



ЕРЕМЕЕВА ЮЛИЯ НИКОЛАЕВНА

**Исследования по повышению эффективности
очистки производственных сточных вод
ТОО «Казцинк»**

05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы
охраны водных ресурсов

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Республика Казахстан
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,
Мырзахметов.М.М.

Научный консультант: кандидат технических наук, доцент
Колпакова В.П.

Официальные оппоненты: доктор технических наук
Абдурасулов И.А.

кандидат технических наук
Ташенев К.М

Ведущая организация: Южно-Казахстанский Государственный
университет имени М. Ауэзова г. Шымкент.

Защита состоится « 27 » декабря 2010 года в 12.³⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 14.61.25 при Казахском национальном техническом университете имени К.И.Сатпаева по адресу: 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева.

Автореферат разослан « 27 » ноября 2010 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук



М.Т. Жараспаев

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Республика Казахстан является одним из основных районов развития металлургической промышленности среди стран СНГ, в частности предприятий цветной металлургии. Предприятия цветной металлургии оказывают существенное влияние на формирование экологической обстановки в районах своего расположения, а в некоторых случаях и полностью ее определяют. В настоящее время экологическая безопасность производства и охрана окружающей среды являются одними из основных приоритетов Стратегии развития “Казахстан -2030”. Национальный план действий охраны окружающей среды (НПДООС), принятый в 1998 году является частью общей стратегии и входит в её первый этап. Согласно НПДООС одними из вопросов, которые требуют незамедлительного решения на национальном уровне, являются: дефицит водных ресурсов; загрязнение окружающей среды промышленными и городскими техногенными отходами; загрязнение водоемов сточными водами.

Сточные воды предприятий цветной металлургии, образовавшиеся в результате технологических процессов производства, загрязнены минеральными веществами, флотореагентами, большинство которых токсичны (цианиды, ксантогенаты, нефтепродукты), солями тяжелых металлов, мышьяком, фтором, сурьмой, сульфатами, хлоридами и др. Сброс большого количества таких неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, в том числе ионов тяжелых металлов в водные бассейны, оказывает негативное воздействие на экосистемы водоемов и водотоков. Поэтому, предприятия цветной металлургии все больше привлекают внимание специалистов к вопросам экологической безопасности, включая очистку производственных сточных вод.

Создание экологически безопасных производств, основанных на использовании современных безотходных технологий, связано с огромными капитальными затратами. Поэтому, как правило, проводится экологизация существующего производства путем проведения комплекса мероприятий, включающих совершенствование технологических процессов, повышение эффективности очистки сточных вод и утилизации твердых отходов. В связи с этим, возникает интерес к исследованиям по повышению эффективности очистки производственных сточных вод предприятий цветной металлургии с помощью отходов различных производств.

Диссертационная работа посвящена исследованиям по повышению эффективности очистки производственных сточных вод Усть-Каменогорского металлургического комплекса ТОО «Казцинк». Исследования имеют как теоретическое, так и практическое значение в области очистки сточных вод.

Цель работы: проведение исследований по повышению эффективности очистки производственных сточных вод Усть-Каменогорского металлургического комплекса ТОО «Казцинк» с выдачей рекомендаций к их внедрению на общезаводских очистных сооружениях.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели предусматривалось решение следующих основных задач:

- анализ и обоснование технологии по повышению эффективности очистки производственных сточных вод Усть-Каменогорского металлургического комплекса ТОО «Казцинк», содержащих ионы тяжелых металлов;

- исследование процесса очистки производственных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов с применением в качестве реагентов отходов титано-магниевого производства;

- исследование процесса осветления производственных сточных вод ТОО «Казцинк» в тонком слое;

- разработка рекомендаций по повышению эффективности очистки производственных сточных вод Усть-Каменогорского металлургического комплекса ТОО «Казцинк», содержащих ионы тяжелых металлов;

- технико-экономическое сравнение рекомендуемых технологических схем по повышению степени очистки производственных сточных вод ТОО «Казцинк».

Научная новизна работы:

- установлена целесообразность применения отходов титано-магниевого производства для очистки производственных сточных вод ТОО «Казцинк», содержащих ионы тяжелых металлов;

- определены технологические параметры работы отстойников с тонкослойными блоками при требуемой степени очистки по взвешенным веществам 70%;

- разработаны рекомендации по совершенствованию технологической схемы очистки производственных сточных вод Усть-Каменогорского металлургического комплекса ТОО «Казцинк», содержащих ионы тяжелых металлов.

Практическая ценность и реализация результатов исследований. Полученные результаты экспериментальных исследований приняты для внедрения на общезаводских очистных сооружениях ТОО «Казцинк» г. Усть-Каменогорска Восточно-Казахстанской области.

Апробация работы и публикации. Основные положения диссертационной работы обсуждались и получили одобрение на Международной научно-практической конференции Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева «Архитектура и строительство в новом тысячелетии» (2008г), на Международной научно-практической конференции Карагандинского государственного технического университета «Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана» (2009г), на Международной студенческой научно-практической конференции «Студенческое научное творчество: Международное партнерство и перспективные технологии» (2010г.), на Международной конференции «Жилищно – коммунальное хозяйство Республики Казахстан: проблемы, решения и перспективы» (2010г.)

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе из них 3 статьи в изданиях рекомендованных Комитетом по надзору и аттестации в сфере образования и науки МОН РК.

На защиту выносятся:

- результаты экспериментальных исследований по очистке производственных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, отходами титано-магниевого производства;
- результаты экспериментальных исследований по очистке производственных сточных вод ТОО «Казцинк» в тонком слое.
- рекомендации по повышению эффективности очистки производственных сточных вод Усть-Каменогорского металлургического комплекса ТОО «Казцинк», содержащих ионы тяжелых металлов.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения, которые изложены на 102 страницах компьютерного набора, иллюстрируется 37 рисунками и 24 таблицами, списка литературы из 90 наименований и 4 приложений.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Во введении отражены проблемы загрязнения водных ресурсов ионами тяжелых металлов в результате деятельности предприятий цветной металлургии, актуальность поиска и разработки новых эффективных технологических схем очистки производственных сточных вод предприятий цветной металлургии.

В первом разделе освещено состояние вопроса очистки производственных сточных вод предприятий цветной металлургии Восточно-Казахстанской области (ВКО), содержащих ионы тяжелых металлов. Описаны экологические проблемы охраны окружающей среды ВКО, которая является центром сосредоточения основных предприятий цветной металлургии Республики Казахстан. В работах М. М. Мырзахметова изучен анализ и влияние деятельности предприятий цветной металлургии на водные объекты. Дана характеристика производственных сточных вод свинцовых и цинковых заводов. Приведено краткое описание и анализ существующих методов очистки производственных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов. Подробно рассмотрены физико-химические методы очистки сточных вод как наиболее эффективные. Процесс коагуляции с последующим отстаиванием является широко распространенным среди физико-химических методов очистки производственных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов. Рассмотрены результаты по очистке сточных вод с использованием отходов различных производств (сахарного, цементного, производства эпихлоргидрина, сернистого натра и других), обладающих коагулирующими свойствами. Рассмотрены результаты научных исследований НИКТИ городского хозяйства МЖКХ УССР по установлению коагулирующей способности отходов титано-магниевого производства - хлоридных пластов. В работах Л.Н. Авалиани, Р.И. Иванниковой, В.Р. Саржевской, А.В. Ершова, А.А. Загоровской, Х.М.

