

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Б.Н. Ельцина

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ
имени Н. Исанова

Диссертационный совет Д 05.15.512

На правах рукописи
УДК 628.161.3

МАМБЕТОВА РАХАТ ШЕРГАЗИЕВНА

ОБРАБОТКА РЕЧНЫХ ВОД ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЫ НА
УСТАНОВКАХ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Специальность: 05.23.04 – Водоснабжение, канализация,
строительные системы охраны природных ресурсов

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек – 2016

Работа выполнена в Кыргызско-Российском Славянском университете имени Б.Н. Ельцина

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Абдурасулов И.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Шинибаев А.Д.

кандидат технических наук, доцент
Абдылдабеков К.Т.

Ведущая организация: Департамент развития питьевого водоснабжения и водоотведения Государственного агентства архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Правительстве Кыргызской Республики (г. Бишкек, пр.Манаса, 28).

Защита диссертации состоится «30» сентября 2016 г. в «14» часов на заседании диссертационного совета Д 05.15.512 при Кыргызско-Российском Славянском университете имени Б.Н.Ельцина и Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры имени Н.Исанова по адресу: 720020, г.Бишкек, ул. Малдыбаева 34 «б», ауд. 1/101. Тел./факс (996-312) 54-51-36, e-mail: madanbekov_72@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры имени Н. Исанова

Автореферат разослан «___» _____ 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 05.15.512

Маданбеков Н.Ж.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Обеспечение качественной питьевой водой малых населенных пунктов является чрезвычайно важным и требует решения серьезной научно-практической задачи. Этот вопрос становится особенно острым в настоящее время, когда инфраструктура, образ жизни и социальные условия малых населенных пунктов преобразовываются исходя из решаемых задач – все для безопасности и здоровья людей.

По данным Нацстаткома, за 1990-2010 г.г., более 90% сельских водопотребителей Кыргызской Республики (КР) использовали в качестве источника водоснабжения подземные воды. Однако, за последние годы дебит подземных вод уменьшается, а качество их ухудшается. По данным Государственного агентства по геологии и минеральным ресурсам при Правительстве КР, Всемирного Банка Развития уменьшение дебита подземных вод и ухудшение их качества носит системный и прогрессирующий характер. Эти факты подтверждают необходимость расширения использования поверхностных вод предгорной зоны, которые не используются в должной степени в качестве источника водоснабжения населенных мест. Использование этих речных вод в качестве источника водоснабжения населенных пунктов регионов КР, по рекомендациям и требованиям существующих Правил и СНИПа (Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. 2.04.02.-84*) является не решаемой задачей. Потому что эти нормативные документы не учитывают гидрологические особенности речных вод предгорной зоны, высокогорные и климатические условия малых населенных пунктов.

По данным Департамента развития питьевого водоснабжения и водоотведения (ДРПВиВ) Государственного агентства архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Правительстве КР вопрос водоснабжения малых населенных пунктов, в КР, остро стоит именно в Чуйской долине.

В связи с этим проведение информационных, теоретических и экспериментальных исследований, направленных на разработку и практическое применение технологических схем обработки воды, обеспечивающих получение питьевой воды из речных вод предгорной зоны Чуйской долины КР, соответствующей законам КР «О питьевой воде», «О воде» и Технического регламента «О безопасности питьевой воды» является актуальным.

Связь темы диссертации: выполненная работа входит в Государственную программу развития питьевого водоснабжения и водоотведения населенных пунктов КР на 2014-2024 годы (Постановление Правительства КР №548 от 24 сентября 2014 года).

Цель работы – экспериментальное и расчетно-теоретическое обоснование применения водоочистных сооружений заводского изготовления для обработки речных вод предгорной зоны Чуйской долины.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

– изучение условий формирования речных вод предгорной зоны Чуйской долины Кыргызстана;

- определение физико-химического состава и фазово-дисперсного состояния примесей исследуемых вод;
- анализ технологических схем обработки речных вод для малых населенных мест;
- экспериментальные исследования процессов и методов обработки воды, применительно к осветлению и обесцвечиванию речных вод предгорной зоны Чуйской долины КР, исходя из результатов исследования технологии обработки воды в лабораторных и полупроизводственных условиях;
- разработка технологической схемы обработки речных вод предгорной зоны с использованием установок заводского изготовления и определение ее технико-экономических показателей.

Объект исследования – воды рек предгорной зоны Чуйской долины КР.

Предмет исследования: технологическая схема обработки речных вод предгорной зоны для хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских населенных пунктов.

Научная новизна:

- установлен характер и динамика изменения физико-химических показателей качества речной воды предгорной зоны, для оперативного решения вопроса улучшения качества воды;
- предложены аналитические зависимости для определения значения параметров работы водоочистной установки в зависимости от качества исходной воды и производительности станции;
- разработана технологическая схема обработки речных вод предгорной зоны Чуйской долины с использованием водоочистных установок заводского изготовления.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- особенности изменения физико-химических показателей качества речной воды предгорной зоны Чуйской долины КР;
- полученные результаты технологического исследования процесса по коагулированию и седиментации загрязнений речных вод с применением реагентов, осветления воды в тонкослойном отстойнике и фильтрования в зернистом слое кварцевой (песчанной) загрузки;
- предложенные аналитические зависимости для определения технологических параметров работы водоочистной установки в зависимости от качества исходной воды и производительности станции;
- разработанная технологическая схема для обработки речных вод предгорной зоны Чуйской долины с использованием водоочистных установок заводского изготовления и результаты технико-экономической оценки.

Практическая значимость исследований заключается в обеспечении возможности оперативного прогнозирования качества речной воды и ее обработку с помощью разработанной технологической схемы.

Методика исследования использованы общепринятые физические, химико-технологические, электрохимические, гидравлические и математико-экономические методы исследования. Лабораторные исследования выполнялись

в соответствии с действующими нормативными документами и методиками. Расчеты и обработка результатов экспериментальных исследований выполнялись методами математики и математической статистики с применением стандартных пакетов прикладных программ Microsoft Excel и Statistica.

Экономическая значимость полученных результатов определена при усовершенствовании и разработке технологии очистки воды из речных вод предгорной зоны Чуйской долины и составила 180 тысяч сом с одной установки.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы доложены на: МНПК «Архитектура, дизайн и строительство в условиях горных регионов Центральной Азии» (г.Бишкек, 2011, 2012 и 2013 гг.); МНПК «Актуальные проблемы управления водными ресурсами и водосбережения» (г.Алматы, 2014 г.); IX МНПК, посвященная 100-летию академика РАН Яковлева С.В. – «Яковлевские чтения» (г. Москва, 2015 г.); МНПК «Техносферная безопасность: наука и практика» (г.Бишкек, 2015 г.); МНПК на тему «Современные направления развития водоснабжения и водоотведения» (г.Алматы, 2016 г.).

