷадвали 3 оварда шудаанд.

Ҷадвали 3. – Ивазшавии нишондодҳои сифати об вобаста аз вазни реагенти воридшаванда ва вақти давомнокии раванд

Тирагии ибтидоӣ, мг/л	Маҳлули коагулянт, мг/л	Вақти таҳлили намуна, дақ.				
		0	15	30	45	60
180	30	187	77,5	52	44	42
	40	187	67,5	49	43	39
	50	187	49	47	39	33
	60	187	44	36,5	31	26,9
	70	187	27	23,65	22,25	19,7
470	30	470	202,36	135,8	114,9	109,7
	40	470	176,25	127,9	112,3	101,83
	50	470	127,9	122,72	101,83	86,2
	60	470	114,8	95,3	80,94	70,24
	70	470	70,5	61,75	58,1	51,44
1035	30	1035	445,62	299	253	241,5
	40	1035	388,1	281,75	247,25	224,25
	50	1035	281,75	270,25	224,25	189,75
	60	1035	253	209,9	178,25	154,7
	70	1035	155,25	136	128	113,3
1700	30	1700	731,94	491,1	415,6	396,7
	40	1700	637,5	462,8	406,1	368,3
	50	1700	462,8	443,9	368,3	311,7
	60	1700	415,5	344,7	293	254
	70	1700	255	223,4	210,1	186,05

Бояд гуфт, ки дар раванди шаффофкунӣ бо усули коагулятсияи озмоишӣ бо истифода аз сульфати алюминий зарраҳои хурде ба вучуд омаданд, ки дар поёни цилиндр оҳиста таҳшин шуданд (расми 3). Дар вояҳои баланди реагенти воридшаванда рН-и об хеле паст мешавад, ки боқимондаи баланди алюминий дар намунаҳо аз он шаҳодат медиҳад.

Бо истифода аз флокулянтҳои POLY SEPAR AN 34 TW ва Нитрофлок 215 лахтаҳои калон, зудтаҳшиншаванда ба вучуд омаданд. Истифодаи якҷояи коагулянти СА ва флокулянти POLY SEPAR AN 34 TW пешгӯиро дар ҳамаи таҷрибаҳо асоснок кард, системаи парокандаи зарраҳои коллоидӣ ҳатто дар вояҳои хурд вайрон нашуд. Маълумоти таҷрибаҳои коагулятсияи озмоишӣ оид ба истифодаи якҷояи сульфати алюминий бо флокулянтҳои POLY SEPAR AN 34 TW ва Нитрофлок 215 дар концентратсияҳои гуногуни моддаҳои боздошташуда дар оби озмоишӣ, дар ҷадвалҳои 4 ва 5 ҷадвалбандӣ шудаанд.



Расми 3. - Динамикаи ивазшавии сифати об вобаста аз вояи реагенти воридшаванда (тиррагии ибтидоӣ 470 мг/дм<sup>3</sup>)

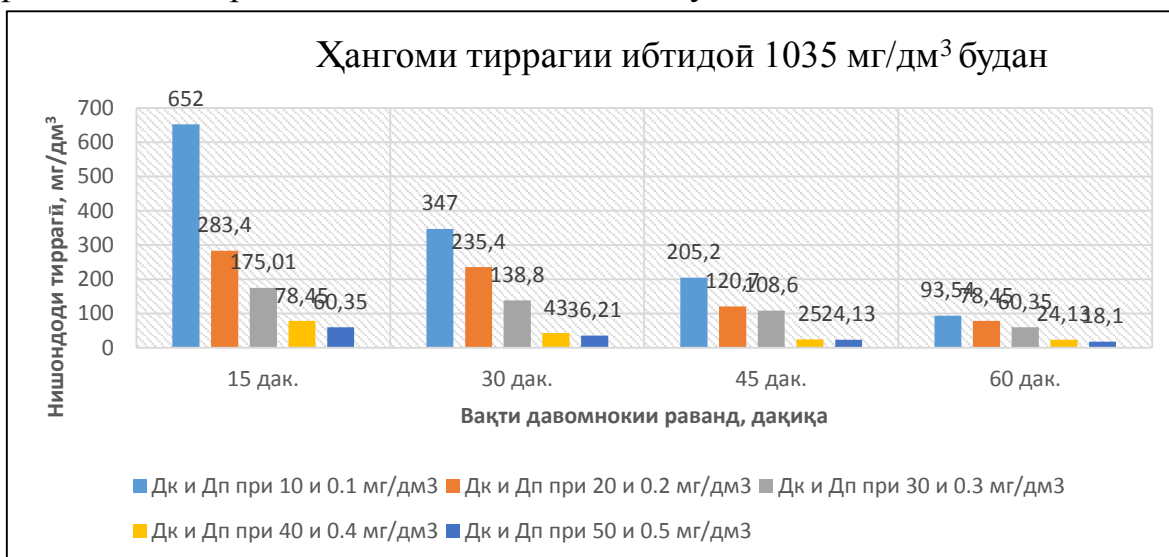
Ҷадвали 4. – Натиҷаҳои шаффофкунии об вобаста аз вақти таҳқиқот ва вояи омехтаи коагулянти сульфати алюминий ва флокулянти POLY SEPAR AN 34 TW

Тиррагии ибтидоӣ, мг/дм <sup>3</sup>	Маҳлули коагулянт, мг/дм <sup>3</sup>	Маҳлули полимер, мг/дм <sup>3</sup>	Вақти таҳлили намуна, дақ				
			0	15	30	45	60
187	10	0,1	187	117	62	37	20,0
	20	0,2	187	51,25	42,52	21,81	15,9
	30	0,3	187	31,62	25,1	19,63	15
	40	0,4	187	25,85	17,18	14,5	14,5
	50	0,5	187	14	12,4	12,4	12,4
575	10	0,1	575	362,1	192,8	114	52
	20	0,2	575	157,6	130,7	67,5	43,6
	30	0,3	575	97,23	77,11	60,35	34
	40	0,4	575	43,6	20,12	17,18	17,18
	50	0,5	575	33,53	20,75	15,75	15,75
1035	10	0,1	1035	652	347	205,2	93,54
	20	0,2	1035	283,64	235,4	120,7	78,45
	30	0,3	1035	175,01	138,8	108,6	60,35
	40	0,4	1035	78,45	43	25	24,13
	50	0,5	1035	60,35	36,21	24,13	18,10
1715	10	0,1	1715	1080	575	340	155
	20	0,2	1715	470	390	200	130
	30	0,3	1715	290	230	180	100
	40	0,4	1715	130	60	40	40
	50	0,5	1715	100	47	30	30

