

УДК 628.336.4(043)

На правах рукописи



КОЛЕСНИКОВА ЕКАТЕРИНА НИКОЛАЕВНА

**Механическое обезвоживание осадков городских сточных вод
с применением камерных фильтр-прессов**

Специальность 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, профессор
Соатов У. А.

кандидат технических наук,
Ботантаева Б. С.

Ведущая организация: Евразийский государственный
университет имени Л. Н. Гумилева

Защита состоится «28» декабря 2010 года в 12³⁰ 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



Жараспаев М. Т.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В Казахстане наибольшее распространение получила технология обезвоживания осадков городских сточных вод на иловых площадках. Не соблюдение требований эксплуатации данных сооружений, технологии обработки осадков городских сточных вод, неблагоприятные атмосферные условия для сушки осадков на иловых площадках, определяют неудовлетворительную работу данных сооружений. Поэтому в данных условиях обезвоживание осадков городских сточных вод с использованием иловых площадок можно рассматривать как фактор, создающий неблагоприятную экологическую обстановку как почвенного, так и водного бассейна.

Данная ситуация также актуальна для Левобережной станции аэрации (ЛСА) г. Усть-Каменогорска Восточно-Казахстанской области. На ЛСА г. Усть-Каменогорска в последние годы бездействуют метантенки, цех механического обезвоживания осадка, это привело к тому, что на иловых площадках происходит складирование сырого осадка, имеющего объем значительно превосходящий заложенный в проекте. При этом площадь иловых площадок недостаточна, не соблюдается проектная нагрузка и происходит гниение осадка и ухудшение экологической обстановки на близлежащей территории.

Выходом из сложившейся ситуации является применение механического обезвоживания осадков, которое позволяет получать меньший объем складироваемого осадка. Улучшение процессов механического обезвоживания путем кондиционирования осадков обеспечивает получение максимально обезвоженного осадка. Кондиционирование осадков городских сточных вод возможно осуществлять отходами промышленных производств, позволяющих заменить традиционные реагенты без ухудшения эффективности процесса кондиционирования осадков и вместе с тем, обеспечивая снижение стоимости обработки осадков.

Для Левобережной станции аэрации г. Усть-Каменогорска экономически целесообразным является использование отхода Усть-Каменогорского титано-магниевого комбината – хлоридного плава, обладающего коагулирующими свойствами.

Разработка технологии обработки осадков сточных вод с применением промышленных отходов приобретает актуальность на современном этапе развития с целью охраны окружающей среды, снижения стоимости обработки осадков и получению рентабельного товарного продукта, пригодного для использования в сельском хозяйстве и других отраслях народного хозяйства. Данное направление научных исследований соответствует государственной политике в области охраны окружающей среды.

Цель работы: разработка технологии обезвоживания осадков городских сточных вод на камерных фильтр-прессах с применением отходов титано-магниевого производства.

Задачи исследований. В настоящей работе в соответствии с поставленной целью решались следующие основные задачи:

- анализ и систематизация теоретических и экспериментальных данных по обработке осадков городских сточных вод;
- изучение закономерностей процесса кондиционирования осадков станции аэрации г. Усть-Каменогорска при обработке их отходами титано-магниевого производства;
- проведение опытно-экспериментальных исследований по определению технологических параметров эффективной работы фильтр-прессов с применением в качестве реагента отхода титано-магниевого производства.
- технико-экономическое обоснование способа кондиционирования осадков Левобережной станции аэрации г. Усть-Каменогорска хлоридным плавом.

Научная новизна работы:

- теоретическими и экспериментальными исследованиями установлена целесообразность применения отхода титано-магниевого производства для обработки осадков Левобережной станции аэрации г. Усть-Каменогорска;
- определены оптимальные дозы хлоридного плава для кондиционирования осадков ЛСА в широком диапазоне исходных значений удельного сопротивления осадков;
- разработана технологическая схема обезвоживания осадков городских сточных вод на камерных фильтр-прессах с применением хлоридного плава;
- технико-экономически обоснован способ кондиционирования осадков Левобережной станции аэрации г. Усть-Каменогорска хлоридным плавом.

Основные положения, выносимые на защиту:

- обоснование эффективности обработки осадков Левобережной станции аэрации г. Усть-Каменогорска с использованием местного реагента – отхода титано-магниевого производства;
- результаты экспериментальных исследований по кондиционированию осадков городских сточных вод отходом титано-магниевого производства;
- результаты экспериментальных исследований и теоретическое обоснование процесса механического обезвоживания на фильтр-прессах с применением в качестве реагента отхода титано-магниевого производства.

Методы исследований включают физико-химические методы исследования свойств осадков городских сточных вод; экспериментальное изучение процесса кондиционирования осадков городских сточных вод; опытно-экспериментальное изучение работы фильтр-прессов; математическую обработку результатов исследований.

Апробация работы и публикации. Основные положения диссертационной работы обсуждались и получили одобрение на Международных научно-практических конференциях Казахского национального технического университета им. К. Сатпаева (2009 г.), Карагандинского государственного технического университета (2009 г.), Международной конференции «Жилищно-коммунальное хозяйство Республики Казахстан: проблемы, решения и перспективы» (2010 г.)

По материалам диссертации опубликовано 6 печатных работ, в том числе из них 3 статьи в изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК.

Личное участие автора заключается в выполнении теоретических и экспериментальных исследований по кондиционированию и фильтр-прессованию осадков городских сточных вод, в анализе и обобщении результатов исследований, в разработке методики кондиционирования осадков городских сточных вод хлоридным плавом и технологии последующего механического обезвоживания, в определении оптимальных доз хлоридного плава для кондиционирования осадков Левобережной станции аэрации г. Усть-Каменогорска, в определении оптимальных технологических параметров фильтр-прессования осадков на ЛСА г. Усть-Каменогорска.

Практическая ценность и реализация результатов исследований. По результатам экспериментальных исследований разработаны рекомендации по использованию хлоридного плава на Левобережной станции аэрации г. Усть-Каменогорска, которые предложено включить в проект реконструкции цеха механического обезвоживания. Этим может быть достигнуто снижение стоимости обработки осадков, без ухудшения их физико-химических свойств.

Использованием отхода титано-магниевого производства в качестве коагулянта для кондиционирования осадков городских сточных вод также решается вопрос частичной утилизации отходов промышленного производства и снижение его влияния на окружающую среду.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 разделов, заключения, списка использованных источников и приложений. Основное содержание изложено на 100 страницах компьютерного текста, иллюстрировано 35 рисунками, 28 таблицами. Список использованных источников содержит 98 наименований.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, отражены проблемы обработки осадков городских сточных вод. Обозначена необходимость исследований по повышению эффективности обработки осадков и снижению стоимости обработки. Приведены сведения об апробации результатов исследований, публикациях, структуре диссертации.