Личный вклад соискателя – соискателем сформулирована цель и решены поставленные задачи исследования, выполнены теоретические и экспериментальные исследования, разработана и предложена технологическая схема обработки речных вод предгорной зоны Чуйской долины и доказано ее преимущество перед традиционными решениями.

Публикации. Всего опубликовано 17 работ. Основные положения работы опубликованы в 11 научно-технических изданиях, в том числе в зарубежных РИНЦ 4 публикации, в местных – 2 публикации.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения. Работа изложена на 131 странице машинописного текста и включает в себя 27 рисунка, 26 таблиц, список использованной литературы из 152 наименований и 2 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во «Введении» обосновывается актуальность выбранной темы, определены цель и задачи исследования, его предмет и объект, методика исследования, научная новизна и практическая значимость, обоснована достоверность научных положений, указаны структура, объем диссертации и личный вклад соискателя.

В первой главе «Информационные исследования по формированию речных вод и их обработке на установках заводского изготовления» приведены материалы по формированию речных вод предгорной зоны Чуйской долины. Качество речных вод Чуйской долины определяется в основном тем, с какими горными породами они сталкиваются в процессе своего движения. По течению рек качество воды изменяется и на формирование химического состава воды рек Чуйской долины оказывает влияние зональность климата, рельеф, сложность геологического строения, литологический состав пород и т.д. При сильном

колебании температуры происходит непосредственно выветривание горных пород. Физическое выветривание обусловлено движением воды и перемещением горных пород, а химическое – действием угольной кислоты и кислорода на породы. В число обязательно контролируемых качественных показателей воды включены только те, значение которых в последние 10-20 лет сильно изменились.

В общем, речные воды Чуйской долины относятся к натриево-бикарбонатно-калиевому классу. Однако физико-химические показатели речных вод, которые могут быть использованы в качестве источника водоснабжения во многом зависят от того, сталкивается ли поток воды с комковато-пылеватым гумусовым горизонтом (переходящий в хрящеватый суглинок) почвы (русло и побережье реки). Аналогичные участки русла реки могут меняться по ее длине. Такая системная топология в процессе формирования качества воды в реках предгорной зоны Чуйской долины характерна для р.Аламедин и отдельных притоков р.р. Чу, Ак-Суу и Ала-Арча.

В этих водах механическими примесями природных вод являются мелкодисперсные частицы глины, песка, гидраты окиси алюминия и железа, а также органические вещества, обуславливающие цветность. Эти частицы нельзя удалить даже длительным отстаиванием, поскольку они являются коллоидальными загрязнениями, практически не поддающимися осаждению. Размеры их составляют от 4 мкм до 1 мк. Удаляют такие частицы из воды только коагуляцией, когда перед отстаиванием в воду вводят реагенты-коагулянты. В Кыргызстане в качестве традиционных коагулянтов, солей многовалентных катионов, можно использовать природные полиактивные каолины. В Кыргызской Республике такими каолинами являются Ноокатские каолины.

Учитывая это, предлагается усовершенствованная технология очистки воды, включающая реагентное осветление, тонкослойный отстойник и фильтрование через зернистую (кварцевую) загрузку. Так как сельскохозяйственное водоснабжение отличается рассредоточенностью объектов потребления, источников водоснабжения, небольшой производительностью очистных сооружений и неравномерностью водопотребления в течении года и суток, то применение водоочистных установок заводского изготовления малой производительности, в основе которых лежит принцип фильтрования через зернистую загрузку, является актуальным и оправданным. Такие установки легко монтируются и имеют высокую степень надежности.

Анализ опыта организации водоочистных сооружений небольшой производительности как в странах СНГ, так и дальнего зарубежья показывает, что в настоящее время наибольшее распространение получают водоочистные установки с технологическим оборудованием, основанным на индустриальных методах их изготовления. При этом это оборудование должно быть изготовлено цельным или модулями (блоками), а также последовательно технологично работающим. К этим водоочистным сооружениям предъявляются требования – возможность промышленного изготовления (серийно или индивидуально), легкость транспортировки, простое обслуживание, надежность оборудования в

эксплуатации, простота конструкции, варианты упрощенной автоматизации и высокая экономичность.

Во второй главе «Исследования и оценка эффективности осветления воды на модели тонкослойного отстойника» изучены закономерности процесса осветления воды и фильтрования на основе научных трудов таких ученых, как Д.М. Минц, А.М. Фоминых, В.П. Криштул, Ю.М. Шехтман, В.А. Клячко, Н.Н. Абрамова, Р.И. Аюкаева, В. Н. Мартенсен, И. Абдурасулова и др.

Для выявления возможности эффективного использования тонкослойных отстойников для осветления поверхностных вод, отдельных речных вод предгорной зоны Чуйской долины были выполнены экспериментальные исследования в лабораторных условиях кафедры «Инженерные сети и оборудование зданий» Кыргызско-Российского Славянского университета им.Б.Н.Ельцина (рис.1).



Рис.1 Общий вид лабораторной водоочистой установки

Во время экспериментальных исследований, показателем оценки эффективности работы трубчатого отстойника был выбран эффект осветления

$$\mathcal{E} = \frac{M_{исх} - M_{отст}}{M_{исх}} \times 100\% \quad (1)$$

где: \mathcal{E} – эффект осветления воды, %; $M_{исх}$ – концентрация взвесей в исходной воде, мг/л; $M_{отст}$ – концентрация взвесей в отстоянной воде, мг/л.

Планирование эксперимента проводилось по методу Бокса-Вильсона.

В результате получены кривые осаждения взвесей при добавлении в исходную воду коагулирующего вещества каолина (рис.2).

