

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Макалада ыплас сууларды көптөгөн кошулмалардан тазалоо суроосу каралган.

В статье рассмотрены вопросы по удалению из сточных вод большой концентрации взвешенных веществ.

In article the question of clearing of industrial sewage on removal of high concentration of the weighed substances is considered.

Охрана и рациональное использование водных ресурсов являются одной из важных задач в обеспечении экологической безопасности Республики Казахстан. Одним из эффективных путей решения этой проблемы является создание оборотных замкнутых систем использования воды на промышленных предприятиях. Разработка таких ресурсосберегающих систем на промышленных комплексах становится основным направлением в решении задач предотвращения загрязнения природных водных источников. В данной работе большое внимание уделяется внедрению новых технологий для очистки сточных вод после системы мокрого золоудаления (МЗУ) с высоким содержанием взвешенных частиц.

Актуальность проблемы

В настоящее время самым распространенным способом выделения из воды взвешенных веществ, золы и шлака после системы МЗУ котельных является простое отстаивание в шламонакопителях. Как правило, эти сооружения находятся вблизи населенных пунктов либо непосредственно на их территории. Эксплуатация шламонакопителей приводит к неблагоприятной экологической обстановке как воздушного, так и водного бассейна, а также почвы.

При очистке сточных вод после системы МЗУ была исследована возможность применения в качестве реагентов отходов титано-магниевого производства – хлоридного плава и гипохлоритной пульпы.

Таким образом, разработка технологии очистки сточных вод после системы МЗУ котельных приобретает актуальность на современном этапе решения вопросов очистки данных сточных вод с целью охраны окружающей среды. Внедрение разработанной технологии очистки позволит достичь высокого эффекта осветления сточных вод с внедрением оборотной системы использования воды на подобных предприятиях для систем МЗУ, что приведет к сокращению

забора свежей воды и исключению сброса сточных вод. Одновременно с этим происходит утилизация отходов титано-магниевого производства, исключается загрязнение ими почв и подземных вод в местах устройства площадок захоронения отходов.

Сточные воды, содержащие высокую концентрацию взвешенных веществ, могут быть различными по своему происхождению, составу и свойствам. Такого рода воды обычно содержат взвешенные вещества от 1000 мг/дм до 10000 мг/дм. Очистку от взвешенных веществ, содержащихся в сточных водах, можно осуществлять следующими способами: в поле центробежных сил, гравитационным и осветлением в слое взвешенного осадка.

Выделение взвешенных веществ в поле центробежных сил, основанное на выделении частиц под действием центробежной силы, осуществляют центрифугированием и в гидроциклонах /1–6/.

При определении эффекта осветления определяющим фактором является размер и удельная масса осаждающихся частиц. Для этих целей применяют отстойники непрерывного действия (проточные) – горизонтальные, радиальные и вертикальные разных конструктивных модификаций.

Для интенсификации процессов осветления применяют высокопроизводительные компактные отстойники, в основу конструкции которых положено устройство, работающее по принципу осаждения частиц загрязнения в потоке, представляющем собой тонкий слой. Высота слоя осаждения частиц в тонком слое составляет 3-10 см, что в 30-100 раз меньше глубины слоя осаждения в простых отстойниках. Уменьшение высоты слоя осаждения частиц в тонком слое приводит к сокращению времени пребывания воды в отстойниках и к значительному уменьшению объема сооружений в целом. Если в отстойнике глубиной 3 м частица с гидравлической крупностью 0,5 мм осаждается за 100 мин, то в отстойнике, оборудованном тонкослойными блоками с высотой слоя осаждения 6 см, – за 2 мин. Конструкция устройств для тонкослойного осаждения с наклонными элементами обеспечивает непрерывное сползание осадка в осадочную часть отстойника. Периодическое или непрерывное удаление осадка возможно без прекращения технологического процесса осветления воды, что значительно упрощает эксплуатацию сооружений.