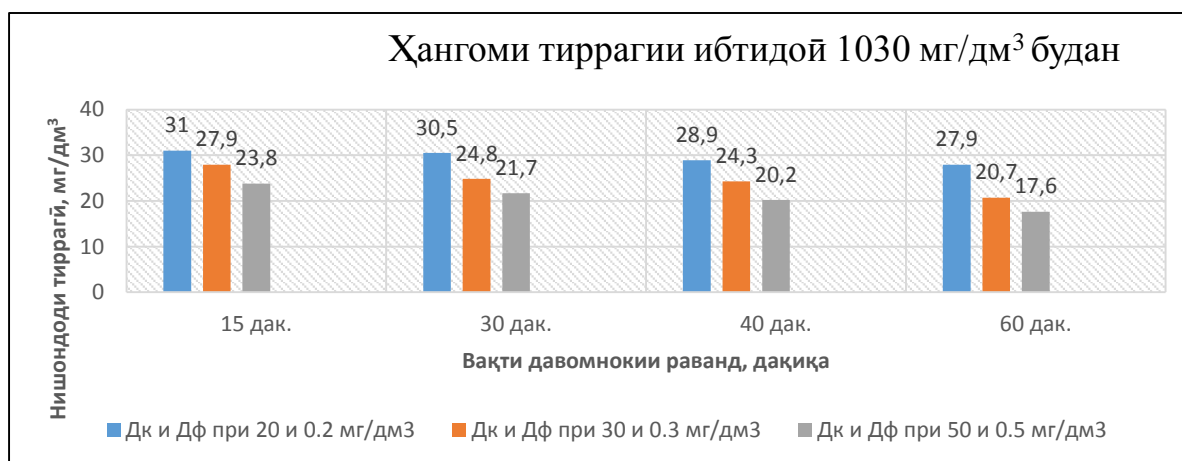
Чадвали 5. – Натиҷаҳои шаффоқии об вобаста аз вақти таҳқиқот ва воҳии омехтаи коагулянти сульфати алюминий ва флокулянти Нитрофлок 215

Тиррагии ибтидоӣ, мг/дм <sup>3</sup>	Маҳдули коагулянт, мг/дм <sup>3</sup>	Маҳдули флокулянти нитрофлок 215, мг/дм <sup>3</sup>	Вақти таҳлили намуна, дақ				
			0	15	30	40	60
1030	20	0,2	1030	31	30,5	28,9	27,9
	30	0,3	1030	27,9	24,8	24,3	20,7
	50	0,5	1030	23,8	21,7	20,2	17,6
1500	20	0,2	1500	114	40,3	36,1	35,1
	30	0,3	1500	103	39,2	36,1	34,1
	50	0,5	1500	57	29,9	28,9	24,8

Дар расмҳои 4 ва 5 натиҷаҳои таҳқиқоти истифодаи якҷояи сульфати алюминий бо флокулянтҳои POLY SEPAR AN 34 TW ва Нитрофлок 215 дар консентратсияҳои гуногуни моддаҳои боздоштасуда ва миқдори реагенти воридшаванда дар оби озмоишӣ нишон дода шудаанд.



Расми 4. - Натиҷаҳои озмоишҳои лабораторӣ барои муқаррар намудани вобастагии коркарди об аз вақт ва миқдори реагентҳои воридшаванда (тиррагии ибтидоӣ - 1035 мг/дм<sup>3</sup>)



Расми 5. - Натиҷаҳои озмоишҳои лабораторӣ барои муқаррар намудани вобастагии коркарди об аз вақт ва миқдори реагентҳои воридшаванда (тиррагии ибтидоӣ - 1030 мг/дм<sup>3</sup>)

Хусусиятҳои тағирёбии оби таҳқиқшаванда вобаста ба вояи коагулянт ва полимер пас аз 60 дақиқаи таҳшиншавӣ дар ҷадвали 6 оварда шудаанд.

Ҷадвали 6. - Санҷиши омехтаи коагулянт ва полимери навъи "Poly Separ" вобаста ба вояи коагулянт ва полимер

Нишон- доди тиррагӣ, мг/дм <sup>3</sup>	Пас аз 60 дақ. таҳшиншавӣ									
	Д <sub>к</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>п</sub> , мг/ дм <sup>3</sup>	Д <sub>к</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>п</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>к</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>п</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>к</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>п</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>к</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Д <sub>п</sub> , мг/дм <sup>3</sup>
	10	0,1	20	0,2	30	0,3	40	0,4	50	0,5
187	20,0		15,9		15,0		14,5		12,4	
575	52,0		43,6		34		17,18		15,75	
1035	93,54		78,45		60,35		24,13		18,10	
1715	155,0		130,0		100,0		40,0		30,0	

Тавре, ки аз ҷадвал дида мешавад, новобаста аз баланд будани тиррагӣ, дараҷаи шаффофкунӣ аллакай дар вояи 10 мг / дм<sup>3</sup> ва минбаъд ба даст меояд.

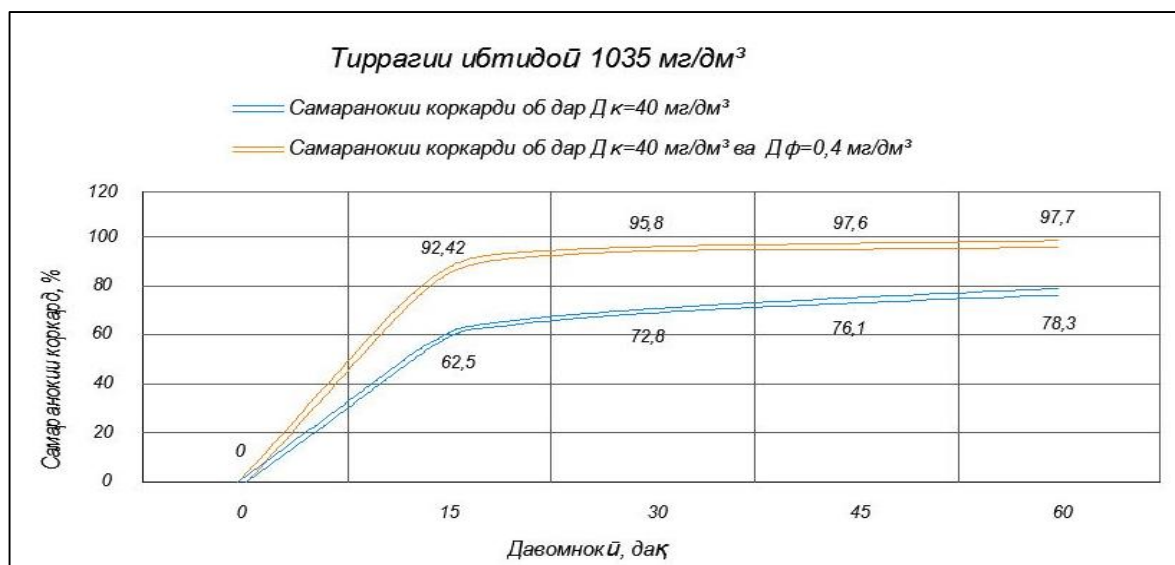
Ҳамин тариқ, аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавӣ мо метавонем истифодаи якҷояи сулфати алюминий бо флокулянтҳои POLY SEPAR AN 34 ва Нитрофлок 215-ро барои коркарди пешакии обҳои рӯизаминии тиррагиашон баланд тавсия диҳем. Дар вақти пайдарпай ворид шудани реагентҳо, раванди таҳшиншавӣ беҳтар мегардад, пораҳои зич, калон ва зуд таҳшиншаванда, назар ба истифодаи танҳо як коагулянт, ба вучуд меоянд.