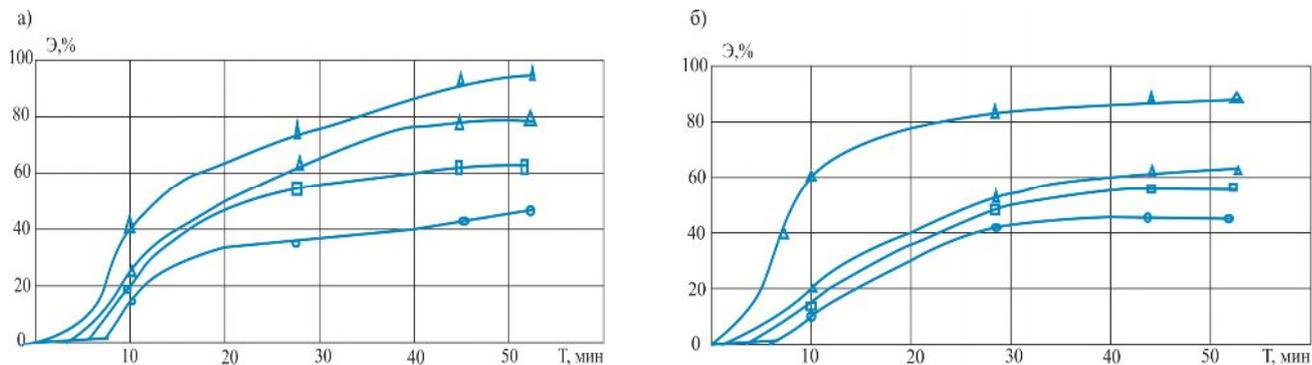


Рис.2 Кривые осаждения взвешенных веществ в гомогенной среде при пробном подщелачивании: а) при $M_{исх}=2000$ мг/л и б) при $M_{исх}=1000$ мг/л:

\triangle – $D_k=200$ мг/л; \blacktriangle – $D_k=150$ мг/л;
 \square – $D_k=120$ мг/л; \bullet – $D_k=80$ мг/л.

Рабочая матрица и результаты реализации, т.е. полученные экспериментальные данные по эффекту осветления воды, после трубчатого отстойника позволили определить коэффициент регрессии следующего уравнения:

$$\hat{U}u = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 \quad (2)$$

После определения значений коэффициентов регрессии, получили: $b_0=35,6$; $b_1=-10,4$; $b_2=12,1$; $b_{12}=1,61$; $b_{11}=8,3$; $b_{22}=1,1$. Тогда уравнение регрессии (2) принимает вид:

$$\hat{U}u = 35,6 - 10,4X_1 + 12,1X_2 + 1,61X_1X_2 + 8,3X_1^2 + 1,1X_2^2 \quad (3)$$

Адекватность уравнения (3), величина ошибки среднего по параллельным наблюдениям определялась с помощью известных выражений.

В результате вычислений находим значения $S^2_{ад} = 20,3$; $S\{\bar{U}\} = 10,7$.

Тогда критерий Фишера $F_{расч} = 1,9$, а $F_{табл}$ для 95% доверительной вероятности коэффициентов уравнения (3) согласно данным, были получены:

$$S^2\{b_0\} = 2,14; S^2\{b_{ij}\} = 1,330; S^2\{b_{ii}\} = 1,54; S^2\{b_{ij}\} = 2,67;$$

$$\Delta b_0 = \pm 2,92; \Delta b_i = \pm 2,30; \Delta b_{ii} = \pm 2,48; \Delta b_{ij} = \pm 3,26.$$

Сравнение абсолютных величин коэффициентов регрессии и их соответствующих погрешностей в их оценке показывают, что с доверительной вероятностью 0,95 в уравнении (3) можно упростить

$$\hat{U}u = 35,6 - 10,4X_1 + 12,1X_2 + 8,3X_1^2 \quad (4)$$

Переходом из кодовых значений факторов к именованным величинам, согласно (1), из уравнения (4) имеем:

$$\mathcal{E} = 78,7 + 0,605D_k - 13V_0 + 0,52V_0^2, \quad (5)$$

где \mathcal{E} – эффект осветления воды, %; D_k – доза коагулянта, мг/л; V_0 – скорость протекания потока в ячейках отстойника, м/ч.

На рис.3 приведены зависимости эффекта осветления от скорости протекания воды в ячейках отстойника и дозы каолина. Эти зависимости получены варьированием величин одной из переменных при постоянном значении - второго переменного. Откуда видно, что несмотря на повышенные скорости движения потока в ячейках отстойника – $6 \div 12$ м/ч, при дозах извести

40÷80 мг/л эффект осветления воды достигает в отстойнике 50÷80%. При скорости протекания воды в отстойнике 6÷12 м/ч, время пребывания воды в отстойнике составляет 10÷5 мин, а число Рейнольдса, находилось в пределах 22-45.

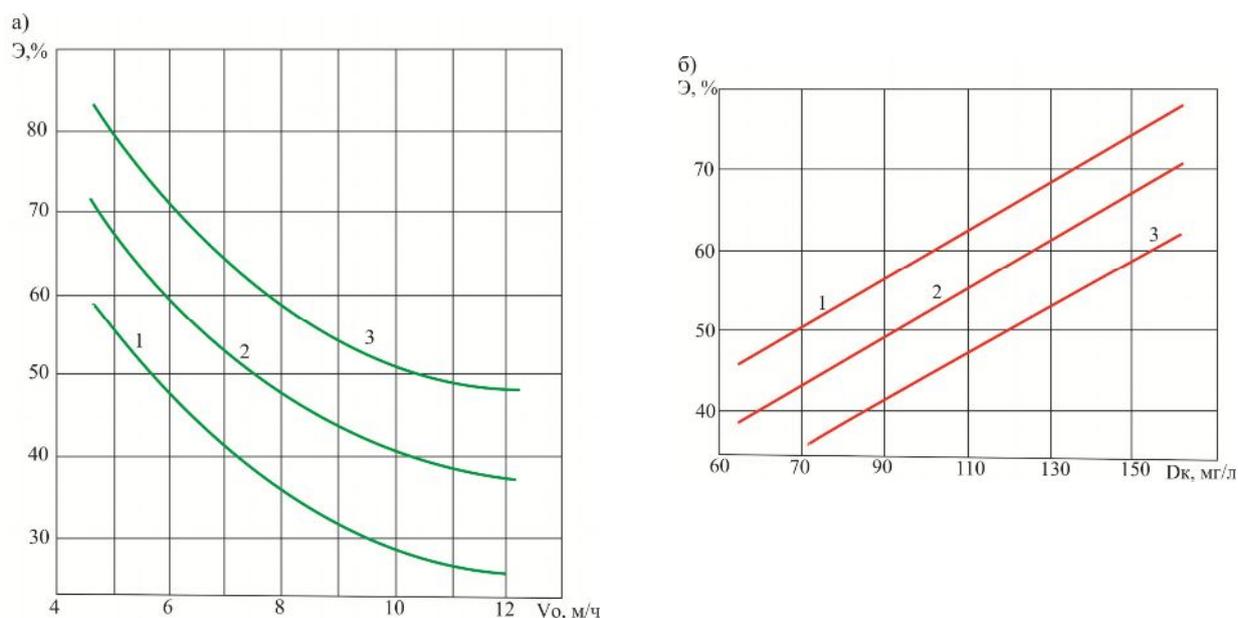


Рис.3 Изменение эффекта осветления воды прошедшей трубчатый отстойник в зависимости от скорости потока в ячейках отстойника (а) и дозы щелочи (б):
а) при $D_n = \text{const}$; б) при $V_0 = \text{const}$.