Александрович, Н.И. Даниловой, В.И. Горовцова исследована возможность использования отходов титано-магниевого производства при очистке городских сточных вод и для обезвоживания осадков хозяйственно- бытовых сточных вод. Отмечено, что хлоридный плав обладает хорошей коагулирующей способностью, а его совместное применение с гипохлоритной пульпой способствует увеличению эффективности очистки городских сточных вод. Также известно использование отходов титано-магниевого производства в качестве коагулянтов при обработке промышленных сточных вод. В работе В.П. Мязина, О.В. Литвинцевой и Ю.С. Шевченко разработана технология очистки сточных вод, образуемых при обогащении полезных ископаемых с применением отходов титано-магниевого производства совместно с полиакридным флокулянтном.

Известные к настоящему моменту исследования по использованию отходов титано-магниевого производства в водопроводно-канализационном хозяйстве в основном проводились в двух направлениях: реагентная обработка городских сточных вод в процессе их осветления и образуемых при этом осадков сточных вод в процессе их обезвоживания. В результате анализа применения отходов титано - магниевого производства сделан вывод о малой изученности возможности их применения для очистки производственных сточных вод предприятий цветной металлургии, содержащих ионы тяжелых металлов. Представляется целесообразным обосновать возможность применения отходов титано-магниевого производства для очистки производственных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов на примере производственных сточных вод ТОО «Казцинк».

Другим способом повышения степени очистки сточных вод является улучшение работы отстойников путем устройства в них тонкослойных блоков. На основании литературного обзора установлена эффективность применения отстойников с тонкослойными блоками для осветления сточных вод предприятий металлургической промышленности. Приведены различные конструкции отстойников с тонкослойными блоками.

Во втором разделе описаны схема образования производственных сточных вод ТОО «Казцинк», их качественная и количественная характеристики. Производственные сточные воды ТОО «Казцинк» в зависимости от вида загрязняющих веществ и их концентраций, а также от количества сточных вод и мест их образования, разделены на две основные категории: загрязненные и нормативно-чистые сточные воды. Приведена характеристика существующего комплекса очистных сооружений в состав которого входит: двухсекционная горизонтальная песколовка с прямолинейным движением воды; лотковый смеситель; контактные резервуары; горизонтальные отстойники; реагентное хозяйство; узел механического обезвоживания осадка; два блока насосных станций с приемными резервуарами. Существующая технологическая схема очистки загрязненных производственных сточных вод ТОО «Казцинк», включает в себя реагентную обработку сточных вод с последующим отстаиванием в горизонтальных отстойниках. В качестве реагентов для очистки воды используют известь и

флокулянт. При этом решаются три основные задачи: нейтрализация сточных вод; выделение из сточных вод солей тяжелых металлов; осветление сточных вод. Нормативно-чистые сточные воды от цехов, переделов и производств направляются на комплекс очистных сооружений для охлаждения на вентиляторных градирнях, куда поступают после очистки загрязненные производственные сточные воды. Затем вода направляется на повторное использование в технологический процесс. Часть нормативно-чистых сточных вод отводится с промышленной площадки в реку Ульба. При существующей схеме очистки происходит вынос взвешенных веществ и ионов тяжелых металлов в оборотную систему и реку Ульба.

Приведена характеристика отходов титано – магниевого производства – хлоридного плава (ХП) марки ХТТ, ХТВ и гипохлоритной пульпы (ГП). Химический состав хлоридного плава по основным компонентам представлен хлоридами железа и алюминия, натрия, калия, магния в небольших количествах содержатся хлориды титана, хрома, марганца, ванадия, а также растворимым хлором. Хлоридный плав представляет собой твердый гигроскопичный продукт серого цвета с возможным желто-зеленым оттенком плотностью 1,5-2,3 г/см³. Состоит из безводных хлоридов и имеет растворимость 37г на 100г воды при температуре 20°С, относится к веществам с невысокой токсичностью. Гипохлоритная пульпа представляет собой жидкий продукт. В состав гипохлоритной пульпы входят: гидроксид кальция (Ca(OH)₂) и карбонат кальция (CaCO₃).

Представлены результаты исследования процесса очистки производственных сточных вод ТОО «Казцинк» с применением отходов титано-магниевого производства. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях на реальной сточной воде общезаводского стока промышленно-ливневой канализации Усть-Каменогорского металлургического комплекса ТОО «Казцинк», прошедшей очистку на песколовках. Хлориды железа, содержащиеся в составе ХП, относятся к группе кислых солей, поэтому при очистке сточных вод требовалась корректировка значений pH очищаемой сточной воды щелочными реагентами. В связи с этим, в работе исследовалось совместное применение хлоридного плава с известковым молоком и хлоридного плава с гипохлоритной пульпой при очистке производственных сточных вод ТОО «Казцинк». Экспериментальные исследования проводились с хлоридным плавом марки ХТТ. Определение оптимальной концентрации раствора и дозы коагулянта осуществлялось с помощью методики пробного коагулирования. Для моделирования процесса осаждения была собрана установка из 6 цилиндров емкостью 250 мл. В каждый из них, за исключением первого (являющегося контрольным) вносились возрастающие дозы реагентов. Реагенты вводились поочередно (сначала известковое молоко, затем раствор хлоридного плава), тщательно перемешивались в течение 1,5-3 мин. После этого цилиндры оставляли в покое на 45 мин, наблюдая за образованием и осаждением хлопьев. Для определения остаточной концентрации ионов тяжелых металлов в конце опыта из каждого цилиндра сифоном отбиралась проба воды из верхнего слоя,

не взмучивая осадок. Экспериментальные исследования процесса очистки производственных сточных вод с применением отходов титано-магниевого производства (хлоридного плава и гипохлоритной пульпы) проводились в несколько этапов:

1 этап: определение оптимальной концентрации раствора и дозы ХП с использованием в качестве подщелачивающего реагента извести;

2 этап: определение оптимальной дозы ХП с использованием в качестве подщелачивающего реагента гипохлоритной пульпы;

3 этап: сравнительный анализ эффективности применения исследуемых реагентов.

С целью определения оптимальной концентрации раствора и дозы хлоридного плава, с использованием в качестве подщелачивающего реагента извести, для очистки производственных сточных вод от ионов тяжелых металлов в лабораторных условиях были проведены опыты с 0,5%; 1%; 3% - ными растворами ХП и дозой известкового молока 20, 40, 60 мг/л (5% раствор), при этом $D_{\text{хп}}$ принималась равной 10, 25, 50, 75 мг/л. Максимальная доза ХП-75 мг/л по товарному продукту принималась с учетом того, что хлоридный плав представляет собой смесь различных солей, поэтому его дозы должны быть такими, чтобы не увеличивать концентрацию в обрабатываемой воде ионов тяжелых металлов или таких показателей как хлориды, сухой остаток и другие. Доза извести принималась из расчета того, чтобы значение водородного показателя воды находилось от 8 до 9, при котором будет наиболее полно происходить гидролиз солей железа, содержащихся в хлоридном плаве. Дальнейшее увеличение дозы извести нецелесообразно, так как это приводит к повышению рН до значений, при которых амфотерный гидроксид цинка начинает растворяться. Очистка сточных вод хлоридным плавом происходит в результате гидролиза солей железа Fe^{3+} и Fe^{2+} , с образованием малорастворимых оснований (гидроокисей). Следует также отметить, что осаждение гидроксидов удаляемых металлов протекает в определенном диапазоне рН, величина которого для каждого конкретного металла различна. Поэтому, при одних и тех же значениях рН воды, эффект очистки воды по разным ионам тяжелых металлов различен.