Обоснование технологических преимуществ отстаивания воды в слое с малой высотой осаждения опубликовано в работах /7, 8/. Тонкослойные отстойники классифицируются по следующим признакам:

- по конструкции наклонных блоков: трубчатые (в виде труб различного поперечного сечения) и полочные (образованные плоскими или гофрированными полками);
- по режиму работы: циклического и непрерывного действия;
- по направлению движения жидкости и осадка: с поперечным (перекрестным) движением – вода движется горизонтально, а осадок сползает вниз по наклонным полкам тонкослойного элемента; с прямым движением – вода и осадок движутся в межполочном пространстве в одном направлении – сверху вниз; с обратным (противоточным) движением – вода движется восходящим потоком, осадок движется нисходящим потоком; комбинированные – в отстойнике

устанавливают несколько блоков тонкослойных элементов, направление течения жидкости в которых поочередно меняется с нисходящего на восходящее.

Тонкослойные элементы отстойников могут быть выполнены из гибких материалов, не обладающих достаточной жесткостью (различные ткани, полимерные пленки и т.д.) или из материалов, обладающих достаточной жесткостью (различные металлы, дерево, пластмассы, асбестоцементные листы, стекло и т.п.).

Выбор типа тонкослойного отстойника определяется, в первую очередь, характером загрязнений, содержащихся в сточной воде.

Отстойники циклического действия с обратным направлением движения жидкости и осадка целесообразно применять при осветлении сточных вод от грубодисперсных примесей, концентрация и гидравлическая крупность которых имеют невысокие значения. Отстойники непрерывного действия с прямым направлением движения жидкости и осадка эффективны при очистке сточных вод, загрязненных преимущественно всплывающими примесями и сравнительно небольшим количеством тяжелых оседающих частиц. Отстойники непрерывного действия с обратным направлением движения жидкости и осадка целесообразно применять для очистки сточных вод, в составе которых преобладают оседающие вещества.

Отстойники с поперечным и комбинированным направлением жидкости и осадка являются универсальными, близки по технологическим показателям и пригодны для выделения как всплывающих, так и оседающих примесей.

Разработка многоярусных тонкослойных отстойников началась в СССР в 30-е годы. В 1936 г. В.А. Радциг предложил конструкцию горизонтального отстойника для осветления природной воды в соответствии с рис. 1, оборудованную поперечными перегородками, делящими ее по высоте на тонкослойные камеры.

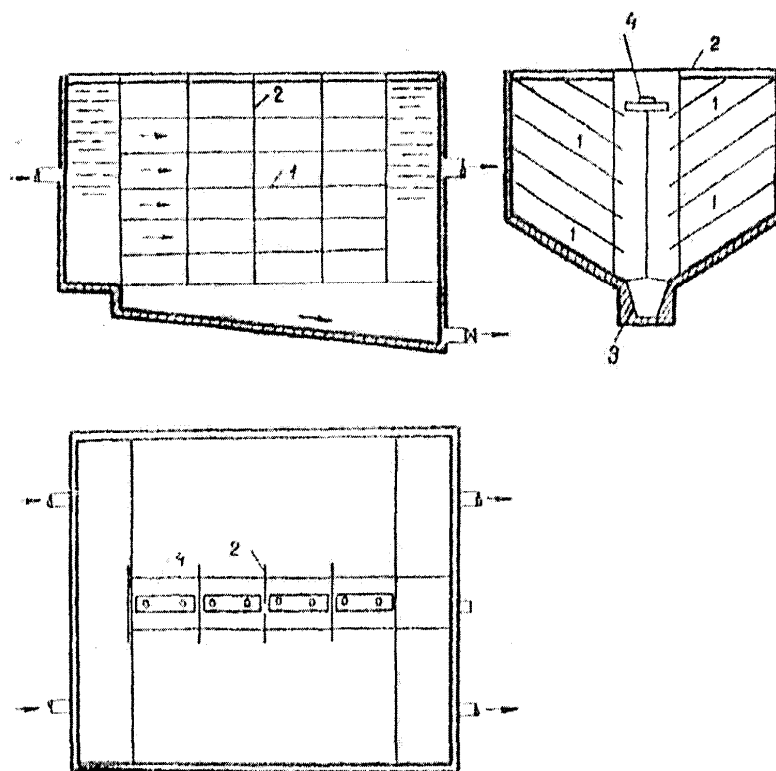


Рис. 1. Горизонтальный отстойник для воды:

1 – перегородки; 2 – поперечные перегородки; 3 – камера для осадка;

4 – балка для закрытия камеры

НИИКВОВ АКХ им. К.Д. Памфилова были разработаны компактные установки заводского изготовления «Струя» /9-12/, которые могут применяться для очистки природной воды с любой цветностью и концентрацией взвешенных веществ до 1000 мг/дм. Высокая эффективность работы установок достигается за счет использования метода тонкослойного осаждения в пучке наклонных трубок, совмещенных с камерой хлопьеобразования, в которой происходит естественная циркуляция осадка. Установка работает в напорном режиме и одновременно происходит промывка отстойника и фильтра водой без устройства специального оборудования.

В ЛИИЖТе был исследован экспериментальный горизонтальный отстойник /13/, снабженный параллельными пластинами.

Малоизученной до последнего времени оставалась проблема разработки тонкослойных отстойников для процессов осветления высокомутных природных и промышленных сточных вод с содержанием взвешенных веществ 2500 мг/дм и выше. Очистка таких вод необходима не только для целей питьевого, но и промышленного водоснабжения

Очистка природных вод с высокой мутностью имеет ряд специфичных проблем, связанных с трудностями равномерного распределения высококонцентрированных взвешенных частиц с различной гидравлической крупностью в потоке очищаемой воды, быстрым накоплением и уплотнением осадка в сооружениях и его удалением, сложностью технологического процесса осветления воды, содержащей большое количество мелкодисперсной взвеси.

Авторами /14/ был предложен тонкослойный отстойник, представленный на рис. 2, для очистки воды от взвешенных веществ, в котором с целью повышения эффективности очистки воды и коэффициента объемного использования сооружения наклонные полки выполнены в виде двухгранных углов, состоящих из нижних вертикальных и верхних наклонных пластин, при этом угол наклона наклонных пластин уменьшается в направлении движения жидкости.

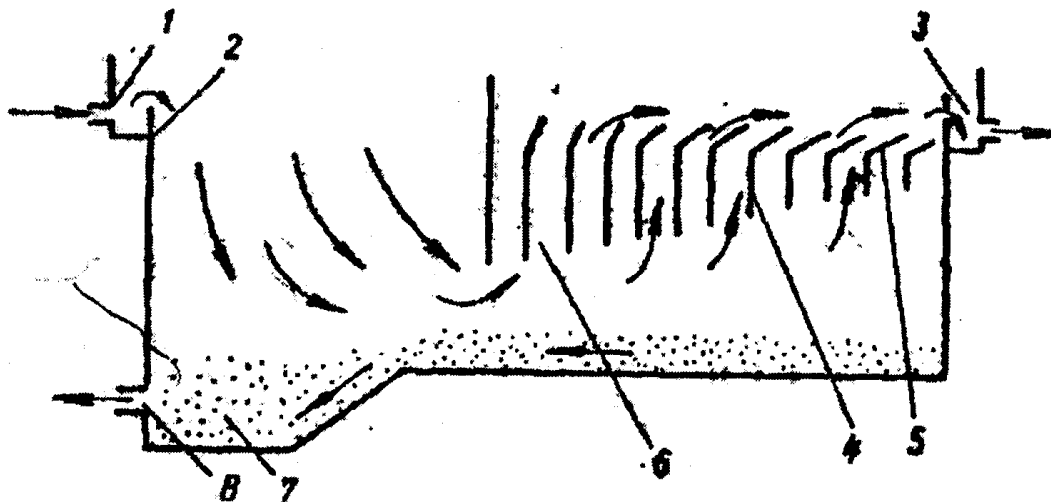


Рис. 2. Тонкослойный отстойник:

- 1 – подающий трубопровод; 2 – распределительное устройство; 3 – сборный лоток;
 4 – вертикальные наклонные полочные осадительные секции; 5 – наклонные пластины;
 6 – отстойная зона; 7 – зона накопления осадка; 8 – отводной трубопровод

При разработке тонкослойных элементов одним из важнейших вопросов является выбор материала полок модулей, от которого зависят эффективность, надежность и срок службы. На срок службы модулей оказывает влияние химический состав сточных вод, температура, скорость движения и др. Опыт применения модулей из дерева показал, что сточные воды с повышенной рН оказывают особое влияние на химическое разрушение дерева. Так при $pH = 9$ интенсивность разрушения лиственницы и дуба возрастает в 2-3 раза, а сосны и ели – в 10-16 раз. Поэтому рН сточной воды не должна превышать 8. Хлориды, сульфаты и соли жесткости также повышают степень разрушения деревянных полок. В этих случаях рекомендуется применение различных защитных антисептиков (акридин, хиколин, селькур и др.).

Наиболее распространенным приемом интенсификации процессов очистки является применение различных реагентов, вызывающих коагуляцию и флокуляцию загрязнений.

Обработка воды может производиться добавлением к ней минеральных солей с гидролизующимися катионами, анодным растворением металлов или простым изменением рН среды, если в обрабатываемой воде уже содержатся в достаточном количестве катионы, способные образовывать при гидролизе малорастворимые соединения.

В практике очистки сточных вод с высоким содержанием взвешенных веществ традиционно в качестве коагулянтов обычно используются соли алюминия, соли железа или их смеси в разных пропорциях. Дефицит вышеуказанных реагентов-коагулянтов и высокая их стоимость привели к изысканию более доступных реагентов для обработки сточных вод.

Одним из направлений в решении вопроса полного и комплексного использования сырья, создания безотходного производства, охраны окружающей среды является использование отходов различных производств при очистке сточных вод с высоким содержанием взвешенных веществ.

Наибольшее применение в мировой и отечественной практике очистки воды с использованием коагулянтов получил сернокислый алюминий (сульфат алюминия), который производят в процессе обработки серной кислотой (H_2SO_4) сырой или обезвоженной глины (каолин, бокситы, нефелин и др.) с последующей фильтрацией раствора, полученного упаркой и кристаллизацией.

Получить сульфат алюминия можно также путем кипячения алюминиевой стружки, анодного растворения алюминиевых листов в серной кислоте H_2SO_4 и обработкой отходов металла кислотами и щелочами.

Исходными продуктами для получения алюмината натрия и оксихлорида алюминия служат свежесажженная гидроокись или окись алюминия. Первый коагулянт получают растворением этих продуктов в разбавленной щелочи (NaOH), второй – в разбавленной соляной кислоте (HCl).

Иногда для получения $Al_2(OH)_nCl_{6-n}$ используют хлористый алюминий, являющийся отходом алюминиевой промышленности или полученный посредством анодного растворения алюминия в растворе поваренной соли. В Японии предложен способ получения оксихлорида алюминия непосредственно из глины, кальцинированной при температуре плюс 600 °С.

Алюминийсодержащие коагулянты изготавливают и поставляют на очистные сооружения в виде кусков и плит, порошка, гранул, а также в виде желе и растворов, содержащих от 7 до 32 % Al_2O_3 .

Помимо коагулянтов для обработки сточных вод можно использовать различные глины, алюмосодержащие отходы промышленности, пасты и смеси.

Наибольшее распространение имеет также хлорное железо, которое получают обработкой жидким хлором железного лома, иногда непосредственно на водоочистных станциях [15, 16]. Кроме этого используются также методы анодного растворения железа в растворах поваренной соли или серной кислоты.

Также немаловажны смеси солей алюминия и железа, которые приготавливают заранее (в растворных баках) или в самой обрабатываемой воде за счет одновременного или последовательного дозирования их растворов.

Использование в качестве коагулянтов солей алюминия и железа при очистке воды и обработке осадков эффективно, но сравнительно дорого. Поиск новых реагентов, обладающих коагулирующей способностью, привел к использованию различных отходов промышленных

производств. В 1977-78 гг. в г. Златоусте Челябинской области введены в строй очистные сооружения городской канализации, в технологической схеме которых нашли применение отходы предприятий черной металлургии.