Бо истифода аз натиҷаҳои ҷадвалҳои 3, 4 ва 5-и таҳқиқотҳои гузаронидашуда самаранокии обтозакуниро бо формулаи зерин ҳисоб мекунем:

$$\varepsilon_{осв.} = \frac{C_0 - C_{вых.}}{C_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

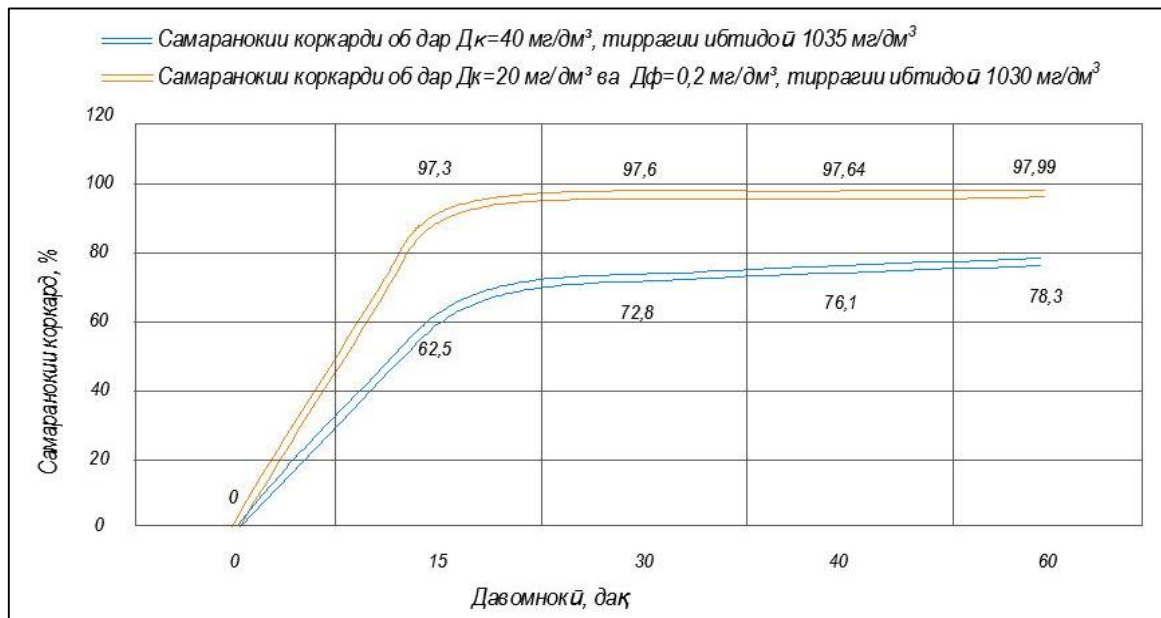
дар ин ҷо  $C_0$  – тиррагии ибтидоӣ, мг/дм<sup>3</sup>;  
 $C_{вых.}$  – тиррагӣ дар баромад, мг/дм<sup>3</sup>.

Самаранокии тозакунии коагулятсияи озмоиширо дар намуди графикҳо тасвир карда, таъсири навъи флокулянтро ба коркарди об баҳогузурӣ менамоем (расмҳои 6 ва 7):



Расми 6. - Баҳогузурӣ самаранокии таъсири флокулянти POLY SEPAR AN 34 TW ба раванди коркарди об (тирагии ибтидоӣ-1035 мг/дм<sup>3</sup>)





Расми 7. – Баҳогузории самаранокии таъсири флокулянти Нитрофлок 215 ба раванди коркарди об (тирагии ибтидоӣ -1030 мг/дм<sup>3</sup>)

Бояд зикр намуд, ки ҳангоми коркарди пешакии обҳои рӯизаминӣ бо сульфати алюминий, нигоҳ доштани муҳити оптималии ишқорнокии об зарур аст, зеро суръати таҳшиншавии заррачаҳои коллоидӣ-дисперсионӣ паст мешавад.

Мо дар озмоиши оби дарёи тиррагиаш баланд самаранокии истифодаи флокулянтҳои POLY SEPAR AN 34 ва Нитрофлок 215-ро дар якҷоягӣ бо сульфати алюминий ба умқи коркарди об, ба таври таҷрибавӣ собит намудем. Самаранокии коркард дар вояҳои  $D_k=20$  мг/дм<sup>3</sup> ва  $D_f=0,2$  мг/дм<sup>3</sup> қариб 98% мебошад, ҳол он ки нишондиҳандаҳои дигар: рН, рангноки, тиррагӣ, боқимондаи алюминий ба талаботҳо мувофиқанд.

Таҳлили расмҳои 6 ва 7 пуррагии раванди коагулятсия ва самаранокии коркарди обро дар миқдори ками коагулянт ва флокулянтҳо нишон медиҳад. Дар ҳамаи намунаҳо, пас аз анҷоми раванди таҳшиншавӣ, нишондодҳои тиррагии бадастомада барои коркарди минбаъдаи об дар полорҳо мувофиқ мебошанд.

Бо таҳлили маълумоти бадастомада метавон гуфт, ки дар мавсимҳои серборишӣ самаранокии қобили қабули коркарди об бо истифодаи сульфати алюминий дар якҷоягӣ бо флокулянтҳои «POLY SEPAR AN 34 TW» ва «Нитрофлок 215» ба даст меояд.

**Дар боби чорум «АМСИЛАСОЗИИ РАВАНДИ ШАФФОФКУНИИ ПЕШАКИИ ОБҲОИ РҶИЗАМИНӢ»** ҳалли рақамии масъалаҳои раванди шаффофкунии пешакии обҳои рӯизаминӣ бо истифода аз усулҳои квадратҳои хурдтарин (УКХ) ва интерполятсия бо истифодабарии формулаҳои Лагранж баррасӣ карда мешаванд, ҳисобкунии раванди тозакунии об дар полорҳои қумии босуръати пойгоҳи обтозакунии худҷорӣ пешниҳод карда мешавад.