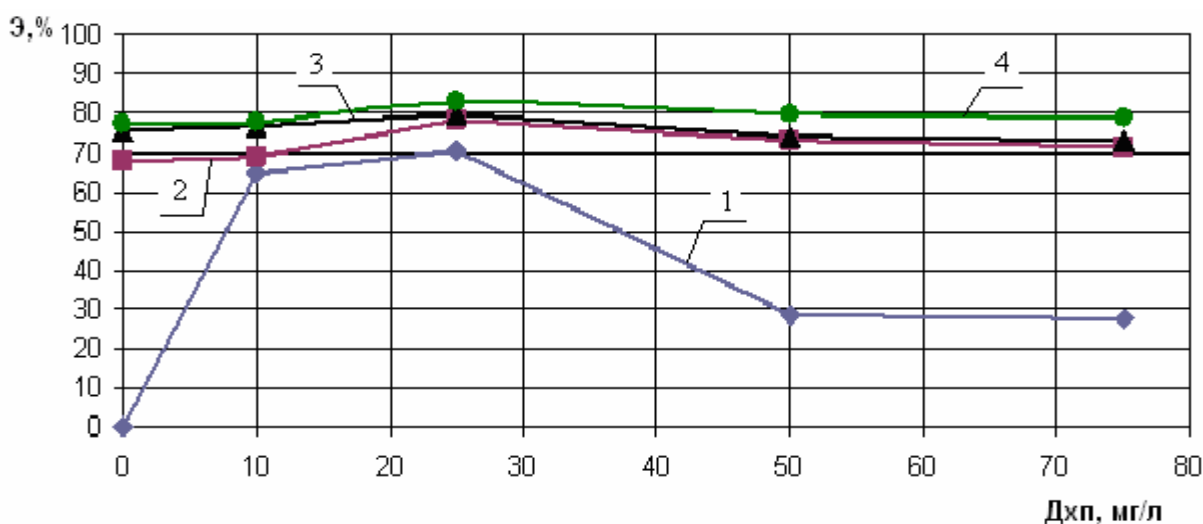
Загрязненные производственные сточные воды в процессе исследований анализировались по четырем основным загрязняющим компонентам (цинк, свинец, кадмий, медь). Количественный анализ ионов тяжелых металлов определялся с помощью масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой ICP – MS Agilent 7500сх. В результате проведенных исследований было установлено, что максимальная степень очистки по основным загрязняющим веществам наблюдалась при 1% -ной концентрации хлоридного плава.

В таблице 1 приведены усредненные результаты экспериментальных исследований по коагулированию производственных сточных вод ТОО «Казцинк» 1% -ным раствором хлоридного плава и 5% -ным раствором известкового молока.

Таблица 1- Усредненные результаты экспериментальных исследований по коагулированию производственных сточных вод 1%-ным раствором ХП и 5%-ным раствором известкового молока

Наименование загрязняющих веществ	$D_{хп}$, мг/л	$D_{из}$, мг/л	Концентрация, 10^{-3} мг/л	Эффект очистки, %
Свинец	0	0-20-40-60	6,88-2,21-1,68-1,60	0-67,9-75,6-76,8
	10	0-20-40-60	2,44-2,16-1,62-1,53	64,6-68,6-76,4-77,8
	25	0-20-40-60	2,03-1,49-1,41-1,18	70,5-78,3-79,5-82,8
	50	0-20-40-60	4,91-1,86-1,80-1,39	28,6-73,0-73,9-79,8
	75	0-20-40-60	4,99-1,97-1,87-1,49	27,5-71,3-72,8-78,4
Цинк	0	0-20-40-60	265,0-21,2-17,49-15,37	0-92,0-93,4-94,2
	10	0-20-40-60	33,66-19,34-16,17-14,58	87,3-92,7-93,9-94,5
	25	0-20-40-60	35,25-20,94-19,61-16,43	86,7-92,1-92,6-93,8
	50	0-20-40-60	156,6-36,84-20,41-17,76	40,9-86,1-92,3-93,3
	75	0-20-40-60	160,3-39,75-23,32-19,88	39,5-85,0-91,2-92,5
Кадмий	0	0-20-40-60	18,74-3,60-0,92-0,58	0-80,8-95,1-96,9
	10	0-20-40-60	10,79-1,87-0,73-0,37	42,4-90,0-96,1-98,0
	25	0-20-40-60	10,34-2,32-0,82-0,56	44,8-87,6-95,6-97,0
	50	0-20-40-60	13,00-3,19-1,39-0,82	30,6-83,0-92,6-95,6
	75	0-20-40-60	13,49-4,69-1,69-1,31	28,0-75,0-91,0-93,0
Медь	0	0-20-40-60	6,56-3,15-2,99-2,62	0-52,0-54,4-60,1
	10	0-20-40-60	3,37-2,28-1,75-1,22	48,6-65,2-73,3-81,4
	25	0-20-40-60	3,95-3,22-3,07-2,93	39,8-50,9-53,2-55,3
	50	0-20-40-60	2,87-2,05-1,83-1,80	56,3-68,7-72,1-72,6
	75	0-20-40-60	2,88-2,10-1,84-1,82	56,1-68,0-72,0-72,3

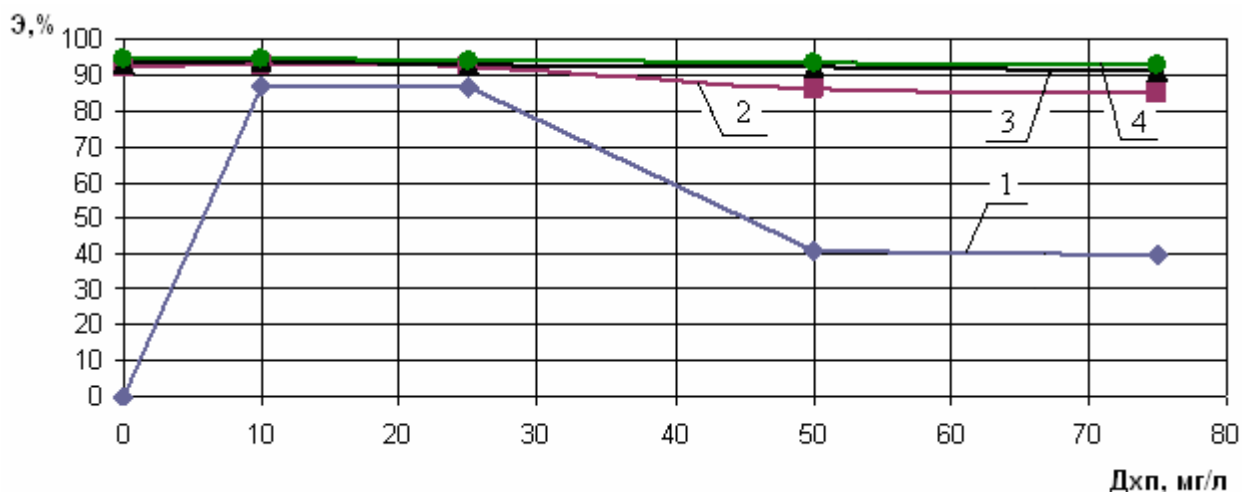
На рисунке 1 представлены графические зависимости эффекта очистки воды (\mathcal{E} , %) по свинцу при различных дозах извести и хлоридного плава.