В качестве более дешевого реагента в сравнении с хлорным железом автором статьи /17/ были рекомендованы следующие товарные реагенты для очистки промышленных стоков золотоизвлекательных фабрик: хлорная известь, гипохлорит кальция, жидкий хлор, гипохлоритные растворы кальция и натрия, гипохлоритная пульпа.

Для очистки природных и сточных вод авторами /18-22/ были предложены новые реагенты из промышленных отходов, содержащие соли алюминия.

Обширные исследования проведены по коагуляции городских сточных вод одним из основных отходов титано-магниевого комбинатов – хлоридным плавом (плавкие хлориды).

Хлоридный плав – многокомпонентная система солянокислых солей, в которой основными коагулирующими компонентами являются железо Fe^{+3} и алюминий. Изучение коагулирующих свойств хлоридных отходов и подбор дозы исследуемого коагулянта производился методом пробного коагулирования по стандартной методике /23/, разработанной институтом НИКТИХ г. Киева.

Ограничивающим фактором применения хлоридных отходов титано-магниевого производства является наличие в его составе солей двухвалентного железа (Fe^{2+}), пропуск которого в очищенную воду приводит к образованию его гидроокиси. Одним из методов окисления Fe^{2+} является хлорирование обрабатываемой воды.

Совместная обработка воды хлоридным плавом и гипохлоритной пульпой увеличила эффект очистки по взвешенным веществам более чем на 20 %. При введении гипохлоритной пульпы также была выявлена возможность уменьшения расхода хлоридного плава при одновременном обеззараживании сточных вод (без ухудшения качества очистки). Положительное влияние гипохлорита кальция, содержащегося в гипохлоритной пульпе, отмечается в интенсификации гидролиза солей двухвалентного железа, содержащегося в хлоридном плаве.

Результаты проведенных исследований легли в основу разработки технологии использования хлоридных отходов титано-магниевого производства при очистки городских сточных вод /24/.

Примером могут служить центральные очистные сооружения г. Запорожья, на которых была проведена реконструкция двух вертикальных отстойников и по проекту НИКТИХ построена промышленная установка для очистки сточных вод с использованием отходов титано-магниевого производства.

В работе /25/ предложено использовать в качестве реагента для осветления вод от взвешенных веществ солянокислый раствор после экстракционной переработки отработанного расплава титановых хлораторов (ОПХ) в количестве 0,5-1,5 см на 1 дм^3 сточных вод.

При введении солянокислого раствора меньше $0,5 \text{ см}^3$ на литр сточных вод степень очистки воды от взвешенных веществ снижалась до 70 %. Способ был апробирован на сточной воде городских очистных сооружениях г. Усть-Каменогорска Восточно-Казахстанской области.

В работах /26, 27/ предлагалось использовать различные отходы производств, в том числе и отходы титано-магниевого производства в качестве коагулянтов при обработке производственных сточных вод, одновременно решалась и проблема их утилизации.

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что отходы титано-магниевого производства могут эффективно использоваться для интенсификации очистки сточных вод и обработки осадка.

На предприятиях теплоэнергетики, работающих на твердом топливе, после ряда технологических процессов, где предусмотрена система мокрого золоудаления, образуются сточные воды, содержащие высокие концентрации взвешенных веществ, золы и шлака в порядке от 1000 мг/дм до 4500 мг/дм. Проблема очистки сточных вод после систем МЗУ котельных является достаточно актуальной и заставляет обратить внимание на все доступные методы и пути ее решения.

В настоящее время самым распространенным способом очистки от взвешенных веществ является отстаивание их в естественных шламонакопителях. Так как сточные воды с высоким содержанием взвешенных веществ, золы и шлака после систем МЗУ котельных и близкие к ним по составу промышленные сточные воды содержат минеральные примеси (частицы золы, шлака и др.), то очистку данных вод можно решить путем разработки эффективной технологии осветления и устройством водооборотных систем на промышленных предприятиях.