Бо истифода аз маълумоти таҷрибавӣ амсилаи математикиро барои концентратсияи аз 10 то 50 мг/л - коагулянт ва аз 0,1 то 0,5 мг/л – полимери POLY SEPAR AN 34 TW- ро таҳия намудем. Ин вобастагиро дар шакли зерин муаррифӣ мекунем:

$$y = ae^{kx} \quad (2)$$

Натиҷаҳои ҳисоб дар ҷадвали 7 нишон дода шудаанд.  
 Ҷадвали 7. – Нишондиҳандаҳои коэффициентҳои  $a$  ва  $k$ , дар мавриди  
 концентратсияи маҳлул 10мг/л ва 0,1мг/л будан

$i$	$x_i$	$\ln y_i$	$x_i^2$	$x_i \ln y_i$
1	0	5,2311	0	0
2	15	4,7621	225	71,4326
3	30	4,1271	900	123,8141
4	45	3,6109	2025	162,4913
5	60	2,9957	3600	179,7439
$\sum$	150	20,7271	6750	537,4819

Дар ин ҷо  $x_i$  - вақти тадқиқот;

$y_i$  - тиррагии об;

$k$  - коэффициентҳои (андозанокии) баръақси вақт.

Ҳалли системаи муодилаҳо шакли зерин дорад:

$$\begin{cases} k \sum x_i^2 + \ln a \sum x_i = \sum x_i \ln y \\ k \sum x_i + n \ln a = \sum \ln y_i \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} 6750k + 150 \ln a = 537,4819 \\ 150k + 5 \ln a = 20,7271 \\ k = -0.0375 \quad a = 194,4 \end{cases}$$

Қиматҳои нишондодҳои бузургҳои  $a$  ва  $k$ -ро ба формулаи (3) гузошта,  
 ҳосил мекунем:

$$y = 194,4 e^{-0,0375x} \quad (4)$$

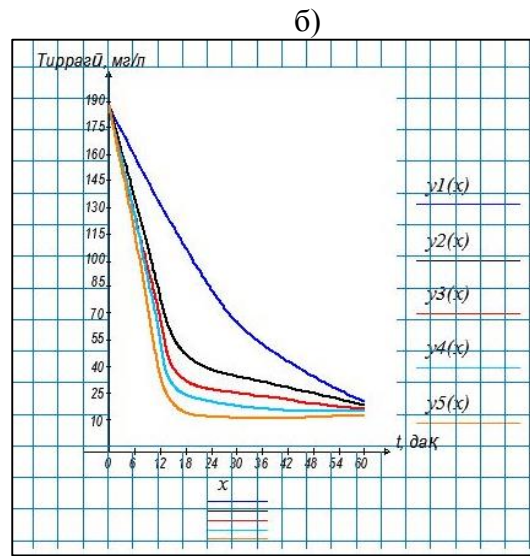
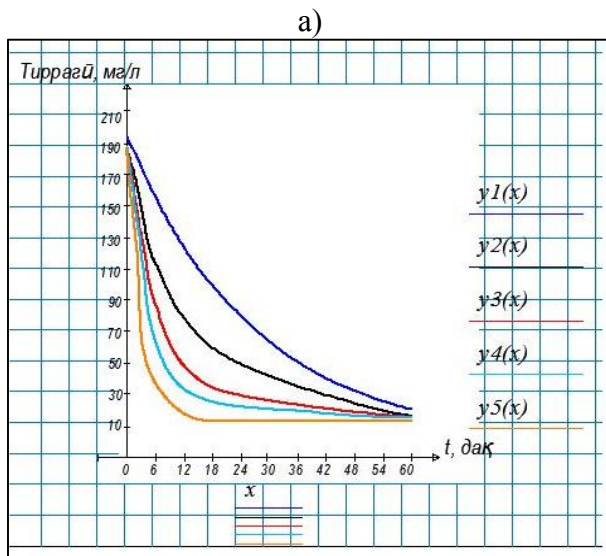
Барои концентратсияҳои дигари маҳлулҳо вобастагии тиррагӣ ва вақт низ  
 тавассути суммаи ду функсия ҷустуҷӯ карда шуд.

Ба формулаи (4) қиматҳои гуногуни вақти шаффофкунӣ ( $t_1 = 15$ дак.,  
 $t_2 = 30$ дак.,  $t_3 = 45$ дак.,  $t_4 = 60$ дак.), концентратсияи коагулянт аз 10 то 50 мг/л  
 ва концентратсияи полимер аз 0,1 то 0,5 мг/л-ро гузошта, тавассути барномаи  
*PTC Mathcad Prime 4.0* графикаи шаффофкунии обро месозем (расми 8).

Барои муайян кардани таъсири коркарди пешакии об бо истифода аз  
 омехтаи сульфати алюминий ва флокулянти катионии Нитрофлок 215 мо мо-  
 делро бо ёрии формулаи интерполясионӣ пайдо мекунем. Таҷрибаи мо бо  
 коагулянти сульфати алюминий ва флокулянти Нитрофлок 215 аз панҷ ченкунии  
 вақт ва тиррагии об иборат аст. Моҳияти формулаи интерполясионӣ дар он  
 аст, ки раванд ҳамчун бисёрраъзғӣ бо нишондиҳандаҳои мусбат ифода карда  
 мешавад.

Азбаски таҷриба аз панҷ қимат иборат аст, бо назардошти ҳолати  
 аввала, вобастагии вазни тиррагии об аз вақтро дар шакли полиномӣ, яъне  
 бисёрраъзғии дараҷаи чорум меҷуем :

$$m(t) = at^4 + bt^3 + ct^2 + dt + e \quad (5)$$

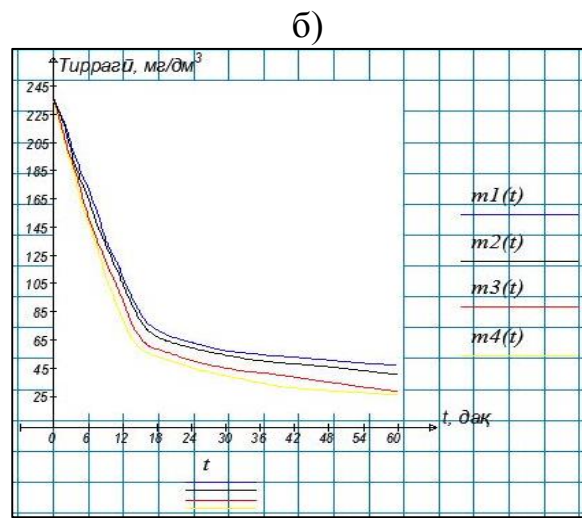
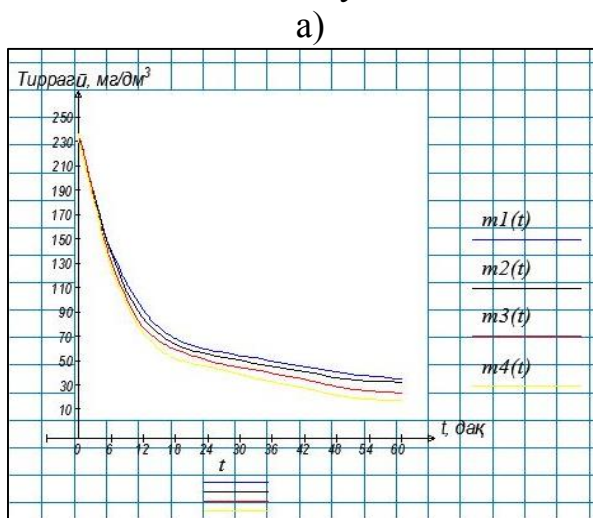