1-Диз=0 мг/л; 2-Диз=20 мг/л; 3-Диз=40 мг/л; 4-Диз=60 мг/л.

Рисунок 1 - Влияние дозы хлоридного плава ($D_{хп}$, мг/л) и дозы извести ($D_{из}$, мг/л) на эффект очистки воды (\mathcal{E} , %) по свинцу при 1%-ной концентрации раствора хлоридного плава

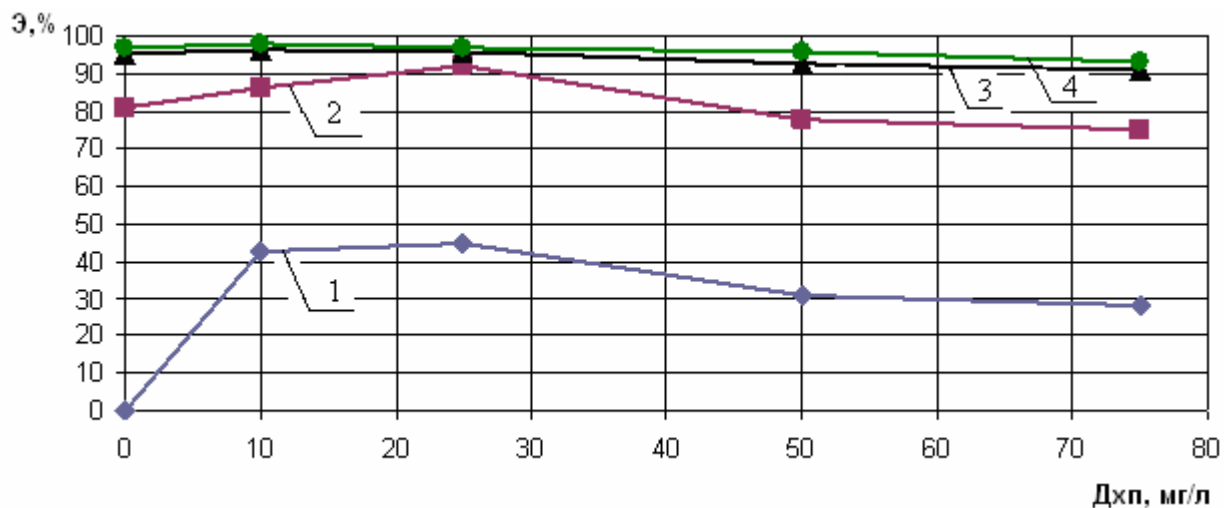
На рисунке 2 представлены графические зависимости эффекта очистки воды (\mathcal{E} , %) по цинку при различных дозах извести и хлоридного плава.



1-Диз=0 мг/л; 2-Диз=20 мг/л; 3-Диз=40 мг/л; 4-Диз=60 мг/л.

Рисунок 2 - Влияние дозы хлоридного плава ($D_{хл}$, мг/л) и дозы извести ($D_{из}$, мг/л) на эффект очистки воды (\mathcal{E} , %) по цинку при 1% -ной концентрации раствора хлоридного плава

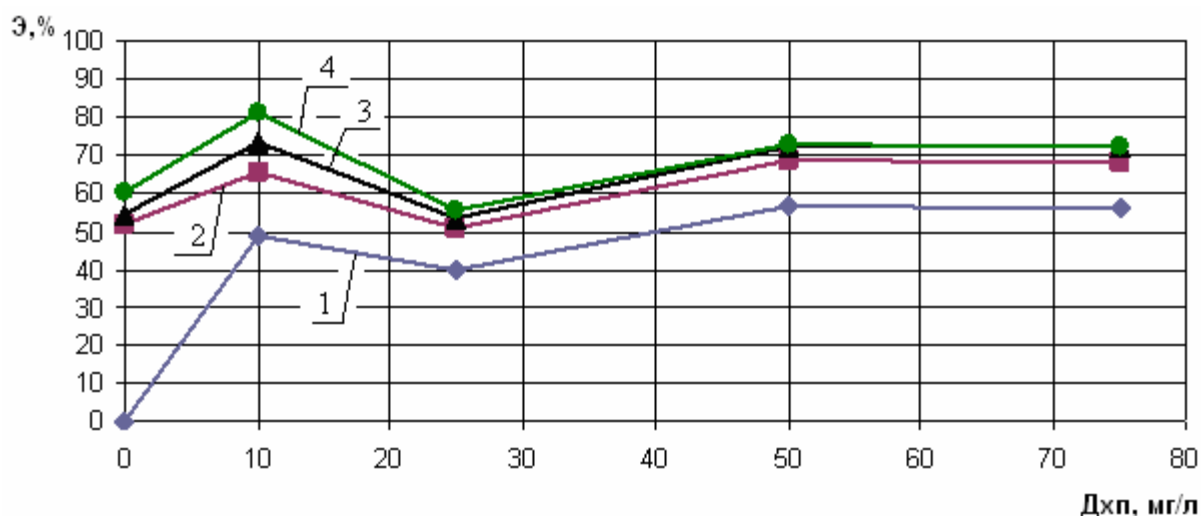
На рисунке 3 представлены графические зависимости эффекта очистки воды (\mathcal{E} , %) по кадмию при различных дозах извести и хлоридного плава.



1-Диз=0 мг/л; 2-Диз=20 мг/л; 3-Диз=40 мг/л; 4-Диз=60 мг/л.

Рисунок 3 - Влияние дозы хлоридного плава ($D_{хл}$, мг/л) и дозы извести ($D_{из}$, мг/л) на эффект очистки воды (\mathcal{E} , %) по кадмию при 1% -ной концентрации раствора хлоридного плава

На рисунке 4 представлены графические зависимости эффекта очистки воды (\mathcal{E} , %) по меди при различных дозах извести и хлоридного плава.



1-Диз=0 мг/л; 2-Диз=20 мг/л; 3-Диз=40 мг/л; 4-Диз=60 мг/л.