Следует отметить, что наклонное положение отстойника обеспечивало сползание осадка в камеру хлопьеобразования и позволило совместить процесс хлопьеобразования и осаждения. Согласно визуальным наблюдениям по достижению определенной концентрации осадка в камере хлопьеобразования, выпавшие отложения перестают сползать и не перемещаются потоком воды, подвергаясь лишь уплотнению под действием позже осевших частиц.

В результате исследований, было выявлено, что принятая конструкция камеры хлопьеобразования не обеспечивала постоянный контактный слой, образованный из взвешенных частиц и процесс хлопьеобразования идет сравнительно вяло, что объясняется несовершенством конструкции гидравлической камеры хлопьеобразования. Небольшая модель установки и сравнительно малое количество ячеистых элементов создавали некоторую неравномерность в распределении потока внутри модели.

Указанные недостатки конструкции исследуемой модели, в конечном счете, отражались на работе отстойника, что учитывалось в дальнейших исследованиях.

В третьей главе «Экспериментальные и теоретические исследования процесса обработки воды на полупроизводственной установке» изложена программа и методика проведения экспериментальных исследований в лабораторных и полупроизводственных условиях (рис.3 и 4), а также теоретические положения и зависимости результатов исследований.

В ходе экспериментальных исследований были получены зависимости степени осветления воды от дозы коагулянта во времени, в свободном объеме жидкости (рис.4)

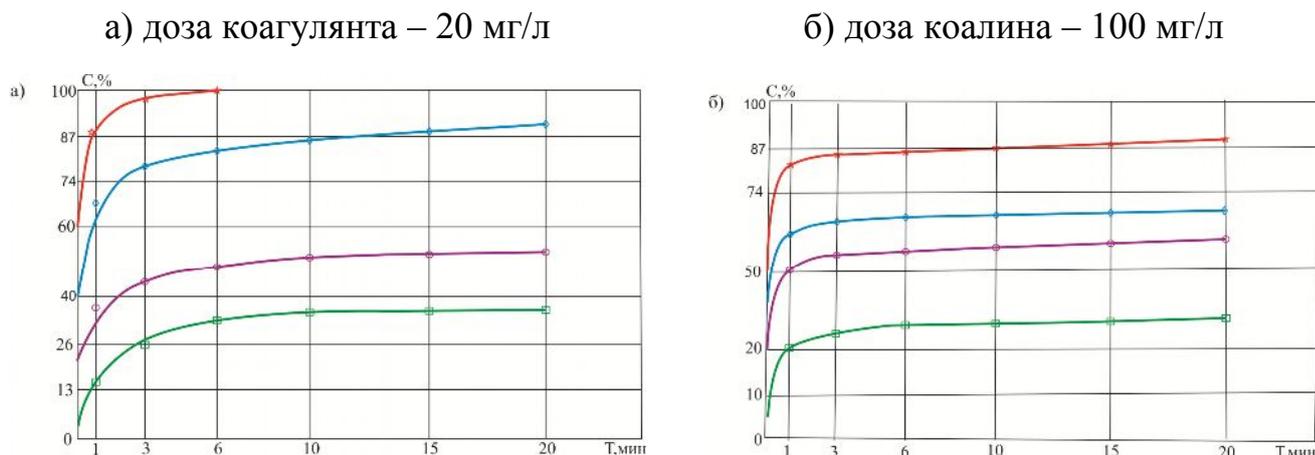


Рис.4 Влияние дозы окислителя на степень осветления воды – C , во времени при различных дозах коагулянта, $M_{исх} = 1500$ мг/л: ● – доза окислителя – 10 мг/л; ● – доза окислителя – 7 мг/л; ● – доза окислителя – 4 мг/л; ● – доза окислителя – 2 мг/л

При обработке модельной и реальной речной воды, в тонкослойном отстойнике наблюдается высокий, стабильный эффект удаления взвеси, который достигает 60-95%. Об этом свидетельствуют результаты экспериментальных исследований (рис.5).

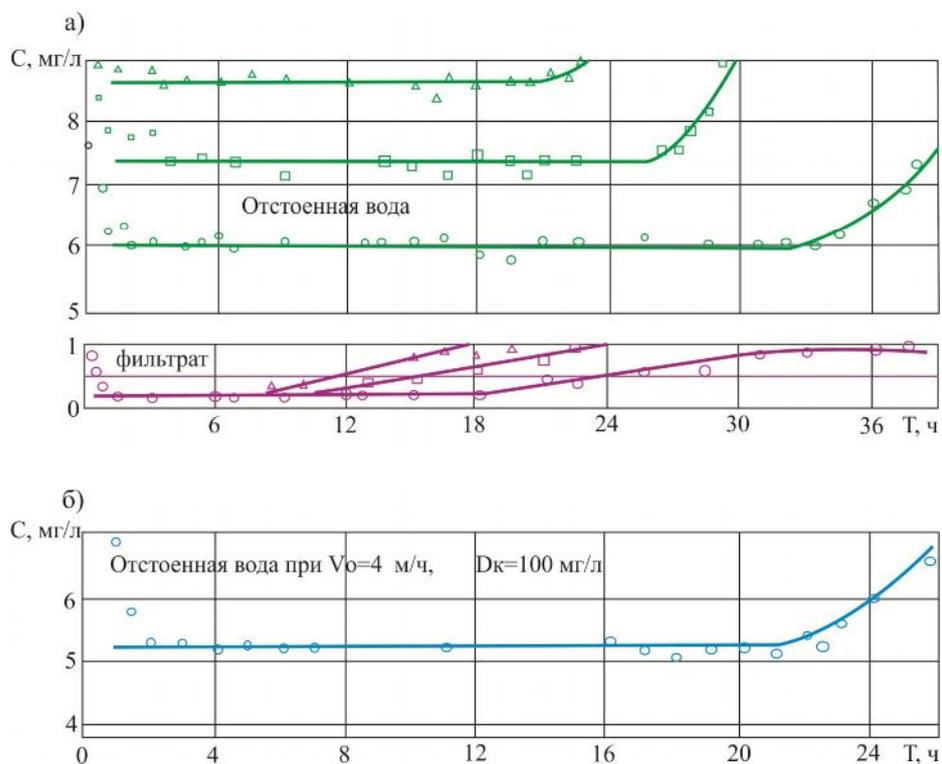


Рис.5 Кинетика выделения взвеси в трубчатом отстойнике и скором фильтре: C – концентрация взвеси в отстойной воде; T – продолжительность работы установки; а) – вода образца 1; б) – вода образца 2.