В первой главе освещены современные способы обработки осадков городских сточных вод (ГСВ). Проанализированы научные предпосылки и теоретические аспекты процессов коагуляции осадков городских сточных вод. Рассмотрены результаты научных исследований в области кондиционирования осадков городских сточных вод с целью улучшения их водоотдающих свойств. Излагаются факторы, влияющие на эффективность обезвоживания осадков. Изучены процессы механического обезвоживания осадков ГСВ с использованием различных аппаратов для механического обезвоживания. Отмечены роль и вклад в теорию и практику рассматриваемых задач обработки осадков ученых И. С. Туровского, С. В. Яковлева, Ю. В. Воронова, А. З. Евилевич, В. И. Калицуна, И. А. Сандаминова, У.А. Соатова, К. И. Усманова, Е. В. Двинских и др.

В результате изучения и анализа современного состояния вопроса по обработке осадков городских сточных вод следует, что:

- фактически все способы обработки осадков направлены на уменьшение их влажности и получение санитарно безопасного продукта;
- снижение влажности осадков достигается в процессе естественной сушки на иловых площадках или применением аппаратов для механического обезвоживания.
- в настоящее время наметилась тенденция к расширению использования механического обезвоживания осадков, внедрению данного способа при реконструкции и модернизации существующих очистных сооружениях.
- применение механического обезвоживания осадков городских сточных неэффективно без предварительной подготовки осадков (кондиционирования), заключающейся в улучшении водоотдающих свойств осадка;
- наиболее полно характеризующим водоотдающие свойства осадков является удельное сопротивление фильтрации R ;
- существуют различные способы улучшения водоотдающих свойств осадков городских сточных вод, наибольшее практическое применение получили коагуляция и флокуляция осадков с применением различных реагентов;
- так как данные, приведенные в литературе об использовании перед механическим обезвоживанием осадков городских сточных вод коагулянтов и флокулянтов весьма противоречивы, то выбор реагента должен осуществляться экспериментально с учетом свойств обрабатываемого осадка и применяемого оборудования для механического обезвоживания.
- для снижения стоимости обработки осадков возможно использование в качестве коагулянтов различных отходов промышленных производств,

которые содержат химические элементы и соединения, обладающие коагулирующими свойствами.

- одним из таких отходов является хлоридный плав титановых хлораторов, образуемый на титано-магниевого комбинатах.

- использование хлоридного плава в качестве коагулянта для улучшения водоотдающих свойств осадка является практичным решением для станции аэрации г. Усть-Каменогорска, т.к. данный отход-коагулянт является местным реагентом и в большом количестве образуется на АО «Усть-Каменогорском титано-магниевого комбинате».

Во второй главе обосновано применение хлоридного плава для кондиционирования осадков городских сточных вод, образуемых в процессе очистки городских сточных вод на Левобережной станции аэрации (ЛСА) г. Усть-Каменогорска. Изложена методика проведения исследования по кондиционированию осадков городских сточных вод с применением хлоридного плава. Приведены полученные в ходе экспериментальных исследований результаты.

Основными компонентами, входящими в состав хлоридного плава (плав хлоридов) являются хлориды железа и алюминия, в небольших количествах также содержатся хлориды титана, хрома, марганца, а также растворимый хлор. Действие хлоридного плава основывается на его гидролизе с образованием гидроокисей, укрупняющих частицы твердой фазы осадков и тем самым, уменьшающих удельное сопротивление фильтрации.

Экспериментальные исследования проводились с реальным осадком, образующимся при очистке городских сточных вод на станции аэрации г. Усть-Каменогорска и представляли собой эксперименты, состоящие из многочисленных серий опытов.

Эксперименты проводились при кондиционировании осадков хлоридным плавом, хлорным железом и хлоридным плавом совместно с известью и анализировались результаты снижения удельного сопротивления. При этом по результатам кондиционирования осадков хлорным железом, которое традиционно применяется для обработки осадков, контролировались результаты кондиционирования осадков хлоридным плавом.

При установлении границ расхода реагента в расчет принимались следующие соображения:

1. дозы реагентов должны быть минимальными и экономически целесообразными, обеспечивающими снижение удельного сопротивления осадка до показателей характеризующих нормальную работу оборудования для обезвоживания осадков;

2. дозы реагентов должны быть такими, чтобы не увеличивать концентрации ионов тяжелых металлов в осадке.

Согласно стандартной методике, удельное сопротивление, см/г, определялось опытным путем и вычислялось по формуле:

$$R = \left(\frac{2PF^2}{3 \cdot C} \right) \cdot b \quad (1)$$

где,

P – давление при котором осуществляется фильтрование, Па;

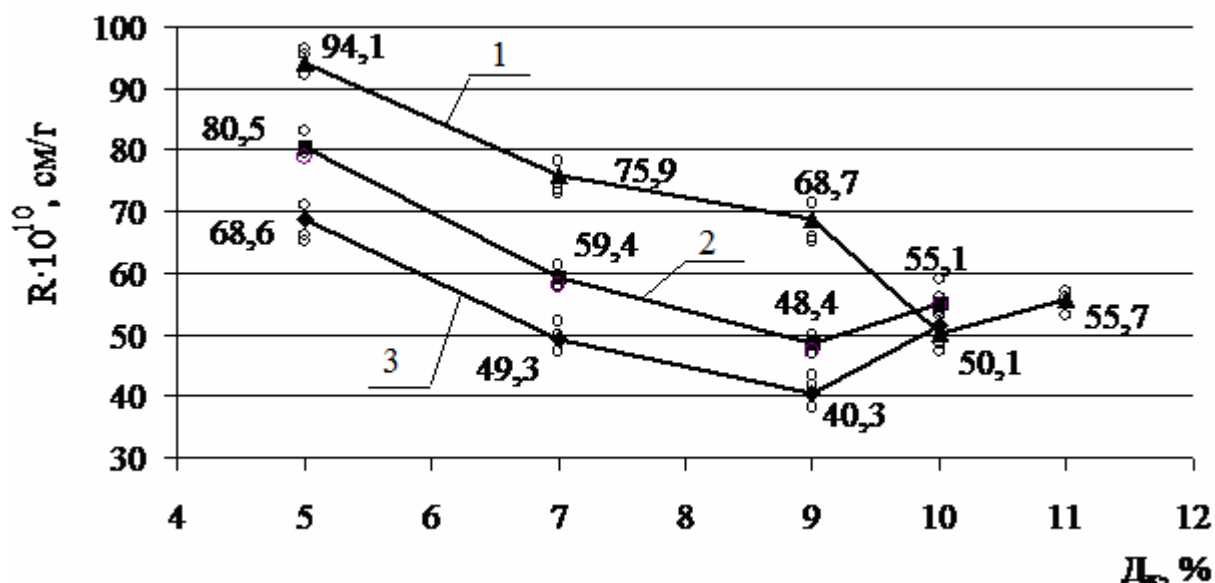
F – площадь фильтрующей поверхности, см^2 ;

η – динамическая вязкость фильтрата, принимается равной вязкости воды (при температуре 20°C равняется $0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$);

C – концентрация твердой фазы осадка – масса сухого вещества осадка, приходящиеся на единицу объема в естественном состоянии.

b – параметр, зависящий от условий опыта и определяемый по графику построенному в координатах $V_\phi - t/V_\phi$ (V_ϕ – объем фильтрата, см^3 , полученный за время фильтрования t).