Рисунок 4 - Влияние дозы хлоридного плава ($D_{хп}$, мг/л) и дозы извести ($D_{из}$, мг/л) на эффект очистки (\mathcal{E} , %) по меди при 1%-ной концентрации раствора хлоридного плава

Оптимальные дозы 1% раствора хлоридного плава ($D_{хп}$) и 5% раствора известкового молока ($D_{из}$), при которых наблюдалась максимальная степень очистки по основным загрязняющим веществам (свинец, цинк, кадмий, медь), представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Оптимальные дозы 1% раствора хлоридного плава ($D_{хп}$) и 5% раствора известкового молока ($D_{из}$)

Показатели	$D_{хп}$, мг/л	$D_{из}$, мг/л	Концентрация, 10^{-3} мг/л	Эффект очистки, %
Свинец	10	40-60	1,62-1,53	76,4-77,8
	25	40-60	1,41-1,18	79,5-82,8
Цинк	0	40-60	17,49-15,37	93,4-94,2
	10	40-60	16,17-14,58	93,9-94,5
Кадмий	10	40-60	0,73-0,37	96,1-98,0
	25	40-60	0,82-0,56	95,6-97,0
Медь	10	40-60	1,75-1,22	73,3-81,40

Анализ таблицы 2 показал, что наибольшая эффективность очистки воды по цинку, кадмию, меди достигается при дозе хлоридного плава $D_{хп} = 10$ мг/л и дозе извести 60 мг/л, а по свинцу при $D_{хп} = 25$ мг/л и $D_{из} = 40$ мг/л.

На втором этапе исследования по очистке производственных сточных вод проводилась 1%-ным раствором ХП совместно с гипохлоритной пульпой. Максимальная доза гипохлоритной пульпы принималась аналогично максимальной дозе извести, из расчета того, чтобы значение водородного показателя воды находилось в пределах от 8 до 9. Дозы хлоридного плава ($D_{хп}$)

принимались равными 10, 25, 50, 75 мг/л. Дозы ГП принимались 2,5; 5; 10 мг/л. Экспериментальные исследования проводились по выше описанной методике пробного коагулирования.

В таблице 3 представлены оптимальные дозы хлоридного плава ($D_{хп}$) и гипохлоритной пульпы ($D_{гп}$), при которых наблюдался максимальный эффект очистки по основным загрязняющим компонентам.

Таблица 3 - Оптимальные дозы реагентов $D_{хп}$ и $D_{гп}$

Наименование загрязняющих веществ	$D_{хп}$, мг/л	$D_{гп}$, мг/л	Эффект очистки, %
Свинец	10	5-10	69,0-73,1
	25	5-10	70,8-75,9
Цинк	10	5-10	92,6-93,2
	25	5-10	91,9-92,5
Кадмий	10	5-10	92,0-94,1
	25	5-10	90,0-91,5
Медь	10	5-10	75,0-78,0

Из таблицы 3 видно, что по большинству загрязняющих веществ сточной воды, максимальный эффект очистки наблюдался при $D_{хп}=10$ мг/л и дозе $D_{гп}=10$ мг/л и составил для свинца – 73,1%, для цинка – 93,2%, для кадмия – 94,1%, для меди – 78%.

На третьем этапе экспериментальных исследований проводился сравнительный анализ эффективности применения исследуемых реагентов, данные которого приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Сравнительный анализ эффективности применения исследуемых реагентов

Наименование загрязняющих веществ	ХП и известь		ХП и ГП	
	эффект очистки, %	$D_{хп}/D_{из}$, мг/л	эффект очистки, %	$D_{хп}/D_{гп}$, мг/л
Свинец	77,8	10/60	73,1	10/10
Цинк	94,5	10/60	93,2	10/10
Кадмий	98,0	10/60	94,1	10/10
Медь	81,4	10/60	78,0	10/10

Анализ данных, приведенных в таблице 4 показывает, что эффективность очистки воды по основным загрязняющим веществам при совместном применении хлоридного плава и гипохлоритной пульпы незначительно меньше чем при совместном применении хлоридного плава и извести. Однако, при совместном использовании хлоридного плава с гипохлоритной пульпой

величина сухого остатка составила 5531,5 мг/л, концентрация кальция -2113,6 мг/л, в то время как при совместном использовании хлоридного плава с известью величина сухого остатка составила – 919 мг/л, а концентрация ионов кальция – 53,3 мг/л. Согласно укрупненных норм водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности количество сухого остатка в воде, используемой свинцовыми и цинковыми заводами в оборотной системе для охлаждения продукта в теплообменных аппаратах, при различной температуре охлаждаемого продукта допускается до 1300 - 2000 мг/л. Количество образующегося осадка при обработке воды раствором ХП и ГП было в два раза больше, чем при обработке воды раствором ХП и известкового молока, за счет содержания различных примесей в ГП.

Таким образом, для очистки производственных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, целесообразно принять вариант с использованием раствора хлоридного плава и извести.

В таблице 5 приведен сравнительный анализ эффективности очистки производственных сточных вод ТОО «Казцинк» по существующей технологии очистки с применением флокулянта и извести и предлагаемой при совместной обработки растворами ХП и известкового молока.

Таблица 5 – Сравнительный анализ эффективности очистки производственных сточных вод с использованием существующей и предлагаемой технологии очистки воды

Наименование загрязняющих веществ	Эффект очистки, %	
	по существующей технологии	по предлагаемой технологии
Свинец	66,0	77,8
Цинк	70,7	94,5
Кадмий	76,9	98,0
Железо	67,0	29,8
Мышьяк	38,4	58,1
Медь	69,9	81,4
Кальций	14,4	31,2
Взвешенные вещества	56,9	54,7
Хлор-ион	14,7	8,9
Сухой остаток	19,0	8,3
Сульфаты	22,4	17,5
Таллий	81,7	31,4
Ртуть	76,7	84,2
Никель	40,0	21,5
Селен	75,9	23,9
Марганец	57,1	38,2
Теллур	66,7	44,7

Значение водородного показателя после очистки производственных сточных вод по существующей технологии – 9, по предлагаемому способу – 8,7. Из таблицы видно, что эффект очистки по предлагаемому способу выше по

основным загрязняющим веществам (свинец, цинк, кадмий, медь), кальцию, и таким опасным компонентам как мышьяку и ртути.

Анализ данных таблицы 5 показал, что применение раствора хлоридного плава 1% концентрации совместно с 5%-ным раствором известкового молока в количестве 10 мг/л и 60 мг/л соответственно способствует повышению степени очистки производственных сточных вод по основным загрязняющим компонентам. Проведена статистическая и математическая обработка полученных результатов исследования. Результаты математической обработки показали достоверность и воспроизводимость результатов экспериментальных исследований.

В третьем разделе рассмотрено моделирование процесса отстаивания воды без применения коагулянтов, с применением коагулянтов и осаждения в тонком слое. Составлены критериальные уравнения, являющиеся основой для моделирования процесса осаждения и определены критерии подобия геометрических, кинематических и динамических параметров экспериментальной модели и реально существующих отстойников.