Продолжительность осветлительного цикла работы отстойника изменяется, главным образом, в зависимости от скорости протекания воды в ячейках отстойника, концентрации выпадающей взвеси и составляет 20-33 ч.

Процесс осветления воды в тонкослойном отстойнике и скором зернистом фильтре с кварцевым песком носил циклический характер (рис.5).

Комплексным экспериментальным методом изучен процесс улучшения качества воды р.Аламенин (табл.1, 2) с помощью математического аппарата и характером изменения технологических процессов. Результаты исследований позволили получить следующую аналитическую зависимость, которая позволила определить концентрацию взвесей в воде, прошедшей тонкослойный отстойник:

$$M_{исх} - M_{отст} = \frac{M_{исх}}{100} (32,23 + 0,33\% - 0,224V_0 - 1,28D_k - 0,0067D_k^2 + 0,37M_{исх}) \quad (6)$$

где: D_k – доза коагулянта, мг/л; V_0 – скорость протекания потока в ячейках отстойника, м/ч; $M_{исх}$, $M_{отст}$ – концентрация взвешенных веществ, соответственно в исходной и отстоянной воде, мг/л.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества воды весеннего (паводкового) периода

Определяемые качественные показатели, единицы измерения	Значения показателей воды
Взвешенное вещество, мг/л	2100±500
Цветность, градус	1500,0±100
Жесткость, мг-экв/л	4,5±0,5
Сухой остаток, мг/л	484,5±18
Бихроматная окисляемость (ХПК), мгО ₂ /л	170,0±20
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /л	28±3

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества воды зимнего периода

Определяемые качественные показатели, единицы измерения	Результаты испытаний
Взвешенное вещество, мг/л	220±100
Цветность, градус	30±10
Жесткость, мг-экв/л	4,3±0,5
Сухой остаток, мг/л	447,5±14
Бихроматная окисляемость (ХПК), мг/дм ³	80±10
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /л	6±3

Во время экспериментальных исследований установлено, что стабильное задержание взвесей в тонкослойном отстойнике происходит через 0,5-1 ч после

начала нового цикла работы отстойника (рис.6). Следовательно, на эффект работы отстойника влияет контактная масса хлопьев взвеси в камере хлопьеобразования.

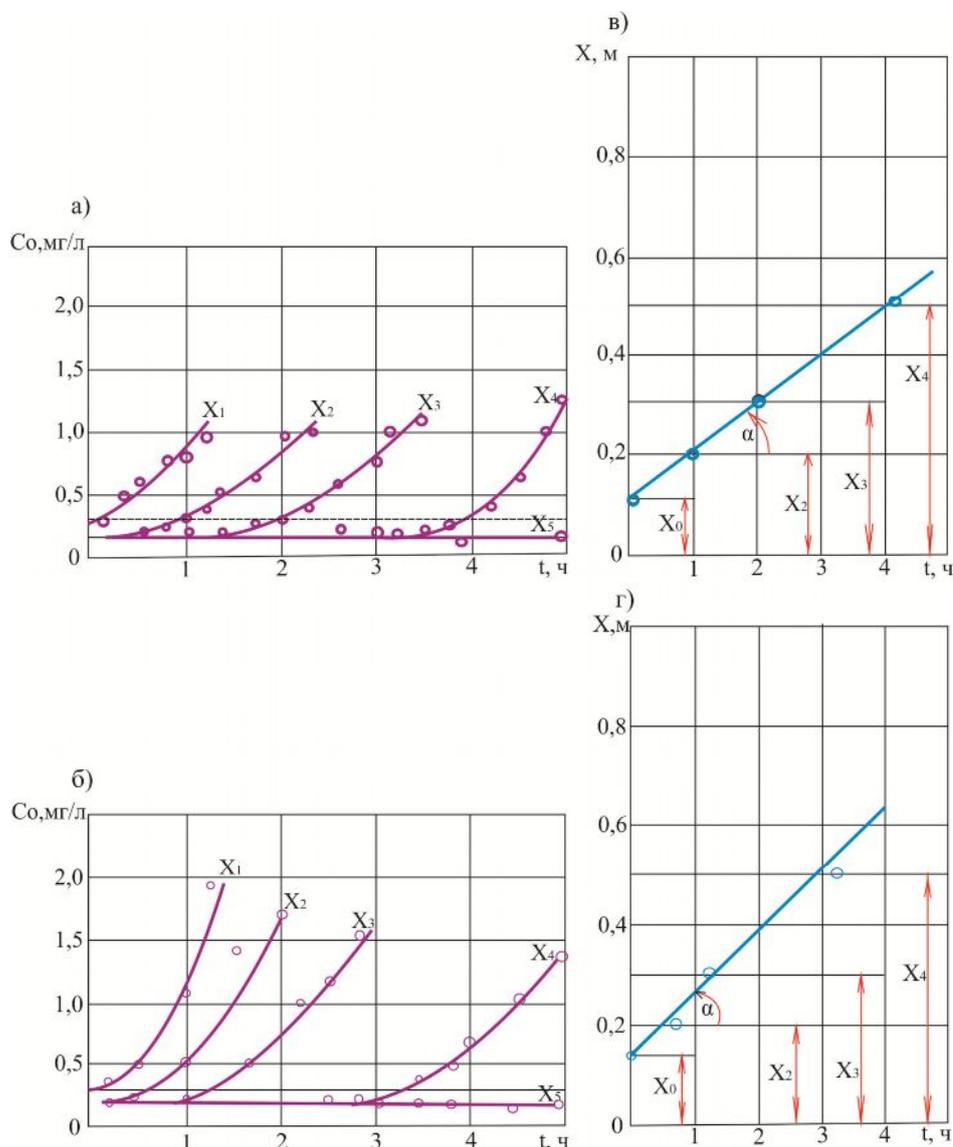


Рис.6 Экспериментальные графики полученные по технологическому анализу, основанные на изучении качества проб, по толщине фильтрующей загрузке: а) и б) - выходные кривые; в) и г) - определение параметров фильтрации