а) амсиласози рақамӣ;

б) тадқиқоти таҷрибавӣ

Расми 8. - Вобастагии раванди шаффофкунии пешакии об аз вояҳои реагентҳо ва вақти таҳшиншавӣ (тиррагии ибтидоӣ – 187 мг/л)

Тасвири графикоии раванди шаффофкунии пешакии обҳои рӯизаминӣ барои нишондодҳои гуногуни вақти таҳшиншавӣ ва тиррагии ибтидоии 238 мг/дм<sup>3</sup>, ки бо усули полиномӣ ва таҷрибавӣ ба даст оварда шудаанд, дар расми 9 нишон дода шудааст.



а) амсиласози рақамӣ;

б) тадқиқоти таҷрибавӣ

Рисунок 9. - Вобастагии раванди шаффофкунии пешакии об аз вояҳои реагентҳо ва вақти таҳшиншавӣ (тиррагии ибтидоӣ – 238 мг/л)

Дар натиҷаи санҷиши мувофиқати натиҷаҳои таҷрибавӣ ва моделсозии ададӣ маълум гардид, ки фарқияти байни натиҷаҳо аз 5% зиёд нест, ин аз эътимоднокии натиҷаҳои тадқиқоти гузаронидашуда шаҳодат медиҳад.

Амсиласозии ададии самаранокии раванди шаффофкунии оби нӯшоқӣ тавассути интерполятсия бо истифодабарии формулаи Лагранж гузаронида шуд. Функция чунин намуд дорад:

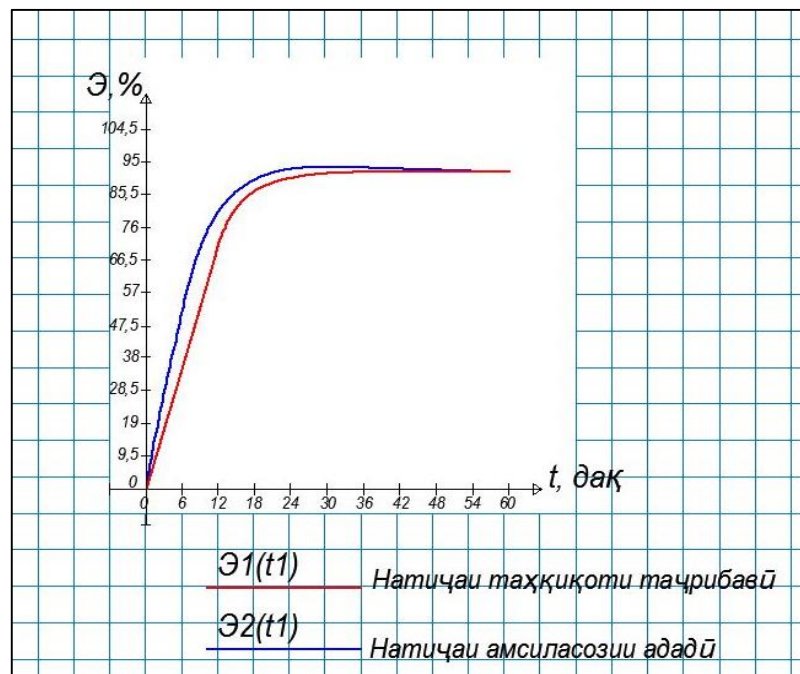
$$f(x) \sim L(x) = \sum_{k=0}^m f(x_k) \frac{(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_{k-1})(x-x_{k+1})\dots(x_k-x_m)}{(x_k-x_0)(x_k-x_1)\dots(x_k-x_{k-1})(x_k+x_{k+1})\dots(x_k-x_m)}, \quad (6)$$

Ба формулаи Лагранж қиматҳои вақти таҳшиншавӣ ва самаранокии шаффофкуниро гузошта, муносибати функционалии байни онҳоро ба даст меорем:

$$\mathcal{E}(t) = -0,00006312t^4 + 0,009553t^3 - 0,511798t^2 + 11,48717t \quad (7)$$

Графики амсиласозии рақамии раванди самаранокии шаффофкунии пешакии оби нушоқӣ, ҳангоми қиматҳои додашудаи вақти таҳшиншавӣ, ки бо муодилаи (6) ба даст оварда шудааст, бо истифода аз *барномаи PTC Mathcad Prime 4.0* ҳал карда шудааст:

Таҳлили муқоисавии натиҷаҳои назариявӣ ва таҷрибавӣ нишон медиҳад, ки ҳатогии миёнаи усули дуҷуми сохтани амсиласозии риёзӣ аз 1% зиёд нест ва ин эътимоднокии натиҷаҳои аз таҷриба гирифта шударо тасдиқ мекунад (расми 10).



Расми 10. – Таҳлили самаранокии флокулянтҳои муосир, ки барои коркарди обҳои рӯизаминӣ истифода мешаванд

Дар боби ҷаҳорум инчунин ҳисобкунии раванди шаффофкунии об дар полорҳои зудамали қумӣ дар пойгоҳи обтозакунии худҷорӣ оварда шудааст. Ҳангоми интиҳоби полор барои тозакунии ва шаффофкунии оби нӯшоқӣ, бояд маълумот дар бораи истеъмоли максималии (зиёди) об дар як воҳиди вақт, инчунин хусусиятҳо ва шароити истифодаи маводи полоиш маълумот доштан зарур аст. Ҳисоби гидравликии ҷараёни шаффофкунии об дар полорҳои зудамали қумӣ бо муодилаҳои асосии зерин ҳал карда мешавад:

$$\text{Муодилаи Ҳазен Уилямс: } V = 0.355CD^{0.63} \left( \frac{h_f}{L} \right)^{0.54}; \quad (8)$$

$$\text{Муодилаи Маннинг: } V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}; \quad (9)$$

**Дар боби панҷум «ТЕХНОЛОГИЯИ ОБТОЗАКУНӢ ДАР ПОЙГОҲИ ОБТОЗАКУНИИ ХУДЧОРИИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ»** азнавсозии нақшаи коркарди об бо назардошти эътимоднокии кори иншооти обтозакунӣ, пурзӯр намудани чараёни обтозакунӣ дар пойгоҳи обтозакунии худчорӣ (ПОХ)-и шаҳри Душанбе, ҳисобкунии самаранокии иқтисодии натиҷаҳои таҳқиқот ва тавсияҳо оид ба беҳтар намудани кори пойгоҳи обтозакунии худчорӣ оварда шудааст.