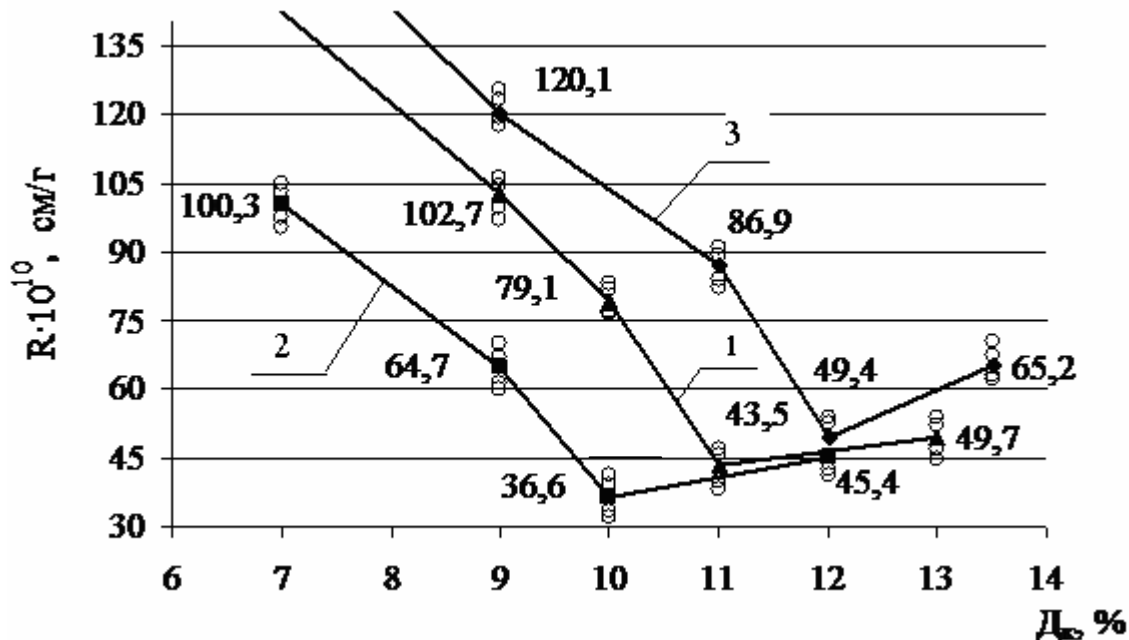
На рисунке 1 представлены результаты кондиционирования осадков первичных отстойников (ОПО) станции аэрации г. Усть-Каменогорска при обработке их хлоридным плавом.



1 – осадок $W=94,7\%$, $R= 560,1 \cdot 10^{10} \text{ см/г}$; 2 – осадок $W=97,7\%$, $R= 403,1 \cdot 10^{10} \text{ см/г}$; 3 – осадок $W=97,5\%$, $R= 387,7 \cdot 10^{10} \text{ см/г}$

Рисунок 1 – Изменение удельного сопротивления (R) ОПО, имеющих начальное удельное сопротивление $560,1 \cdot 10^{10} \text{ см/г}$, $403,1 \cdot 10^{10} \text{ см/г}$ и $387,7 \cdot 10^{10} \text{ см/г}$ ЛСА в зависимости от дозы хлоридного плава (D_k).

На рисунке 2 представлены результаты кондиционирования смеси осадков (СО) первичных отстойников и уплотненного избыточного активного ила станции аэрации г. Усть-Каменогорска при обработке их хлоридным плавом.



1 – смесь осадков $W=96,7$ %, $R=601,1 \cdot 10^{10}$ см/г; 2 – смесь осадков $W=97,4$ %, $R=511,7 \cdot 10^{10}$ см/г; 3 – смесь осадков $W=96,2$ %, $R=702,3 \cdot 10^{10}$ см/г

Рисунок 2 - Изменение удельного сопротивления (R) смеси осадков, имеющих начальное удельное сопротивление $601,1 \cdot 10^{10}$ см/г, $511,7 \cdot 10^{10}$ см/г и $702,3 \cdot 10^{10}$ см/г в зависимости от дозы хлоридного плава (D_k).

Полученные в ходе экспериментов результаты свидетельствуют о том, что во всей исследуемой области доз хлоридного плава значения удельного сопротивления значительно ниже, чем удельное сопротивление фильтрации некондиционированного осадка, т.е. эффективность применения данного реагента для подготовки осадков городских сточных вод ЛСА к обезвоживанию несомненна.

На основании результатов данного этапа исследований можно констатировать следующее: оптимальные дозы хлоридного плава, обеспечивающие минимальное удельное сопротивление осадков при обработке сырого осадка первичных отстойников составляют 7 – 10 % массы сухого вещества осадка (м.с.в.о.). Влажность осадка при данных дозах коагулянта снижалась до 86,0 – 84,7 %. Оптимальные дозы хлоридного плава при обработке смеси осадков составляют 10 – 12 % м.с.в.о. Влажность осадка при данных дозах хлоридного плава снижалась до 85,0 – 83,6 %.

При кондиционировании осадков первичных отстойников дозами хлоридного плава более 10 % м.с.в.о. и смеси осадков – дозами более 12 % м.с.в.о. наблюдалось снижение скорости водоотдачи и повышение удельного сопротивления фильтрации, поэтому исследования больших доз реагента не проводились.

Осадки ГСВ представляют собой труднофильтруемые суспензии. Кек, образованный в процессе фильтрования не обработанных реагентом осадков напоминает жидкую грязь, заиливают фильтровальную бумагу. При

обезвоживании, кондиционированных реагентами осадков ГСВ, их фильтрование происходит интенсивнее, за счет увеличения количества свободной воды при укрупнении частиц.

Для анализа скорости водоотдачи осадка при введении различных доз хлоридного плава представлен график зависимости объема выделяемого фильтрата от времени фильтрования (рисунок 3). Данный график построен для осадка первичных отстойников ЛСА имеющего начальное удельное сопротивление $403,1 \cdot 10^{10}$ см/г (влажность 97,7%) при кондиционировании хлоридным плавом (ХП) дозами 5%, 7%, 9%, 10 % м.с.в.о.