Изучением теории фильтрации малоконцентрированных суспензий (Минц Д.М., Шуберт А.В., Мельцер В.З., Корабельников В.М., Абдурасулов И. и др.) и результатов рекогносцировочных исследований на модели скорого безнапорного зернистого фильтра получены опытные данные по влиянию концентрации взвешенных веществ на кинетику осветления и прироста потери напора. Эти данные позволили решить известные дифференциальные уравнения и получить следующие зависимости:

$$V = \frac{484\,500 L_0}{17000L_0 + 28,5 \cdot M[2(M_{исх} - M_{отст}) + K]}; \quad (7)$$

где: L_o – длина единичной ячейки отстойника, м; M – функциональный параметр от продолжительности цикла отстаивания, ч; $M_{исх}$, $M_{отст}$ – концентрация взвешенных веществ, соответственно в исходной и отстаиваемой воде, мг/л; K – концентрация нерастворенных примесей вводимых в обрабатываемую воду, мг/л; 2 – коэффициент пересчета концентрации взвеси, которая позволяет определить рабочую скорость протекания обрабатываемой воды в тонкослойном отстойнике.

Эти выражения могут быть использованы для определения параметров работы водоочистной установки «Керемет» на практике. Об этом свидетельствуют соответствующие расчеты и предыдущие экспериментальные исследования.

В четвертой главе «Технологическая и технико-экономическая оценка применения установки заводского изготовления для осветления речной воды предгорной зоны» разработана обобщенная методика расчета и определения параметров работы основных элементов водоочистных установок заводского изготовления.

Получены ориентировочные усредненные характеристики применения водоочистных установок «Керемет» для целей осветления воды.

Использование рекомендуемой технологической схемы (рис.7) для подготовки речных вод одновременно с выделением взвешенных веществ до требований ГОСТа «Вода питьевая» обеспечивает получение стабильного (по коррозионности) фильтрата с кондиционными качественными показателями. Кроме того, использование установок «Керемет» становится незаменимым для очистки речных вод от любых форм и концентраций взвешенных веществ, получаемых из речных вод. В этом случае тонкослойный отстойник выполняет функцию взвесе уловителя и, если необходимо, для предварительного выделения взвешенных веществ, а скорый фильтр обеспечивает окончательную очистку воды.

В результате внедрения предложенной технологической схемы только в одном проектом решении, экономический эффект по приведенным затратам, составил 180 тыс.сом, а себестоимость воды уменьшилась в 1,7 раза по сравнению с действующим технологическим решением, согласно действующим СНиП.

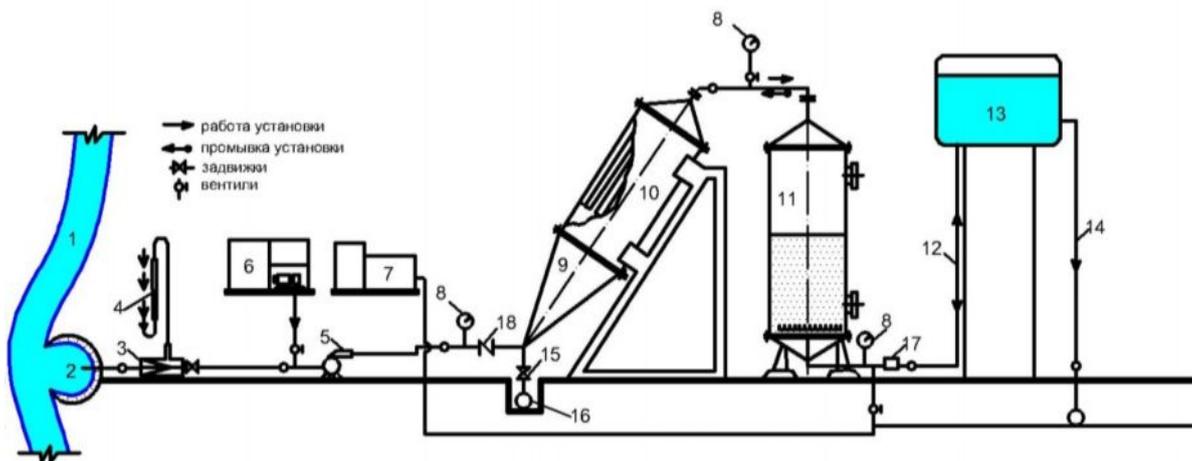


Рис.7 Рекомендуемая технологическая схема для обработки речных вод содержащих высококонцентрированные взвешенные вещества с использованием установки «Керемет»:

1 – река; 2 – водозабор; 3 – эжектор; 4 – ротаметр; 5 – насос; 6 – оборудование для приготовления и дозирования щелочного реагента; 7 – блок для обеззараживания воды; 8 – манометр; 9 – камера хлопьеобразования; 10 – отстойник с трубчатыми заполнителями; 11 – фильтр; 12 – трубопровод очищенной и промывной воды; 13 – водонапорная башня; 14 – подача воды от башни потребителям; 15 – технологический вентиль; 16 – коллектор для отвода промывной воды; 17 – водомер; 18 – обратный клапан.

В масштабах республики, по самым различным подсчетам, количество требуемых установок в год колеблется в пределах от нескольких десятков до нескольких сот объектов. Если исходить из минимальных масштабов внедрения 10 установок в год, то при этом экономический эффект в среднем должен составить не менее 1,8 млн. сом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучена особенность формирования качества отдельных речных вод на территории предгорной зоны Чуйской долины. Установлено, что качество речных вод в виду контакта с горными породами, содержащими гумусовые вещества, изменяется в зависимости от времени года (весенне-осенние паводковые и зимние периоды): мутность изменяется в пределах – 2600-220 мг/л; цветность – 1600-30 градусов; жесткость – 4,5-4,3 мг-экв/л; Р – 500-450 мг/л; ХПК – 190-90 мгО₂/л; перманганатная окисляемость – 31-9 мгО₂/л.

2. Экспериментальными исследованиями установлено, что наиболее эффективное удаление взвешенных и гумусовых веществ достигается осаждением их в малых слоях воды и фильтрованием через зернистые слои кварцевой загрузки, после полной обработки исходной воды окислителями и раствором каолина.