Технологический расчет отстойников с тонкослойными блоками основан на кинетики осаждения взвешенных веществ, которая показывает связь между эффектом очистки ($\Xi, \%$) и временем осаждения (t , мин) в стандартных условиях. На основании экспериментальных данных были построены кривые осаждения взвесей и определена гидравлическая крупность частиц, которые должны быть выделены в отстойнике для обеспечения требуемого эффекта осветления с учетом показателя n , зависящего от агломерации взвеси в процессе осаждения. Представлены результаты исследований по отстаиванию производственных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, в тонком слое. Для обеспечения требуемой степени очистки производственных сточных вод и увеличению производительности существующих очистных сооружений предлагается оборудовать горизонтальные отстойники тонкослойными блоками. Была проведена серия экспериментов по определению оптимальной высоты яруса тонкослойных блоков. Исследования в динамических условиях проводились в лабораторных условиях на модели тонкослойного отстойника. Габариты модели определялись с учетом натуральных размеров существующих отстойников с помощью критериев подобия. Модель отстойника была принята с противоточной схемой движения воды и осадка. Угол наклона тонкослойных элементов был принят 45° . Ширина тонкослойного блока в модели B_{bl} принята 0,7 м, высота $H_{bl} = 1,2$ м, высота яруса тонкослойных элементов 0,05 м. Длина тонкослойного элемента – 1,7 м. Максимальная скорость движения воды в тонкослойных элементах составляла 16 мм/с, средняя скорость была принята 7 мм/с. Гидравлическая крупность частиц, образующихся при совместной обработке исследуемой воды флокулянтном и известью – 0,21 мм/с, при совместной обработке хлоридным плавом и известью – 0,23 мм/с, согласно полученных кривых осаждения при заданном эффекте очистки. В качестве материала пластин тонкослойных были приняты плоские листы из пластмассы.

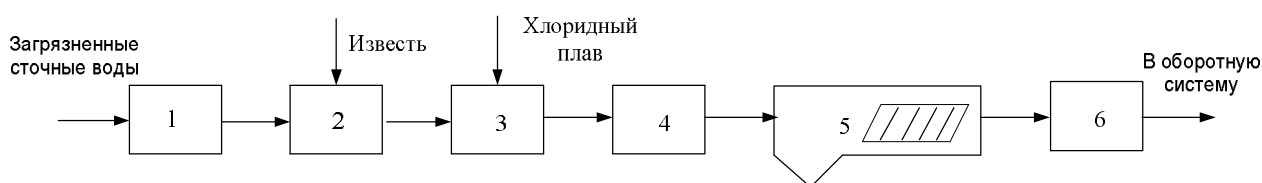
Результаты работы модели тонкослойного отстойника приведены в таблице 6.

Таблица 6- Результаты работы модели тонкослойного отстойника

№ опыта	Расход q_{set}^m , $M^3/ч$	Продолжительность отстаивания воды t, мин		g_w , мм/с	Концентрация взвешенных веществ, мг/л		Эффект работы отстойника Э, %
		Флокулянт+известь	ХП+известь		$C_{п}$	$C_{в}$	
1	7,3	5,6	5,2	4,51	25	7,4	70,5
2	7,1	5,6	5,2	4,4	25	7,43	70,3
3	6,8	5,6	5,2	4,19	25	7,5	70,0
4	6,5	5,6	5,2	4,0	25	7,52	69,9

Как видно из таблицы 6 эффект очистки воды в тонкослойном отстойнике колеблется в пределах 69,9-70,5%.

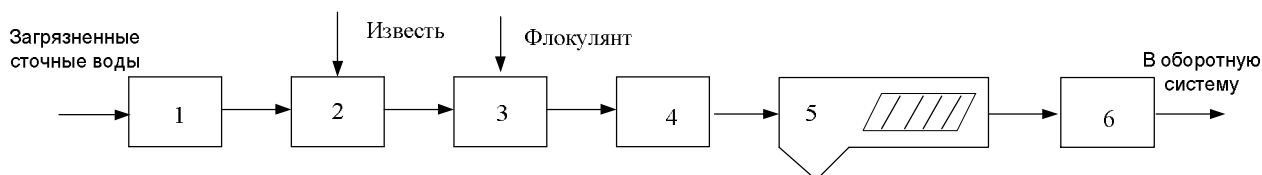
В четвертом разделе приводится обоснование предлагаемых проектных решений по повышению эффективности очистки производственных сточных вод ТОО «Казцинк» с разработкой двух технологических схем. Первая технологическая схема предполагает замену используемого флокулянта на хлоридный плав и реконструкцию горизонтальных отстойников с устройством в них тонкослойных блоков. Данная схема приведена на рисунке 5.



1 – песколовка; 2 – резервуар загрязненных стоков; 3 – камера реакции; 4 – контактный резервуар; 5 – горизонтальный отстойник с тонкослойными блоками; 6 – градирни.

Рисунок 5 – Рекомендуемая технологическая схема очистки производственных сточных вод ТОО «Казцинк» с применением хлоридного плава и отстойников с тонкослойными блоками.

По второй технологической схеме предусматривается реконструкция существующих горизонтальных отстойников путем установки в них тонкослойных блоков с обработкой сточной воды флокулянтами. Данная схема приведена на рисунке 6.



1 – песколовка; 2 – резервуар загрязненных стоков; 3 – камера реакции; 4 – контактный резервуар; 5 – горизонтальный отстойник с тонкослойными блоками; 6 – градирни.

Рисунок 6 – Рекомендуемая технологическая схема очистки производственных сточных вод с применением отстойников с тонкослойными блоками

Параметры тонкослойных блоков: высота яруса тонкослойных элементов принималась на основании экспериментальных данных, угол наклона тонкослойных элементов 45° (согласно рекомендуемых значений СНиП 2.04.03-85). Расчетными параметрами являлись длина пластин L_{bl} в блоке и расстояние L_b , на котором устанавливаются блоки в отстойнике. Реконструкция горизонтальных отстойников с установкой в них тонкослойных блоков позволяет повысить эффективность очистки воды на 15%.

В пятом разделе проведена технико-экономическая оценка рекомендуемых технологических схем для очистки производственных сточных вод ТОО «Казцинк» по двум вариантам: 1 вариант – замена флокулянта используемого по существующей технологии очистки на хлоридный плава и реконструкция горизонтальных отстойников с устройством в них тонкослойных блоков; 2 вариант – реконструкция горизонтальных отстойников с устройством в них тонкослойных блоков.

На основании технико-экономического сравнения вариантов, рекомендуемой к внедрению была принята технологическая схема очистки производственных сточных вод с применением хлоридного плава и горизонтальных отстойников с тонкослойными блоками. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения составит 294 тыс. тенге.

Полученные результаты экспериментальных исследований были рекомендованы для внедрения на общезаводских очистных сооружениях ТОО «Казцинк» г. Усть-Каменогорска Восточно-Казахстанской области.

Заключение

В диссертационной работе изложены новые научно-обоснованные результаты и экспериментальные данные по совершенствованию технологии очистки производственных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, с применением отходов титано-магниевого производства и отстаивании в тонком слое.

Основные научные результаты, практические выводы и рекомендации полученные при выполнении теоретических и экспериментальных исследований лично автором, заключаются в следующем:

1. В результате проведенных исследований установлена целесообразность применения хлоридного плава - отхода титано-магниевого производства для очистки производственных сточных вод УК МК ТОО «Казцинк».

2. Проведен анализ параметров, определяющих процесс очистки сточных вод без реагентов, с применением реагентов и тонкослойного отстаивания. В результате составлены критериальные уравнения, являющиеся основой для моделирования процессов осаждения и определены критерии подобия геометрических, кинематических и динамических параметров экспериментальных моделей и реально существующих отстойных сооружений.