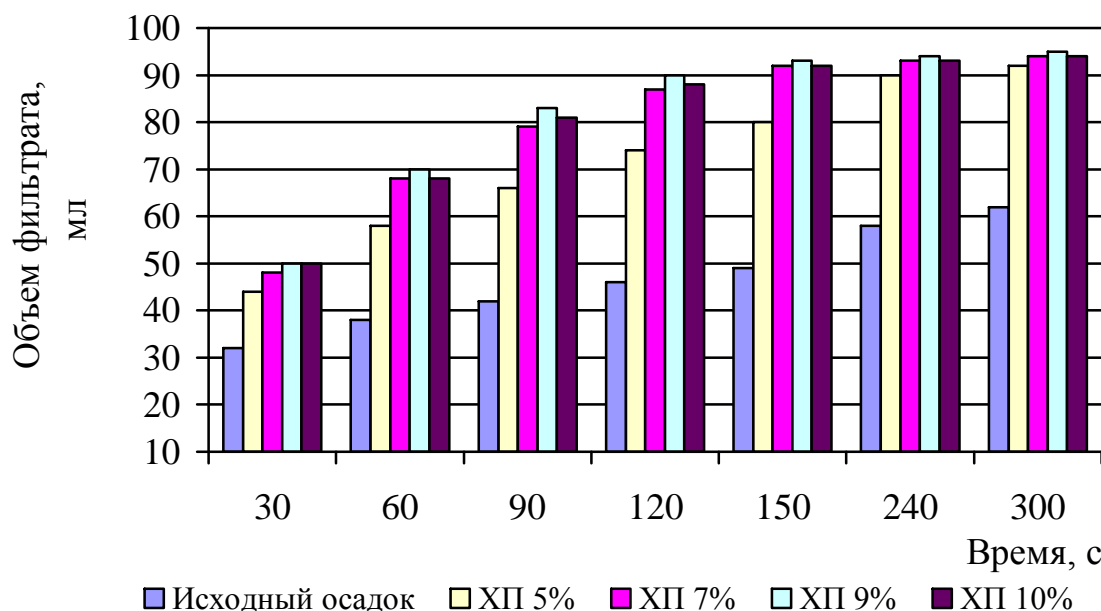


Рисунок 3 – Изменение объема фильтрата в зависимости от расхода хлоридного плава (объем пробы осадка - 100 мл)

Данные, полученные при проведении эксперимента и приведенные на рисунке 3, показывают, что при добавлении к осадку хлоридного плава объем выделяемого фильтрата увеличивается. Увеличение объема фильтрата подтверждает, что введение в осадок хлоридного плава способствует увеличению содержания свободной воды за счет уменьшения количества связанной воды при коагуляции частиц осадка.

В таблице 1 приведены результаты экспериментов при кондиционировании осадков первичных отстойников ($R = 403,1 \cdot 10^{10}$ см/г, $560,1 \cdot 10^{10}$ см/г, $387,7 \cdot 10^{10}$ см/г) и смеси осадков первичных отстойников и уплотненного избыточного ила ($R = 702,3 \cdot 10^{10}$ см/г, $601,1 \cdot 10^{10}$ см/г, $511,7 \cdot 10^{10}$ см/г). Данные экспериментальных исследований, приведенные в таблице 1 показывают, что расход хлоридного плава, обеспечивающий минимальное снижение удельного сопротивления находятся в пределах 7 – 12 % массы сухого вещества осадка, а хлорного железа при прочих равных условиях – в диапазоне 3 – 7 % массы сухого вещества осадка, но хлоридный плав также обеспечивает эффективное снижение удельного сопротивления.

Таблица 1 – Усредненные результаты кондиционирования осадков первичных отстойников и смеси осадков первичных отстойников и уплотненного избыточного ила ЛСА

№ серии	Характеристика исходного осадка				Характеристика осадка после коагуляции хлорным железом*				Характеристика осадка после коагуляции хлоридным плавром*			
	C, г/см ³	ρ, г/см ³	W, %	R·10 ¹⁰ , см/Г	Д _к , % м.с.в.о.	V _к , мл	R·10 ¹⁰ , см/Г	W, %	Д _к , % м.с.в.о.	V _к , мл	R·10 ¹⁰ , см/Г	W, %
1	0,0212	0,9225	97,7	403,1	1,5-3-5-7	0,3-0,6-1,0-1,5	82,1-63,2-40,1-47,9	90,2-87,9-86,3-86,3	5-7-9-10	1,0-1,5-1,9-2,0-2,3	76,5-61,4-48,4-55,1	85,9-85,5-85,2-85,2
2	0,0615	1,1611	94,7	560,1	1,5-3-5-7	0,9-1,8-3,1-4,3	105,3-84,4-48,4-46,9	86,0-84,9-84,5-83,1	5-7-9-10-11	3,0-4,3-5,5-6,0	94,1-85,9-68,7-50,1-55,7	87,4-86,8-86,2-86,0-86,0
3	0,0283	1,1304	97,5	387,7	1,5-3-5-7	0,4-0,8-1,4-2,0	80,7-62,0-39,4-54,1	88,4-86,9-85,1-85,1	5-7-9-10	1,4-2,0-2,5-2,8	68,6-50,3-40,3-51,6	85,4-85,0-84,7-84,7
4	0,036	0,9483	96,2	702,3	1,5-3-5-7	1,1-2,2-3,6-5,0	189,1-101,4-87,3-49,1	87,0-85,9-85,1-85,1	7-9-11-12-13,5	5,0-6,5-7,9-8,6-9,7	167,0-120,1-86,9-49,4-65,2	86,9-86,1-85,6-85,2-85,0-85,0
5	0,0305	0,9235	96,7	601,1	1,5-3-5-7	0,9-1,8-2,9-4,0	156,3-109,9-48,9-54,6	86,6-85,7-84,9-84,9	7-9-10-11-13,5	4,3-5,5-6,1-6,7-8,2	142,3-102,7-79,1-43,5-46,1	86,2-85,3-84,7-84,3-84,3
6	0,0211	0,8123	97,4	511,7	1,5-3-5-7	0,6-1,2-2,1-3,0	102,3-87,9-49,7-51,2	86,9-85,7-85,1-85,1	7-9-10-12	2,9-3,8-4,2-5,1	100,3-64,7-36,6-45,4	86,4-85,2-84,8-84,8