3. Выявлено, что процесс выделения взвешенных веществ в тонкослойном отстойнике, имеющего ограниченный объем для накопления осадка, носит циклический характер и эффект осветления воды, главным образом зависит от скорости потока в ячейках отстойника, дозы реагентов и исходной концентрации

взвешенных веществ. Для надлежащей подготовки сформировавшегося осадка взвесей, которые выпадают в отстойнике, объем камеры хлопьеобразования вихревого типа совмещенной с отстойником должен обеспечивать продолжительность пребывания обрабатываемой воды в ней 12-15 мин.

4. Установлено, что при обработке речной воды в тонкослойном отстойнике с концентрацией взвешенных веществ 2000 мг/л при скорости протекания потока воды в ячейках 5-10 м/ч и дозах окислителя 5 мг/л и дозы каолина 20 мг/л, эффект осветления воды составляет 80-95%, а продолжительность осветлительного цикла отстойника 30-43 ч.

5. Получены расчетные зависимости для определения эффекта осветления воды в зависимости D_k , $D_{ок}$ и V_o . Величины эффекта осветления воды в тонкослойном отстойнике заводского изготовления и параметров его работы можно определять при заданных значениях варьируемых величин.

6. Исследован процесс фильтрования речной воды, содержащей остаточные взвеси после отстойника на скором фильтре с использованием пьезометрического метода технологического моделирования процессов фильтрования. Получены экспериментальные и теоретические зависимости для определения параметров работы фильтра осветляющих установок при различных концентрациях взвеси в фильтруемой воде.

7. Разработана обобщенная методика расчета параметров работы основных элементов установок заводского изготовления при очистке речных вод от высококонцентрированных устойчивых форм взвешенных веществ.

8. Разработана технологическая схема для очистки речных вод от высококонцентрированных устойчивых форм взвешенных веществ в системе централизованного водоснабжения сельских и небольших населенных мест с использованием водоочистных установок «Керемет».

9. Показано, что использование разработанной технологической схемы осветления воды позволяет снизить капиталовложения в 1,8-2,5 раза.

Внедрение одной установки заводского изготовления производительностью 400 м³/сут, позволяет снизить себестоимость обработки воды в 1,7 раза и получить годовой экономический эффект 180 тыс. сом.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Требования к качеству используемых вод для питьевого и промышленного водоснабжения [Текст] / [Р.Ш. Мамбетова, И. Абдурасулов, Д.Д. Тагибаев др.] //Архитектура, дизайн и строительство в условиях горных регионов Центральной Азии: тр. МНПК 22-25 ноября 2011г. – Бишкек: КРСУ, 2011. – С.91-98.

2. Мамбетова, Р.Ш. Классификация загрязнения ионами тяжелых металлов и общая оценка качества воды р. Чу [Текст] / Р.Ш. Мамбетова, Г. Байжиева// Архитектура, дизайн и строительство в условиях высокогорья: тр. МНПК 27-28 апреля 2012 г. – Бишкек, КРСУ, 2012. – С.246-253.

3. Мамбетова, Р.Ш. Моделирование технологического процесса очистки воды фильтрованием [Текст] / Р.Ш. Мамбетова, И. Абдурасулов, Д.Д. Тагибаев // Наука и новые технологии, №4. – Бишкек: НиДХЛ, 2013. – С.31-33.
4. Мамбетова, Р.Ш. Обеспечение населения сельской местности Кыргызской Республики питьевой водой [Текст] / Р.Ш. Мамбетова, И. Абдурасулов, А.С. Токтошев // Яковлевские чтения: сб. докл. IX НТК, посвящ. 100-летию акад. РАН Яковлева С.В. – Москва: МИСИ-МГСУ, 2015. – С. 48-51.
5. Мамбетова, Р.Ш. Влияние метода обеззараживания питьевой воды на здоровье людей [Текст] / Р.Ш. Мамбетова, И. Абдурасулов, Р.К. Абдурасулов // Техносферная безопасность: наука и практика: матер.МНПК. – Бишкек: КРСУ, 2015. – С.38-41.
6. Мамбетова, Р.Ш. Проектирование системы водоснабжения сельских населенных пунктов [Текст] / Р.Ш. Мамбетова, И. Абдурасулов // Инновационная наука: междун. науч. жур. №1(2). – Уфа: Аэтерна, 2016. – С.83-87.
7. Мамбетова, Р.Ш. Использование установок для обработки вод открытых водоемов [Текст] / Р.Ш. Мамбетова // Известия КГТУ, № (3) 36 – Б.: «Текник», 2015. – С.58-62.
8. Мамбетова, Р.Ш., Введение в профессию [Текст] / И. Абдурасулов, Р.Ш. Мамбетова, Д.П. Халимов. – Бишкек, КРСУ, 2016. – 216 с.
9. Мамбетова, Р.Ш. Водоснабжение сельских населенных пунктов Кыргызской Республики [Текст] / Р.Ш. Мамбетова, И. Абдурасулов // Символ науки, №1 – Уфа: Омега-сайнс, 2016. – С.74-78
10. Мамбетова, Р.Ш. Анализ качества поверхностных вод Кыргызской Республики [Текст] / Р.Ш. Мамбетова // Современные направления развития водоснабжения и водоотведения: матер. МНПК. – Алматы: КазНИТУ, 2016. – С.135-137
11. Мамбетова, Р.Ш. Методы обеззараживания питьевых вод обеспечивающие санитарно-гигиенические, токсикологические и эпидемиологические требования [Текст] / Р.Ш. Мамбетова // Совершенствование прогнозирования и управления стихийными бедствиями: матер.МНПК. – Бишкек: КРСУ, 2016. – С.59-62

РЕЗЮМЕ

Мамбетова Рахат Шергазиевнанын «Чүй өрөөнүнүн тоо этектериндеги зоналарындагы агын сууларды заводдук установкаларда тазалоо» аттуу темада 05.23.04 – Суу менен камсыздоо, канализация, суу ресурстарын коргоо курулуш системалары адистиги боюнча техникалык илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн жазылган диссертациясынын резюмеси.

Ачкыч сөздөр: агын суу, суунун сапаты жана тазалоо, суу менен камсыздоо системасы, реагенттердин дозасы, сууну өз жүзүнө келтирүү, технологиялык схема, жука тундургуч, бүртүктүү фильтр, алгачкы жана ичүүгө жарактуу суу.

Изилденүүчү объект: Кыргыз Республикасынын Чүй өрөөнүнүн тоо этектериндеги зоналардагы агын суулары.