Дар баробари боло рафтани сатҳи об дар давраи баҳорӣ, таркиби моддаҳои боздошташуда дар дарёи Варзоб меафзояд. Дар ин давра, бинобар истифодаи усули нави пурзӯр намудани раванди коагулятсия дар ПОХ мумкин аст, ки истеъмоли вазни коагулянти сульфати алюминий аз 60,0 то 20,0 мг/л кам карда шавад (воягузорӣ аз рӯи рН муайян карда мешавад), вояи тавсияшудаи флокулянтҳо - 0, 1-0,2 мг/дм<sup>3</sup> аст.

Татбиқ намудани ҳалли техникийи пешниҳодшуда дар якҷоягӣ истифода бурдани флокулянтҳои муосири Нитрофлок 215 ва POLY SEPAR AN 34 TW бо СА дар давраи баҳорӣ сарфи коагулянтро 2-3 маротиба кам мекунад. Омезиши ин флокулянтҳо бо коагулянт дар марҳилаи коркарди пешакии об на танҳо дараҷаи баланди тозакунӣ, балки самаранокии иқтисодиро низ таъмин мекунад.

Дар тайёр намудани оби нушокӣ флокулянтҳои полиакриламидӣ дар вояҳои кам (0,1-0,2 мг/дм<sup>3</sup>) ворид карда мешаванд, инчунин маҳлул бо концентратсияи хеле паст (0,1-0,5%) тартиб дода мешавад. Дар ин маврид, мувофиқи маълумотҳои таҷрибавии коагулятсияи озмоишӣ вояи оптималии полимерро  $D_n = 0,2$  мг/дм<sup>3</sup> қабул мекунем.

Натиҷаҳои хароҷоти муқоисавии иқтисодӣ ва самаранокии истифодаи флокулянтҳои муосир дар якҷоягӣ бо коагулянти СА дар ПОХ дар ҷадвали 8 оварда шудаанд.

Ҷадвали 8. – Ҷадвали муқоисавии хароҷот ва самаранокии истифодаи флокулянтҳои муосир дар якҷоягӣ бо коагулянти СА дар ПОХ

№ вари-ант	Коагу-лянт СА	Флокулянт		Хароҷоти иқтисодӣ, смн/сол	Бартари иқтисо-дии таҳқиқоти таҷрибавӣ пас аз 60 дақ. таҳшин-шавӣ, %
		«Poly Separ AN 34 TW»	Нитро-флок 215		
1	+	-	-	1 533 000	78,3
2	+	+	-	895 500	92,4
3	+	-	+	907 200	98

$$\Delta = Z_1 - Z_2 = 1\ 533\ 000 - 895\ 500 = 637\ 500 \text{ смн.}$$

Маблағи пешбинишудаи солонаи сарфаи реагентҳо ҳангоми истифодаи полимер дар якҷоягӣ бо сульфати алюминий метавонад дар як сол 637 500 сомониро ташкил диҳад.

Дар боби панҷум инчунин тавсияҳо оид ба беҳтар намудани фаъолияти пойгоҳи обтозакунии худчорӣ оварда шудаанд.

Бояд қайд кард, ки барои беҳтар намудани фаъолияти ПОХ инчунин тавсияҳое оварда шудаанд, ки метавонанд қабул карда шаванд:

1) Андозагирии масрафи об дар даромадгоҳ ва баромад аз ҳавзаҳои пешакии таҳшиншавӣ ва иншооти таҳшинсозӣ.

2) Истифодаи насосҳои ченкунӣ барои танзими флокулянт мутаносибан ба масраф ва сифати оби аслӣ.

3) Истифодаи полимерҳо ҳамчун флокулянт дар ҷараёни коагулятсия - флокулятсия.

4) Давра ба давра, дар ҳар 10 рӯз як маротиба ҳангоми боришот ва як маротиба дар як моҳ дар қисми боқимондаи сол, миксерҳо бояд аз таҳшинҳои ҷамъшуда тоза карда шаванд, ки басташавии системаҳои тақсимкуниро пешгирӣ карда, ба сохторҳои минбаъда (шаффофкунакҳо, полорҳо) намонанд, ки гузарад.

## ХУЛОСАҲОИ АСОСӢ

### *Натиҷаҳои асосии илмии диссертатсия*

1. Тасдиқ карда шуд, ки истифодаи комплекси сульфати алюминий дар якҷоягӣ бо флокулянтҳои POLY SEPAR AN 34 TW ва Нитрофлок 215 дар марҳилаи коркарди пешакии обҳои рӯизаминӣ дар вақти тағйирёбии мавсимӣ ба мақсад мувофиқ мебошад [4-М].

2. Маълум карда шуд, ки дар сурати якҷоя истифода бурдани коагулянт ва флокулянтҳо дар коркарди обҳои рӯизаминӣ, вояи коагулянти сульфати алюминий якҷанд маротиба кам мешавад. Таркиби оптималии омехтаи коагулянт ва флокулянтҳо вобаста ба таркиби оби сарчашмаи манбаъ муайян карда шудааст [3-М].

3. Муқаррар карда шуд, ки нишондиҳандаи асосии раванди таҳшиншавӣ, самаранокии ҷараёни коагулятсияро баҳогузорӣ мекунад. Ба сифати коагулятсия ворид намудани пайдарпайии коагулянт ва флокулянтҳо таъсири босамар мерасонад [4-М, 5-М].

4. Усули мукамалгардонии раванди технологияи кунунии коркарди оби ПОХ- и шаҳри Душанбе бо роҳи танзими таъминоти коагулянт ва флокулянт асоснок карда шудааст [4-М, 5-М].

5. Таъсири якҷоя истифода бурдани коагулянти СА бо флокулянтҳо дар пурзӯр намудани раванди таҳшинкунии об тасдиқ гардид [3-М, 5-М].