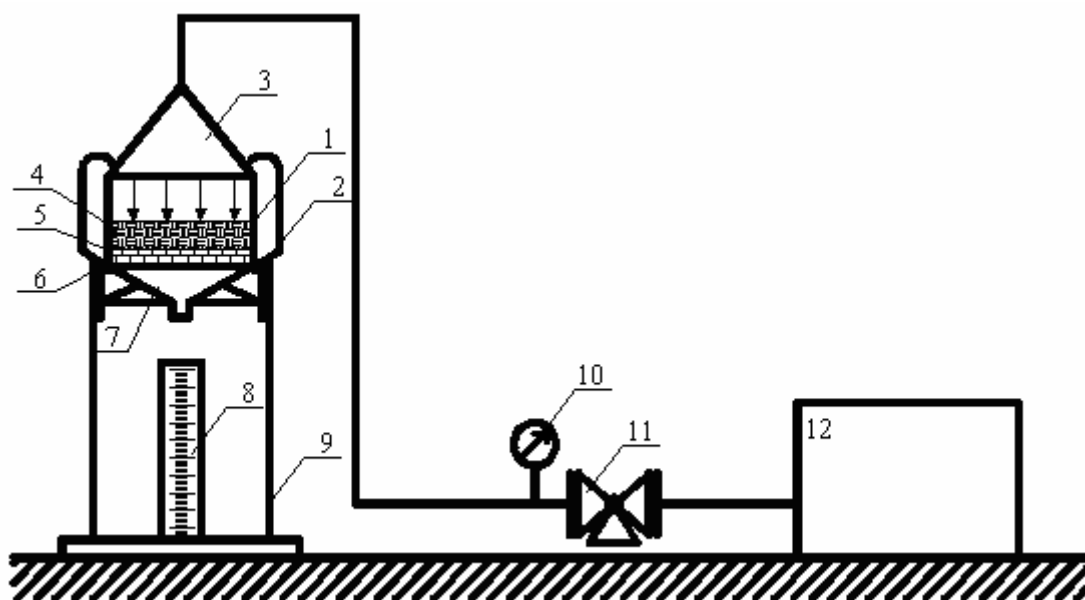
* Данные получены при фильтровании с постоянным значением вакуума - 450 мм рт.ст. Объем пробы осадка первичных отстойников – 100 мм; смеси осадка – 200 мл.

На следующем этапе исследования эксперименты проводились при введении хлоридного плава и извести. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при добавлении хлоридного плава 7 – 12 % м.с.в.о. и извести в количестве от 5 – 20 % м.с.в.о. возможно получение более низких значений удельного сопротивления. При этом влажность осадка снижалась до 74,5 – 83,2 %, что обеспечивало хорошее снятие кека с фильтровальной бумаги.

Проводимые в работе эксперименты при кондиционировании осадков городских сточных вод ЛСА были объемными и зависящими от многих факторов, поэтому для получения достоверных результатов, измерения при кондиционировании осадков были проведены параллельно в три серии. Повторяемость результатов измерений в определенных пределах измерений при доверительной вероятности (0,95) была оценена по критерию Кохрена. Оценка результатов экспериментов была произведена для осадков, имеющих разные свойства при оптимальных дозах хлоридного плава, обеспечивающих минимальные значения удельного сопротивления.

В третьей главе приводятся результаты экспериментальных исследований целью которых являлось определение оптимальных эксплуатационных параметров работы камерных фильтр-прессов для обезвоживания осадков ЛСА при кондиционировании их хлоридным плавом.

Исследования по определению оптимальных рабочих параметров камерных фильтр-прессов, проводились на опытно – экспериментальной установке, моделирующей работу фильтр-пресса, которая изображена на рисунке 4.



- 1 - съемный стакан фильтрующей воронки; 2 - зажимные крюки; 3 - съемная крышка; 4 - слой кека; 5 - фильтровальная ткань; 6 - днище фильтрующей воронки с отверстиями; 7 - воронка для стока фильтрата; 8 - мерный цилиндр; 9 - рама для крепления фильтрующей воронки; 10 - манометр; 11 - трехходовый спускной кран; 12 - компрессор

Рисунок 4 – Схема опытно – экспериментальной установки фильтр-прессования осадка.

Работу аппаратов для обезвоживания осадков городских сточных вод характеризуют такие параметры как продолжительность фильтроцикла, производительность, влажность кека. Экспериментальные исследования проводились с осадками, образованными на ЛСА г. Усть-Каменогорска.

Производительность фильтр-пресса по сухому веществу, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, определялась измерением массы кека, образованным при фильтровании осадка при различных давлениях и вычислялась по следующей формуле:

$$L = \frac{G(100 - W_k)}{100 \cdot F \cdot t} \quad (2)$$

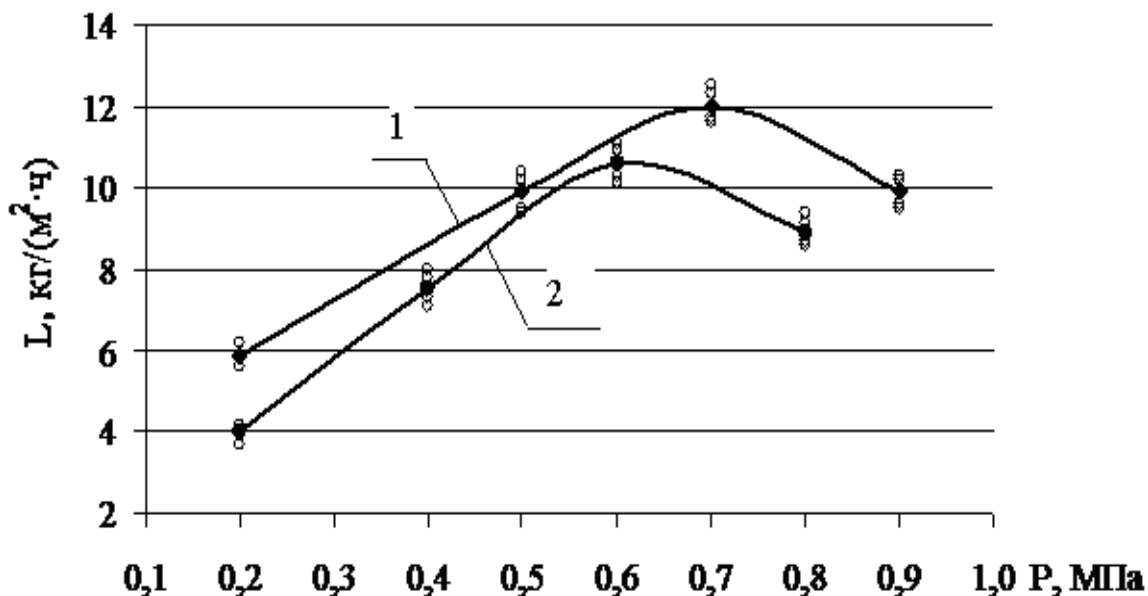
где, G – масса кека, кг;

W_k – влажность кека, %;

F – площадь фильтра, м^2 , ($0,01 \text{ м}^2$);

t – продолжительность фильтроцикла, ч.

Зависимость производительности фильтр-пресса от давления фильтрации, определенная на основе средних экспериментальных результатов и вычисленная по формуле (2) приведена на рисунке 5.



1- осадок первичных отстойников; 2 – смесь осадка первичных отстойников и уплотненного избыточного ила.

Рисунок 5 - Зависимость производительности фильтр-пресса (L) от значения давления (P) при обезвоживании различных типов осадков городских сточных вод ЛСА.