Изилденүүчү предмет: айылдык калктуу конуштарда ичүүчү жана чарбалык сууга болгон муктаждыктарын камсыздоодо тоо этектеринин зонасындагы дарыя сууларды кайра иштетүүнүн технологиялык схемасы.

Изилдөөнүн максаты: Чүй өрөөнүндө тоо этектериндеги зоналарда агын сууларды тазалоонун завод шартында жасалуучу суу тазалоо имараттарын колдонуунун теориялык, эсептөө жана эксперименталдык негиздөө.

Изилдөө методдору жана аппараттары: жалпы кабыл алынган физикалык, химико-технологиялык, электрохимиялык, гидравликалык жана математико-экономикалык изилдөө методдору колдонулду. Суу тазалоо установкаларынын лабораториялык жана жарым өндүрүштүк моделдери менен катар керектүү ченөөчү аппаратуралар колдонулду.

Алынган жыйынтыктар жана алардын жанылыгы: Кыргыз Республикасынын Чүй өрөөнүнүн шартында табийгы сууларды түтүкчө тундургучтун лабораториялык моделинде жана жарым өндүрүштүк установкада информациялык изилдөөлөр; сууну тазалоо процессин заводдо даярдалган установкада эксперименталдык жана теориялык изилдөөлөр; суу тазалоочу установканын сунушталган технологиялык схемасын өндүрүштүк сыноо жана анын технико-экономикалык көрсөткүчтөрүн аныктоо менен төмөндөгүдөй жанылыктар алынды:

- тоо этегиндеги зоналардын сууларынын сапатын оперативдүү жакшыртуу маселелерин чечүү үчүн агын суунун физико-химиялык көрсөткүчтөрүнүн мүнөзү жана динамикасы аныкталды;
- алгачкы суунун сапатына жана станциянын өндүрүмдүүлүгүнө жараша сууну тазалоочу установкалардын параметерлерин аныктоочу аналитикалык байланыш табылды;
- Чүй өрөөнүнүн тоо этегиндеги зоналарда агын сууну тазалоо установкасын завод шартында даярдоо технологиялык схемасы иштелип чыкты.

Изилдөөнүн жыйынтыктарын колдонуу денгели: Кыргыз-Россия Славян Университетинин окуу программасында жана Керемет Туруктуу Өнүүгү жана Экология Институтунун өндүрүшүндө колдонулду.

Колдонуу тармагы: изилдөөнүн жыйынтыктары чакан калк отурукташкан пункттарды ичүүчү суу менен камсыздоо системаларын даярдоодо колдонулат.

РЕЗЮМЕ

диссертации Мамбетовой Рахат Шергазиевны на тему «Обработка речных вод предгорной зоны Чуйской долины на установках заводского изготовления» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

Ключевые слова: речная вода, качество и обработка воды, система водоснабжения, доза реагентов, осветление и обесцвечивание воды,

технологическая схема, тонкослойный отстойник, зернистый фильтр, исходная и питьевая вода.

Объект исследования: воды рек предгорной зоны Чуйской долины Кыргызской Республики.

Предмет исследования: технологическая схема обработки речных вод предгорной зоны для хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских населенных пунктов.

Цель исследования: экспериментальное и расчетно-теоретическое обоснование применения водоочистных сооружений заводского изготовления для обработки речных вод предгорной зоны Чуйской долины.

Методы исследования и аппаратура: использованы общепринятые физические, химико-технологические, электрохимические, гидравлические и математико-экономические методы исследования и соответствующие измерительные аппаратуры, включая лабораторные и полупроизводственные модели водоочистной установки индустриального изготовления.

Полученные результаты и их новизна: информационным исследованием природных вод на лабораторной модели трубчатого отстойника и полупроизводственной водоочистной установке, экспериментальным и теоретическим исследованием процесса обработки воды на установке заводского изготовления, производственным испытанием водоочистной установки по рекомендованной технологической схеме и определением их технико-экономических показателей, в условиях Чуйской долины Кыргызской Республики, получена следующая научная новизна:

– установлен характер и динамика изменения физико-химических показателей качества речной воды предгорной зоны, для оперативного решения вопроса улучшения качества воды;

– предложены аналитические зависимости для определения значения параметров работы водоочистной установки в зависимости от качества исходной воды и производительности станции;

– разработана технологическая схема обработки речных вод предгорной зоны Чуйской долины с использованием водоочистных установок заводского изготовления.

Степень использования результатов исследований: результаты исследований внедрены в учебный процесс Кыргызско-Российского Славянского университета и на производстве Института научно-устойчивого развития и экологии «Керемет».

Область применения: результаты исследований могут использоваться при подготовке питьевой воды в системах водоснабжения малых населенных пунктов.

SUMMARY

“Processing of Chui Valley foothill belt’s river water using factory-made equipment” thesis by Rahat Mambetova; submitted for Ph.D. in specialty

05.23.04 – Water supply, sewer system, and construction systems for water deposit protection

Key words: *river water, quality and water processing, water supply system, reagent dose, water clarification and bleaching, technology scheme, thin-layer separator, granular filter, initial and potable water.*

Subject of research: Chui Valley foothill belt' river water in Kyrgyz Republic.

Research topics: technological scheme of processing of river water foothill zone for domestic and drinking water supply in rural settlements.

Aim of research: experimental and calculated validation of factory-made equipment usage for processing of Chui Valley foothill belt's river water.

Assessment method and equipment: standard physical, chemical, electro-chemical, hydraulic, and mathematic-economical methods and corresponding measuring equipment including laboratorial and factory-made semi-industrial models of water processing equipments.

Gained results and their novelty: by informational assessment of natural water on laboratory model of tubular settling tank and semi-industrial water processing unit, by experimental and theoretical assessment of water processing on factory-made equipment, by industrial testing of water processing unit in recommended technological scheme, and by measuring technical and economical parameters in conditions of Chui Valley of Kyrgyz Republic the following scientific novelties are gained:

- a character and dynamic of changes of foothill belt river water's physical and chemical parameters of quality are determined for operational improvement of water quality;

- analytical dependence for determining the values of parameters of the water treatment plant, depending on the source water quality and plant productivity;

- water processing technological scheme is designed for Chui Valley foothill belt using factory-made water processing units.

Research results usage level: research results are integrated into curriculum of Kyrgyz-Russia Slavic University and in production line of *Keremet* Sustainable Development and Ecology Institute.

Sphere of usage: research results might be employed in water processing systems of small settlements.