3. Исследованы процессы коагуляции производственных сточных вод УК МК ТОО «Казцинк» с применением в качестве реагентов отходов титано-

магниевого производства. Установлено, что максимальный эффект очистки сточных вод по основным загрязняющим веществам (свинец, цинк, кадмий, медь) достигался при дозах хлоридного плава 10 мг/л для 1%-ной концентрации водного раствора и дозе 60 мг/л 5-% раствора известкового молока. Эффект очистки по свинцу, цинку, кадмию и меди при этом достигал 77,8; 94,5; 98,0; 81,4% соответственно.

4. Исследованы процессы отстаивания производственных сточных вод по существующей технологии очистки и предлагаемой с использованием хлоридного плава и извести, определена гидравлическая крупность взвесей которые необходимо задержать в отстойнике для обеспечения требуемой степени очистки воды. Сделан вывод о необходимости реконструкции существующих горизонтальных отстойников путем устройства в них тонкослойных блоков. Определены параметры процесса отстаивания производственных сточных вод в тонком слое.

5. Проведена статистическая и математическая обработка результатов исследований. Показана (с доверительной вероятностью $P_d=0,95$) достоверность и воспроизводимость результатов экспериментальных исследований.

6. Разработаны рекомендации по повышению эффективности очистки производственных сточных вод ТОО «Казцинк», содержащих ионы тяжелых металлов, с применением в качестве реагента хлоридного плава - отхода титано- магниевого производства, а так же путем реконструкции горизонтальных отстойников с устройством в них тонкослойных блоков. Установка тонкослойных блоков в существующих горизонтальных отстойниках наряду с повышением степени очистки обеспечивает увеличение пропускной способности очистных сооружений в случае увеличения объемов производства металлургического комплекса. Полученные результаты экспериментальных исследований были рекомендованы к внедрению при разработке проекта реконструкции общезаводских очистных сооружений по повышению эффективности очистки производственных сточных вод с целью снижения негативного влияния на водный объект р.Ульба и в связи с возможным расширением объема производства.

Годовой экономический эффект от внедрения рекомендуемой технологической схемы очистки с применением хлоридного плава и отстаивания в тонком слое составит 294 тыс. тенге.

Оценка полноты решения поставленных задач. Поставленная цель работы достигнута, задачи исследования решены полностью, результаты исследований рекомендованы к внедрению.

Разработка рекомендаций по конкретному использованию результатов. Полученные результаты по очистке производственных сточных вод с применением отходов титано- магниевого производства и тонкослойного отстаивания могут быть использованы для очистки аналогичных по составу сточных вод.

Оценка технико-экономической эффективности. Внедрение технологии очистки производственных сточных вод с содержанием ионов

тяжелых металлов с использованием отходов титано-магниевого производства позволит обеспечить эффективность очистки воды при минимальных затратах.

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в этой области. В работе разработана технология очистки производственных сточных вод содержащих ионы тяжелых металлов с использованием отходов титано-магниевого производства. Проведены теоретические и экспериментальные исследования по тонкослойному отстаиванию. Данная работа по научно- практической значимости соответствует современному научно- техническому и экономическому уровню в области очистки производственных сточных вод.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1 Еремеева Ю. Н., Колпакова В. П. Отходы производства, применяемые при физико-химической очистке производственных сточных вод предприятий цветной металлургии.// «Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева». – 2007. №4 (38) – С. 93 – 96.

2 Еремеева Ю. Н., Колпакова В. П., Видищева Г.Г., Акименко Н.Ю., Колпаков Б.В. Предлагаемая схема очистки сточных вод, образующихся на предприятиях УК МК АО «Казцинк»././ Труды Международной научно-практической конференции «Архитектура и строительство в новом тысячелетии».- Алматы, КазНТУ им. К.И.Сатпаева.- 2008.- С. 428 – 432.

3 Еремеева Ю. Н. Реагентные методы очистки производственных сточных вод от ионов тяжелых металлов.// «Поиск», серия архитектура и строительство, 2009. №1. – С. 148– 151.

4 Еремеева Ю.Н. Экологические аспекты очистки промышленных сточных вод предприятий цветной металлургии.// Научные труды Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана» (Сагиновские чтения №1). – 2009. – С. 254 – 256.

5 Еремеева Ю.Н, Колпакова В.П. Интенсификация процессов очистки производственных сточных вод предприятий цветной металлургии// Сборник докладов международной студенческой научно- практической конференции «Студенческое научное творчество: международное партнерство и перспективные технологии».-2010г. – С.14-16.

6 Еремеева Ю. Н. Снижение отрицательного воздействия промышленных предприятий цветной металлургии на экологическое состояние водных объектов.// Известия научно-технического общества «КАХАК».-2010. №5 (30).- С.115-117.

7 Еремеева Ю. Н. Очистка сточных вод предприятий цветной металлургии.// Международная конференция «Жилищно-коммунальное хозяйство Республики Казахстан: проблемы, решения и перспективы». 2010. – С. 81-84.

ТҰЖЫРЫМ

Еремеева Юлия Николаевна

«Қазцинк» ЖШС-дегі өндірістік сарқынды суларды тазалаудың технологиясының тиімділігін жоғарылатуды зерттеу

05.23.04-Сумен жабдықтау, канализация, су ресурстарын қорғаудағы құрылыс жүйесі

Диссертация тақырыбы ғылыми-зерттеу жұмысының су қорларын тиімді пайдалану мен қорғау аймағындағы «Қазақстан-2030» даму бағдарламасын жүзеге асыру мақсатында орындалған.

Зерттеу аймағы: түсті металл иондарымен ластанған Өскемен «Қазцинк» ЖШС металлургиялық кешенінің өндірістік сарқынды сулары.

Жұмыс мақсаты: «Қазцинк» ЖШС Өскемен металлургиялық кешенін зерттеу арқылы өндірістік сарқынды судың тазалау деңгейін жоғарылату, сонымен қатар жалпы зауыттық тазалау жүйелеріне енгізу және ұсыныстар дайындау.

Негізгі тапсырмалар:

- Өскемен қаласының «Қазцинк» ЖШС металлургиялық кешеніндегі өндірістік сарқынды суларды тазалау технологиясының тиімділігін жоғарылату, қазіргі технологияны талдау және жүйелеу:

- титан-магнитті өндіріс қалдықтарын су тазалау реагенті ретінде қолдану, және кезінде «Қазцинк» ЖШС-дегі өндірістік сарқынды сулардың тазалау процесстерін зерттеу

- «Қазцинк» ЖШС-дегі өндірістік сарқынды сулардың мөлдірету процесстерін зерттеу және тиімділігін жоғарылату;

- Өскемен қаласындағы «Қазцинк» ЖШС металлургиялық кешеніндегі өндірістік сарқынды суларды тазалау технологиясының тиімділігін жоғарылату және өңдеуге ұсыныстар.

Зерттеу әдістері Өндірістік сарқынды суды тазалау тиімділігін жоғарылату үшін зерттеу нәтижелерін математикалық өңдеу, жұқа қабықта суды тұндыру процесін моделдеу, сынамалы коагуляциялау әдісімен тәжірибелік – эксперименттік зерттеу әдістерін ескереді.