Как видно из рисунка 5, наименьшая производительность фильтр-пресса при обезвоживании осадка первичных отстойников и смеси осадка первичных отстойников и уплотненного избыточного активного ила Левобережной станции аэрации г. Усть-Каменогорска наблюдается при давлении равном

0,2 МПа и соответствует значениям 4,0 – 5,9 кг/м²·ч. При дальнейшем повышении давления происходит увеличение производительности фильтр-пресса. При этом наибольшая производительность при обезвоживании смеси осадков наблюдается при давлении фильтрации равным 0,6 МПа и усредненное значение проведенной серии экспериментов равняется 10,6 кг/м²·ч. При фильтровании смеси осадков, образованными на ЛСА г. Усть-Каменогорска при повышении давления выше 0,6 МПа происходило снижение производительности до значений 6,4 – 10,5 кг/м²·ч. Наибольшая производительность при обезвоживании осадков первичных отстойников наблюдается при давлении фильтрации равным 0,7 МПа и значение производительности фильтр-пресса равняется 12,0 кг/м²·ч. При дальнейшем повышении давления также происходило снижение производительности фильтр-пресса. Анализ полученных экспериментальных зависимостей позволяет заключить, что оптимальным давлением фильтрации, которое обеспечивает максимальную производительность, является давление 0,6 – 0,7 МПа, при этом образуется хорошо снимаемый с фильтровальной ткани кек влажностью 59,0 – 62,2 %.

В четвертой главе рассмотрена работа Левобережной станции аэрации (ЛСА) г. Усть-Каменогорска, приведены характеристика поступающих сточных вод и образуемых в процессе очистки сточных вод осадков. Приводится обоснование проектных решений по кондиционированию осадков городских сточных вод ЛСА хлоридным плавом, принятых на основании результатов исследований. Разработаны технологические решения для обезвоживания осадков с помощью камерных фильтр-прессов и предварительным коагулированием хлоридным плавом и известью. Рассчитаны необходимые количества реагентов, требуемая площадь фильтр-прессов, а также количество образуемого кека и фильтрата при фактических расходах сточных вод, поступающих на Левобережную станцию аэрации г. Усть-Каменогорска.

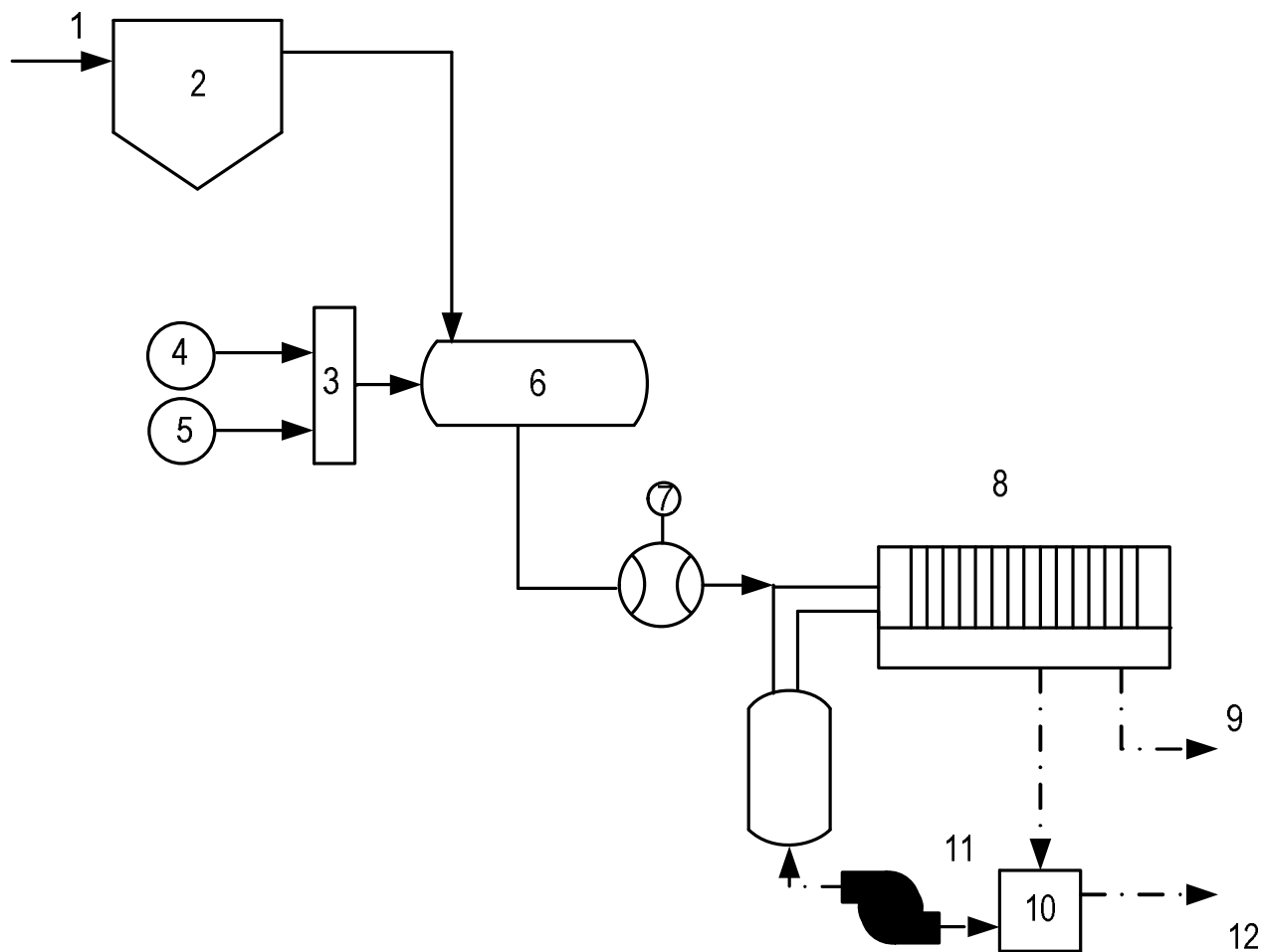
Основанием для разработки технологической схемы реконструкции сооружений по обработке осадков городских сточных вод ЛСА явилось: неудовлетворительное состояние технологической схемы обработки осадков (бездействуют метантенки, цех механического обезвоживания осадков); фактическая нагрузка на иловые площадки превышает проектные значения, что приводит к гниению осадка и ухудшению экологической обстановки при складировании осадка на иловых площадках; наличие апробированных и эффективных методов кондиционирования осадков городских сточных вод ЛСА с применением в качестве коагулянта хлоридного плава.