6. Муайян карда шуд, ки самаранокии раванди шаффофкунӣ бо истифодаи якҷояи сульфати алюминий бо флокулянтҳои Нитрофлок 215 ва POLY SEPAR AN 34 TW бар хилофи раванди анъанавӣ, ки бо истифодаи танҳо як коагулянт мегузарад, 5-10% меафзояд. Самаранокии коркарди об аз нишондодҳои сифати оби сарчашма дар вақти тағйирёбии мавсимӣ ва воягузорию омехтаи коагулянт ва флокулянт вобаста аст [4-М].

7. Муайян карда шудааст, ки самаранокии иншооти тозакуни, бо роҳи истифода бурдани полимери зудамалкунандаи навъи "POLY SEPAR AN 34 TW" ва флокулянти Нитрофлок 215 ҳамчун флокулятсияи иловагӣ дар марҳилаи аввали коркард ба даст меояд. Ҳамин тариқ, самаранокии баланд ва эътимоднокии системаи филтратсия ба даст оварда мешавад, мӯҳлати хизмати полорҳои зудамал афзоиш меёбад [4-М].

8. Муайян карда шуд, ки ворид намудани коагулянт дар микдори зиёда аз 50мг/л дар якҷоягӣ бо флокулянтҳо имкон медиҳад, ки пораҳои таҳшоншудаи дорои хосиятҳои хуби таҳшиншавӣ ба даст оварда шуда, бо ин васила харочот, шиддатнокии меҳнат ва мушкилоте, ки барои баргараф кардани такшонӣ алоқаманданд, кам мекунад [3-М].

9. Амсиласозии математикии раванди шафофкунии об бо назардошти давомнокии таҳшиншавӣ, концентратсияи маҳлулҳои коагулянт ва флокулянтҳо таҳия шудааст [6-М, 9-М].

10. Маълум шуд, ки самараи иқтисодӣ бидуни таҷдиди иншооти обтозакунӣ бо ҷорӣ намудани реагентҳои муосир дар ҷараёни таҳшиншавӣ дар пойгоҳи обтозакунии худҷорӣ шаҳри Душанбе дар як сол дар ҳаҷми 637 500 сомонӣ ба даст оварда мешавад [7-М].

11. Тавсияҳои амалӣ оид ба имконпазирии мукамалгардони раванди технологияи коркарди об, бо назардошти тағйирёбии мавсимии сифати оби тозашуда дар пойгоҳи обтозакунии худҷорӣ шаҳри Душанбе таҳия карда шуданд [3-М].

## **НАТИҶАҲОИ АСОСИИ КОР ДАР НАШИРИЯҲОИ ЗЕРИН ЧОП ШУДААНД:**

### **Мақолаҳои дар нашрияҳои тавсиягардидаи ҚОА –и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон**

[1-М] Бадавлатова Б.Х. Уменьшение потерь воды в городских системах водоснабжения [Текст] / О.Х. Амирзода, Б.Х. Бадавлатова // Политехнический Вестник. Серия инженерных исследований. - 2019. - №4(48). – С. 144-147.

[2-М] Бадавлатова Б.Х. Фильтры-поглотители для резервуаров чистой воды [Текст] / Б.Х. Бадавлатова // Политехнический Вестник. Серия инженерных исследований. - 2020. - №3(51). – С. 107-112.

[3-М] Бадавлатова Б.Х. Повышение эффективности работы сооружений водоподготовки на Очистной станции самотечного водопровода (ОССВ) города Душанбе [Текст] / О.Х. Амирзода, Б.Х. Бадавлатова, П.Х. Муродов, З.В.Кобулиев. // Политехнический Вестник. Серия инженерных исследований. - 2020. - №3(51). – С. 122-129.

[4-М] Бадавлатова Б.Х. Интенсификация процесса очистки природных вод с применением флокулянта [Текст] / О.Х. Амирзода, Б.Х. Бадавлатова, З.В. Кобули. // Инженерный вестник Дона - 2021. - №3(2021). – [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2021/6857](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2021/6857).

[5-М] Бадавлатова Б.Х. Совершенствование процесса предварительного осветления питьевой воды с применением современных флокулянтов / Б.Х. Бадавлатова // Политехнический Вестник. Серия инженерных исследований. - 2021. - №4(56). – С. 85-92.

### ***Мақолаҳо дар маводҳои конференсияҳо.***

[6-М] Бадавлатова Б.Х. Численное моделирование задачи процесса осветления питьевой воды [Текст] / Б.Х. Бадавлатова, О.Х. Амирзода,

И. Каландарбеков, Ш.А.Саидов // Современная Наука: сборник статей XIX Международной научно-практической конференции: актуальные вопросы, достижения и инновации, состоявшейся 5 мая 2021 г. в г. Пенза. РФ - Часть 1. С.75-81, индексируемая системой РИНЦ.

**[7-М] Бадавлатова Б.Х.** Расчет экономической эффективности внедрения новых полимеров по улучшению воды питьевого качества [Текст] / Б.Х.

Бадавлатова, О.Х. Амирзода, З.В. Кобули // Современная Наука: сборник статей XIX Международной научно-практической конференции: актуальные вопросы, достижения и инновации, состоявшейся 5 мая 2021 г. в г. Пенза. РФ - Часть 1. С.81-85, индексируемая системой РИНЦ.

**[8-М]. Бадавлатова Б.Х.** Анализ состояния системы водоснабжения и водоотведения города Вахдат/**Б.Х. Бадавлатова**, Н.М. Мухибуллоев, З.А. Набиев, О.Х. Амирзода// Журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология»: материалы Республиканской научно-практической конференции «Водохозяйственный комплекс: проблемы и пути их решения», г. Душанбе, 6 мая 2022 г., Т.2, №1. С.9-15.

**[9-М]. Бадавлатова Б.Х.** Математическое моделирование процесса осветления поверхностных вод/ **Б.Х. Бадавлатова**, О.Х. Амирзода, И. Каландарбеков // Журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология»: материалы международной научно-практической конференции «Водная безопасность – основа устойчивого развития» (5-6 октября 2022 года, г. Душанбе, Республика Таджикистан) Часть 2. С.12-17.



## РЕЗЮМЕ

диссертации Бадавлатовой Бунафши Худоёровны «Совершенствование процесса предварительного осветления поверхностных вод (на примере очистной станции самотечного водопровода города Душанбе)», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 - Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

**Ключевые слова:** совершенствование, осветление питьевой воды, седиментация, коагулянт, флокулянт, водоснабжение, численное моделирование.

**Цель работы:** является усовершенствование существующих технологических процессов водоподготовки с применением современных реагентов (на примере очистной станции самотечного водопровода города Душанбе).

**Объект исследования:** очистная станция самотечного водопровода города Душанбе.

**Предмет исследования:** динамика процесса реагентного осветления питьевой воды; технологические параметры процесса реагентного осветления.