Жұмыс нәтижелері: Эксперименталды-тәжірибелік зерттеулер арқылы титан-магний өндірістерінің қалдықтарын су тазалайтын реагент ретінде пайдалану (хлорид балқымасы сонымен қатар әктің сүті). Өскемен қаласының металлургиялық өндірістің ЖШС «Қазцинк» кешенінің ауыр ионды металдармен ластанған өндірістік сарқынды суды тазалау кезінде хлорид балқымасының тиімді концентрациясы және қажетті мөлшері анықталды. Зерттелген сарқынды суды мөлдірету барысында жұқа қабықты тұндырғыштың технологиялық параметрлер анықталды. Эксперименталдық зерттеу арқылы келесі нәтиже жасауға болады: хлорид балқымасының тиімді концентрациясы - 1%, мөлшері -10 мг/л, әктің мөлшері - 60 мг/л. Негізгі ластанған

көрсеткіштердің сарқынды суды тазалау кезіндегі орташа мәндері мынадай: цинк – 94,5%, қалайы – 77,8%, кадмий – 98%, мыс – 81,4%. Жұқа қабықты тұндырғышқа зерттеулер арқылы тиімді технологиялық параметрлері анықталды: сарқынды судың қозғалыс жылдамдығы 7 мм/с кезіндегі қабықтың ұзындығы – 1,7 м, жұқа қабатты элементтер деңгейі бойынша 45° қабылданған. Жұқа қабатты тұну әдісін қолдану барысында сарқынды судың тазартылуы 65-70% жоғарылайды.

Зерттеу нәтижелерінің жүзеге асу дәрежесі мен тәжірибелік құндылықтар.

Алынған экспериментті зерттеу нәтижелері Шығыс Қазақстан облысындағы Өскемен қаласының «Қазцинк» ЖШС –нің жалпы зауыттық сарқынды суды тазалау ғимараттарына ендіру үшін ұсынылды.

Нақты нәтижелерді қолдану кезінде ұсыныстарды өңдеу. Өндірістік сарқынды суларды тазалау кезінде титан-магний комбинатының қалдықтарын қолдану мүмкінділігі, сонымен қатар жұқа қабықты тұндырғышты қолдануға болады.

Өндіріске енгізудің техника-экономикалық тиімділігін бағалау.

Өндірістік сарқынды судың құрамында ауыр металл иондары, болса оны хлор балқымасымен және әкпен бірге қолдану қажеттігі ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижесі дәлелденді. Жылдық экономикалық тиімділігі 294,0 мың теңгені құрайды.

Жұмыстың апробациясы. Диссертациялық жұмыстың негізгі қағидалары Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университетінің «Сәулет және құрылыс жаңа мыңжылдықта» Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясында (2008ж), Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің «Қазақстанның тау-кен металлургиялық кешенінің өзекті мәселелері» Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында, (2009ж), «Студенттік ғылыми шығармашылық: халықаралық серіктестік және келешек технология» (2010ж.) Халықаралық студенттік ғылыми-тәжірибелік конференциясында сондай-ақ Қазақстан Республикасының «Тұрғын коммуналды шаруашылығын дамыту» халықаралық конференциясында (2010) талқыланып, қолдау тапты.

Диссертация жұмысының тақырыбы бойынша 7 баспа жұмысы жарық көрген, соның ішінде 3 мақала ҚР БҒМ білім саласын бақылау аймағы комитетіне ұсынылған баспаханадан шығарылған.

RESUME

Yuliya Yeremeyeva

Researches on increasing efficiency of industrial sewage purification at JSC “Kazzinc”

05.23.04 – Water Supply, Sewerage, construction systems of water resources protection.

The scientific research in the framework of the dissertation was conducted on the purpose of “Kazakhstan – 2030” development strategy realization in the sphere of protection and rational use of water resources.

The object of the research is industrial sewage waters polluted with ions of heavy metals at Ust-Kamenogorsk JSC “Kazzinc” Metallurgical Complex.

The aim of the work is research on increasing efficiency of Ust-Kamenogorsk JSC “Kazzinc” Metallurgical Complex industrial sewage purification with submitting recommendations on its implementation at the plant-wide sewage purification facilities.

The main objectives are the following:

- analysis and argumentation of increasing efficiency of Ust-Kamenogorsk JSC “Kazzinc” Metallurgical Complex industrial sewage purification technology;
- research on JSC “Kazzinc” industrial sewage purification process with the usage of titanium-magnesium manufacture wastes as reagents;
- research on JSC “Kazzinc” industrial sewage clarification process in a thin layer;
- submitting recommendations on increasing efficiency of Ust-Kamenogorsk JSC “Kazzinc” Metallurgical Complex industrial sewage purification.

The methods of the research on increasing efficiency of industrial sewage purification include experimental researches with the usage of test coagulation methods, modeling processes of water sedimentation in a thin layer, mathematical treatment of the research results.

The Results of the Work. Experimental research revealed the efficiency of titanium-magnesium manufacture wastes (chloride melt along with lime milk) usage. The optimal concentration of chloride melt solution and its dosage for purification of Ust-Kamenogorsk JSC “Kazzinc” Metallurgical Complex industrial sewage waters polluted with ions of heavy metals have been experimentally determined. The main technological parameters for operation of a dirt collector with thin-layer blocks for the researched waters clarification have been determined. The results of the experimental research enable the following conclusions: the optimal concentration of chloride melt solution is 1%, the optimal dosage of chloride melt is 10 mg/l, and the dosage of lime carbonate is 60 mg/l. Average purification effect values for the main contaminants have comprised 94.5% for zinc, 77.8% for lead, 98% for cadmium and 81.4% for copper. The optimal technical parameters for operation of a dirt

collector with thin-layer blocks have experimentally proved to be the following: deck height comprises 1,7 m when sewage waters running speed is 7 mps, and thin-layer elements inclination is 45°. The usage of thin-layer sedimentation has increased the water purification effect from 65 to 70%.

Practical Significance and Realization of the Work Results.

The achieved results of the experimental research have been recommended for implementation at plant-wide sewage purification facilities of East-Kazakhstani Ust-Kamenogorsk JSC “Kazzinc”.

Development of Recommendations on Particular Usage of the Results. The results achieved in industrial sewage purification with the usage of titanium-magnesium manufacture wastes can be applied for analogous sewage waters purification.

The Assessment of Technical-and-Economical Efficiency of Implementation. The annual economical effect of implementation the scientific research on treatment of industrial sewage waters containing heavy metals ions with chloride melt combined with lime carbonate with usage of thin-layer sedimentation will comprise 294 thousand tenges a year.

The Approbation of the Work. The main concepts of the dissertational work were discussed and approved at international scientific-practical conference “Architecture and Construction in New Millenium” conducted by K.I. Satpayev Kazakh National Technical University (2008), at international scientific-practical conference “Topical Issues of Kazakhstan Mining-and-Metallurgical Complex” conducted by Karaganda State Technical University (2009), at international students’ scientific-practical conference “Students’ Scientific Creative Work: International Partnership and Perspective Technologies” (2010), and at international conference “Municipal Housing Economy of the Republic of Kazakhstan: Challenges, Solutions and Prospective” (2010).

Подписано в печать 26.11.2010г.
Формат издания 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Объем 1,4 п.л. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии “Иманел” по адресу:
050010, г.Алматы, пр. Достык. 14, офис 1. тел: 291-34-76.