При максимальном поступлении сточных вод объем образуемого при обезвоживании кека влажностью 60 % составляет 67 м³/сут; объем фильтрата – 699 м³/сут. Согласно, проверочному расчету площадь иловых карт будет достаточна для временного хранения обезвоженного осадка. Также были проанализированы токсикологические свойства кека и фильтрата, по полученным результатам можно заключить, что использование хлоридного плава в качестве коагулянта перед механическим обезвоживанием не будет оказывать отрицательного воздействия на работу сооружений биологической

очистки сточных вод.

Предлагаемая технологическая схема обезвоживания осадков ЛСА на фильтр-прессах, показана на рисунке 6.

Технологическая схема кондиционирования и последующего обезвоживания осадков включает в себя следующие основные сооружения: резервуар, предназначенный для регулирования расхода осадков и смешения осадков первичных отстойников и уплотненного избыточного активного ила; смеситель, где происходит смешение смеси осадка с реагентами; камерные фильтр-прессы. После обезвоживания кек поступает для погрузки в автотранспорт или временного складирования на иловые площадки.



1 – подача осадка; 2 – резервуар-регулятор расхода осадка; 3 – узел приготовления и подачи реагентов; 4 – известь; 5 - хлоридный плав; 6 – смеситель; 7 – насос подачи осадка на фильтр-пресс; 8 – фильтр-пресс; 9 - обезвоженный осадок (кек); 10 – резервуар фильтрата; 11 – насос подачи воды для регенерации фильтровальной ткани; 12 – отведение фильтрата в голову очистных сооружений.

Рисунок 6 – Технологическая схема обезвоживания осадков городских сточных вод на фильтр-прессе.

В пятой главе для определения эффективности кондиционирования осадков ЛСА хлоридным плавом были вычислены годовые эксплуатационные затраты в двух вариантах:

1 вариант – использование в качестве реагента хлорного железа;

2 вариант – использование в качестве реагента хлоридного плава АО «Усть-Каменогорский титано-магниевого комбинат».

Экономичность технологической схемы обработки осадков, подтверждается себестоимостью обработки 1 м^3 осадка, которая определяется как отношение годовых эксплуатационных затрат к годовому количеству осадков образующихся при очистке сточных вод. Снижение себестоимости обработки 1 м^3 осадков по второму варианту составляет – 49,6 тенге, это обеспечивает годовой экономический эффект равный 13867,6 тыс. тенге.

Заключение

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

1. Проведенные исследования позволили установить целесообразность применения хлоридного плава для кондиционирования осадков городских сточных вод Левобережной станции аэрации.

2. Экспериментальные исследования были проведены с осадками ЛСА, имеющих различные свойства, поэтому оптимальные дозы хлоридного плава были установлены для широкого диапазона значений исходных характеристик осадков.

3. На основании результатов проведенных исследований можно констатировать следующее: дозы хлоридного плава, обеспечивающие минимальные значения удельного сопротивления фильтрации при обработке осадка первичных отстойников ЛСА составляют 7 – 10 % массы сухого вещества осадка (м.с.в.о.), при обработке смеси сырого осадка первичных отстойников и уплотненного избыточного активного ила дозы хлоридного плава составляют 10 – 12 % м.с.в.о. и дозы извести 15 – 20 % м.с.в.о. Эти дозы обеспечивают снижение влажности осадков до 74,3 – 83,2 %. Данные значения влажности осадка обеспечивают хорошее снятие кека с фильтроткани при механическом обезвоживании.

4. Исследования работы фильтр-прессов при обезвоживании осадков сточных вод ЛСА позволили установить, что: оптимальным давлением фильтрации, которое обеспечивает максимальную производительность, является давление 0,6 – 0,7 МПа, продолжительность фильтрации составляет 10 – 20 мин.

5. Использование хлоридного плава обеспечивает снижение экономических затрат при обработке осадков, исключается загрязнение почв и подземных вод в местах устройства площадок захоронения хлоридного плава.

6. Проведено технико-экономическое сравнение вариантов обработки осадков – с применением хлорного железа и применением отхода титано-магниевого производства - хлоридным плавом.

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

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов. Полученные результаты могут быть использованы на очистных сооружениях городских сточных вод в регионах, где находятся предприятия цветной металлургии.

Оценка технико-экономической эффективности внедрения. Внедрение способа кондиционирования осадков городских сточных вод хлоридным плавом обеспечивает эффективную работу аппаратов механического обезвоживания. Ожидаемый годовой экономический эффект при внедрении рекомендуемой технологической схемы составит 13867600 тенге.

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области. Предлагаемая работа по научно-практической значимости соответствует современному научно-техническому и технико-экономическому уровню в области обработки и обезвоживания осадков городских сточных вод.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1 Крюкова Е. Н., Колпакова В. П. Способы кондиционирования осадков перед механическим обезвоживанием.// «Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева». – 2007. №4 (38) – С. 98 – 101.

2 Крюкова Е. Н., Колпакова В. П. Утилизация осадков городских сточных вод.// Труды Международной научно-практической конференции «Архитектура и строительство в новом тысячелетии».- Алматы, КазНТУ им. К.И.Сатпаева.- 2008.- С. 399 – 403.

3 Колесникова Е. Н. Обезвреживание осадков городских сточных вод.// «Поиск», серия архитектура и строительство, 2009. №1. – С. 146 – 148.

4 Колесникова Е. Н. Экологические проблемы обработки осадков сточных вод.// Научные труды Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана» (Сагиновские чтения №1). – 2009. – С. 277 – 278.

5 Колесникова Е. Н. Эффективность применения отходов титано-магниевого производства для кондиционирования осадков городских сточных вод // Известия научно-технического общества «КАХАК».-2010. №5 (30).- С.125-127.

6 Колесникова Е. Н. Кондиционирование осадков городских сточных вод отходами АО «УК ТМК»// Международная конференция «Жилищно-коммунальное хозяйство Республики Казахстан: проблемы, решения и перспективы». - 2010. – С. 72 – 75.

ТҰЖЫРЫМ

Колесникова Екатерина Николаевна

Камералы пресс сүзгі арқылы қалалық сарқынды сулардың тұнбаларын механикалық сусыздандыру

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

Зерттеу аймағы. Зерттеу нысандары болып Өскемен қаласының Ертістің сол жағалауындағы аэрация станциясындағы қалалық сарқынды суларды тазалау кезіндегі тұнбалар болып табылады.

Жұмыстың мақсаты: титан-магнитті өндіріс қалдықтары арқылы камералы пресс-сүзгідегі қалалық сарқынды сулардың қалдықтарын сусыздандыру технологиясын жаңарту.

Зерттеу әдістері қалалық сарқынды су қалдықтарын зерттеудің физико-химиялық әдістері; сүзгі-пресс жұмыстары мен тұнбаны сусыздандыру процесстерін тәжірибелі-экспеименттік зерттеу; зерттеу нәтижелерін математикалық өңдеу.