**Полученные результаты и их новизна:** установлен экспериментальным исследованием механизм, интенсифицирующий процесс седиментации загрязнений и осветления питьевой воды совместным применением реагента сернокислого алюминия и флокулянтов POLY SEPAR AN 34 TW и Нитрофлока 215; разработана математическая модель, определяющая зависимость показателей качества очищенной воды от дозы коагулянта и флокулянта в процессе седиментации; установлено, что низкая температура поверхностных источников не влияет на эффективность питьевой водоподготовки при совместном использовании коагулянта и современных флокулянтов; выявлена эффективность применения коагулянта и флокулянтов на органической основе для осветления воды из поверхностных источников; разработаны рекомендации для модернизации схем водоподготовки и улучшения реагентной системы Очистной станции самотечного водопровода г. Душанбе.

**Практическое значение:** разработанное нами технологическое решение для очистки воды от высокой мутности и других загрязнений с использованием смеси коагулянта и флокулянтов, экономическое обоснование применения современных флокулянтов.

**Степень использования:** основные результаты диссертационной работы приняты к практическому использованию на станциях водоподготовки в ГУП «ДВК», а также внедрены в учебный процесс института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ.

**Область применения:** очистные станции водоподготовки, научно-исследовательские и проектные институты, учебный процесс вузов.

## ШАРҲИ МУХТАСАРИ

диссертатсияи Бадавлатова Бунафша Худоёровна «Мукамалгардонии раванди шаффофкунии пешакии обҳои рӯизаминӣ (дар мисоли пойгоҳи обтозакунии худҷорӣи шаҳри Душанбе)», барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои техникӣ бо ихтисоси 05.23.04 – Обрасонӣ, обу корез, системаҳои сохтмони ҳифзи захираҳои обӣ

**Вожаҳои калидӣ:** мукамалгардонӣ, шаффофкунии оби нушокӣ, таҳшиншавӣ, коагулянт, флокулянт, обтаъминунӣ, амсиласозии ададӣ.

**Мақсади таҳқиқот:** мукамалгардонии равандҳои технологияи мавҷудаи коркарди об бо истифода аз реагентҳои муосир (дар мисоли пойгоҳи обтозакунии худҷорӣи шаҳри Душанбе) мебошад.

**Объекти таҳқиқот:** пойгоҳи обтозакунии худҷорӣи шаҳри Душанбе.

**Мавзӯи таҳқиқот:** чараҳои раванди шаффофкунии реагентии оби нушокӣ; параметрҳои технологияи раванди шаффофкунии реагентӣ.

**Натиҷаҳои бадастоварда ва нағзҳои онҳо:** бо таҳқиқоти таҷрибавӣ механизми раванди пурзӯр намудани таҳшиншавии олудагиҳо ва шаффофкунии оби нушокӣ бо истифодаи якҷояи реагенти алюминий сулфат ва флокулянтҳои POLY SEPAR AN 34 TW ва Нитрофлок 215 муқаррар карда шуд; амсиласозии риёзие, ки вобастагии нишондиҳандаҳои сифати оби тозашударо аз вояи коагулянт ва флокулянтҳо дар раванди таҳшиншавӣ муайян мекунад, таҳия шудааст; муайян карда шуд, ки ҳарорати пасти сарчашмаҳои рӯизаминӣ ба самаранокии тозакунии оби нушокӣ бо истифодаи якҷояи коагулянт ва флокулянтҳои муосир таъсир намерасонад; самаранокии истифодаи коагулянт ва флокулянтҳои органикӣ барои шаффофкунии оби сарчашмаҳои рӯизаминӣ ошкор карда шудааст; тавсияҳо барои модернизатсионии схемаҳои тозакунии об ва тақмили системаи реагентии пойгоҳи обтозакунии худҷорӣи шаҳри Душанбе таҳия карда шуданд.

**Аҳамияти амалии таҳқиқот:** ҳалли технологияи аз ҷониби мо таҳияшуда бо истифодаи реагент ва флокулянтҳо барои шаффофкунии обҳои тиррагиашон баланд ва дигар олудагиҳо. Асосноккунии иқтисодии татбиқи флокулянтҳои муосир.

**Дараҷаи истифодабарӣ:** натиҷаҳои асосии кори диссертатсионӣ ба истифодаи амалии иншооти обтозакунии КВД “Обу корези Душанбе” ва раванди таълимии Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ворид гардиданд.

**Соҳаи истифодабарӣ:** Пойгоҳҳои обтозакунии, пажӯҳишгоҳҳои илмӣ-тадқиқотӣ ва лоихақашӣ, раванди таълимии муассисаҳои илмӣ ва таҳсилоти олии касбӣ.

## SUMMARY

**to dissertation of Badavlatova Bunafsha Khudoyorovna " Improvement of the process of preliminary clarification of surface water (using the example of the Gravity Water Treatment Station of the city of Dushanbe)", presented on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences on a specialty 05/23/04 - Water supply, sewerage, construction systems for the protection of water resources**

**Keywords:** improvement, clarification of drinking water, sedimentation, coagulant, flocculent, water supply, numerical modeling.

**Purpose of work:** improvement of the existing technological processes of water treatment using modern reagents (based on example of water treatment plant in Dushanbe).

**Object of research:** Gravity water treatment plant in Dushanbe.

**Subject of research:** dynamics of the process of reagent clarification of drinking water; technological parameters of the process of reagent clarification.

**The obtained results and their novelty:** an experimental study has established a mechanism that intensifies the process of sedimentation of pollutants and clarification of drinking water by the joint use of aluminum sulfate reagent and flocculants POLY SEPAR AN 34 TW and Nitroflocc 215; a mathematical model has been developed that determines the dependence of the quality indicators of purified water on the dose of coagulant and flocculants during sedimentation; it has been established that the low temperature of surface sources does not affect the efficiency of drinking water treatment when using a coagulant and a modern flocculants together; the effectiveness of the use of coagulant and flocculants on an organic basis for the clarification of water from surface sources was revealed; recommendations were developed for the modernization of water treatment schemes and improvement of the reagent system of the Treatment plant of the gravity water pipeline in Dushanbe.

**Practical significance:** a technological solution developed by us for water purification from high turbidity and other contaminants using a mixture of coagulants and flocculants. Economic justification of the use of modern flocculants.

**Degree of use:** the main results of the dissertation work were accepted for practical use at water treatment plants in the State Unitary Enterprise "DVK", and also introduced into the educational process of the Institute of the water problems, hydropower and ecology of the NAST.

**Field of application:** water treatment plants, research and design institutes, the educational process of universities.

Ба чопаш имзо шуд. 10.02.2023. Андозаи 60x84/16

Қоғазӣ офсетӣ. Чоп офсетӣ. Адади нашр 100 нусха.

---

Дар таъбу нашри ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