Зерттеу міндеттері. Берілген жұмыста алға қойылған мақсаттардың негізгі тапсырмалары сәйкесінше қарастырылды:

- қалалық сарқынды су қалдықтарын өңдеу үшін теориялық және эксперименттік берінділерді жүйелеу мен талдау;
- титан-магнитті өндіріс қалдықтарын өңдеу барысында Өскемен қаласындағы аэрация станциясының қалдықтарын сусыздандыру процестерінің заңдылығын анықтау;
- титан-магнитті өндіріс қалдықтарын реагент ретінде қолдану барысында сүзгі-пресс жұмысының тиімділігін анықтау үшін тәжірибелік-эксперименттік зерттеу жүргізу.

Жұмыстың нәтижелері:

Өскемен қаласындағы Ертістің сол жағалау аэрация станциясындағы қаладан келген сарқынды суды механикалық сусыздандырудың алдында, хлорлы балқымамен, әкті, сілтіні қолдана отырып өңдеу технологиясын эксперименталдық зерттеу жұмыстары арқылы дұрыс екені дәлелденді және осы өңдеу әдісі хлорлы балқымамен тұнбаны өңдеудің баламалы шешімі болып табылды.

Зерттеу әдісімен концентрацияланған хлорлы балқыма тұнбадан судың бөлінуін жеңілдетіп, сүзгілеу уақытын үнемдейтіні анықталды. Жасалған эксперименталдық зерттеулер бойынша келесі тұжырымдарға келуге болады;

Ең аз мөлшерде хлорлы балқыма, станцияның тұнбаны өңдеу құрал жабдығын біртекті жұмыс істеуіне және сарқынды суды 7 – 10%, активті тұнбаны – 9 – 12%, ал әкті 5 – 20 % тазалау дәрежесін көтеруге мүмкіндік берді. Бұл қоспалар тұнбаның ылғалдылығын 74,5 – 83,7% төмендетуге мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер бойынша сүзгілеудің оптималды жұмыс істеу

қысымы 0,6 – 0,7 МПа деп, сүзгілеуден 59,0 – 62,2% ылғалдылығы бар тұнбаны алуға болатындығы анықталды.

Жұмыстың апробациясы. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университетінің Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясында (2009 ж.), Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінде, (2009 ж.) Қазақстан Республикасының «Тұрғын коммуналды шаруашылық» халықаралық конференциясында (2010 ж.) талқыланып, қолдау тапты.

Диссертация материалдары бойынша 6 баспа жұмысы жарық көрген, соның ішінде 3 мақала ҚР БҒМ білім саласын бақылау аймағы комитетіне ұсынылған баспаханадан шығарылған.

Жұмысты тәжірибелік бағалау. Алынған эксперименттік зерттеу нәтижесі механикалық сусыздандыру цехын қайта құру жобасына қосу үшін Өскемен қаласының Ертістің сол жағалау аэрация станциясына пайдалануға ұсынылды.

Сонымен қатар физико-химиялық құрамын нашарлатпай қалдықты өңдеу құнын төмендетуге мүмкіндік береді.

Нақты нәтижелерді пайдалану арқылы ұсыныстарды зерттеу. Алынған нәтижелер титан-магнитті өндірістік кәсіпорынның хлорлы балқыма қалдықтарын қалалық сарқынды сулардың тұнбасын өңдеу үшін пайдалануға болатыны көрсетіледі.

Өндіріске енгізудің техника-экономикалық тиімділігін бағалау. Қалалық сарқынды сулардың тұнбаларын өңдеудің технологиясы, оның экономикалық тиімділігі жылына 13867,6 мың теңгені құрайды.

RESUME

Kolesnikova Yekaterina

Mechanical dehydration of city wastes sediments with the use of chamber filter presses

05.23.04 – Water Supply, sewerage, construction systems of water resources protection

The object of the research. The object of the research is the sediments formed during the treatment of the city waste water at aeration plant in Ust-Kamenogorsk.

The goal of work: development of the technology of the city wastes sediments dehydration on chamber filter presses with the use of titanium-magnesium production waste.

Methods of the research include physical-chemical methods of studying the city waste water sediments; sample-experimental studying the process of conditioning the sediments and filter-presses work; mathematical processing of the research results.

The goals of the research. In the given work in accordance with the put goal the following tasks have been solved:

- analysis and systematization of theoretical and experimental data about the treatment of the city waste water sediments;

- studying the regularity of the process of sediments conditioning at Ust-Kamenogorsk aeration plant during their treatment with the wastes of titanium-magnesium production;

- conducting sample-experimental research for determining the operational parameters of filter-presses effective work with the use of titanium-magnesium production wastes as a reagent.

The results of the work:

Experimental research have proved the supposition that the effective way of the city waste water sediments treatment at Ust-Kamenogorsk Levoberezhnaya aeration plant is the treatment with chloride fusion cake with lime causticization, and the given method can be considered as an alternative to the traditional method of the sediment treatment with iron acid. It has been found experimentally that conditioning with chloride fusion cake improves the sediment runout and shortens the filtration period.

The results of the conducted research allow to conclude that minimum doses of chloride fusion cake provide stable work of the equipment for the sediment runout during the treatment of primary clarifier raw sediment; these doses make 7 – 10 % of the sediment dry substance; during treating the mixture of raw sludge and compressed activated sludge the dose is 9 - 11% of the sediment solid mass (ssm) and the dose of lime is 5-20% ssm. These doses provide the decreasing of the sediment moisture down to 74.5 - 83.7%.

The analysis of the experimental data allow to conclude that the optimal pressure of filtration that provides maximal efficiency is the pressure of 0.6 – 0.7 MPa; thus, we get well removed from filter cloth cake with moisture of 59,0 – 62,2 %.

Approbation of work. The basic statements of the Dissertation work have been discussed and approved on international scientific-practical conferences in K. Satpaev Kazakhstan National Technical University (2009), Karaganda State Technical University (2009), International Conference “Housing and Communal Services of the Republic of Kazakhstan: Problems, Decisions, and Perspectives” (2010).

Practical value and realization of the research results.

The obtained results of the experimental research were recommended for the use at Ust-Kamenogorsk Levoberezhnaya aeration station for including into the project for reconstruction the shop for mechanical dehydration. This can promote the decreasing cost of sediments treatment without deterioration of their physical-chemical properties.

Development of recommendations for the concrete use of the results. The obtained results can be used at the treatment plants where they treat city waste water in the regions having the enterprises of titanium-magnesium production.

Technical and economic efficiency of adoption. If we adopt the scientific developments for conditioning the sediment of the city waste water by chloride fusion cake, the annual economic efficiency will make 13,867.6 thousand tendes.

Подписано в печать 26.11.2010 г.
Формат издания 60?84 1/16. Бумага офсетная.
Объем 1,37 п.л. Тираж 100 экз. заказ № 958
Отпечатано в типографии КазНТУ
г. Алматы, ул. Ладыгина, 32