Выводы

В результате проведенного анализа были сформулированы следующие задачи:

- теоретическое и экспериментальное обоснование результатов очистки сточных вод с высоким содержанием от 1000 до 4500 мг/дм взвешенных веществ, золы и шлака после систем МЗУ при отстаивании в тонком слое и обработке реагентами – отходами титано-магниевого производства;
- исследование процессов отстаивания сточных вод с высоким содержанием взвешенных веществ, золы и шлака после систем МЗУ котельных в лабораторных и производственных условиях;
- определение экспериментальных зависимостей эффективности осветления сточных вод с высоким содержанием взвешенных веществ, золы и шлака после систем МЗУ котельных от ряда влияющих факторов;
- определение оптимальных конструктивных размеров отстойников с тонкослойными элементами;
- разработка рекомендаций по проектированию очистных сооружений сточных вод после систем МЗУ котельных.

Список литературы

1. Яковлев С. В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация. – М.: Стройиздат, 1975. – 632 с.
 2. Очистка производственных сточных вод / С.В.Яковлев, Я.А.Карелин, Ю.М.Ласков, Ю.В.Воронов. – М.:Стройиздат, 1979. – 328 с.
 3. Медведев Г.П. Канализация городов ФРГ. – Л.: Стройиздат, 1982. – 168 с.
 4. Исследование эффективности обезвоживания осадка сточных вод спиртовых заводов методом центрифугирования / Жуков Д.Д., Глобенко Г.М., Рахманов Н.Р. //Сборник трудов МИСИ. – М., 1977. – № 143. – с. 64-68.
 5. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. – М.: Стройиздат, 1982 – 223 с.
 6. Шпицберг В.А., Савиловская М.Г. Применение центрифуг типа «53-1 Тумбольдт» для обезвоживания сырых осадков Ново-Курьяновской станции аэрации //Совершенствование процессов очистки природных и сточных вод. – М.: Московский рабочий, 1979. – С. 105-113.
 7. Радциг В.А. Отстойники новой системы //Бюллетень хим. инст-та им. Менделеева. – 1940. – № 9.
 8. А.с. 46827, 856, 2 СССР Горизонтальный отстойник. / Радциг В.А.
 9. Корабельников В.М. Исследование процесса осаждения взвеси в тонкослойных отстойниках //Научные труды АКХ им. Д. Памфилова; Вып. 130. – М., 1976.
 10. Столбов Д.И. Очистка питьевой воды в компактных установках заводского изготовления «Струя» // Гигиена и санитария. – 1975. – № 3.
 11. Тонкослойный многоярусный отстойник заводского изготовления: Рекламный листок. – Ростов/Дон: Южгипроводхоз,.1976. – № 3.
 12. Шуберт С.А. О компактных установках заводского изготовления для очистки и обеззараживания питьевых и сточных вод // Научн.тр. Центр.н.-и. и проект.- экспер. ин-та инж. обор. городов и обществ. зданий. – 1972. – № 2.
- многоярусных отстойников //Новые исследования сетей и сооружений водоснабжения и канализации: Межвузовский тематический сборник научных трудов. – Л.: ЛИИЖТ., 1976. – № 4.
14. А.св. 1710517 СССР. Тонкослойный отстойник /А.А. Абдураманов, Г.К. Егимбердиева.
 15. Руденко Г.Г., Гороновский И.Т. Удаление примесей из природных вод на водопроводных станциях. – Киев: Будівельник, 1976. – 320 с.
 16. Патент 43643 ПНР. 1961.
 17. Кульский А.А. Основы технологии кондиционирования воды. – Киев: Изд-во АН УССР, 1963.
 18. Нуркеев С.С., Озеров Д.А. Реагент из промышленных отходов для очистки сточных вод // Водные ресурсы. – 1999. – Т. 26. – № 1. – с.326-327.

19. Новый реагент для очистки сточных и природных вод / Нуркеев С.С. Теляш А.Д., Каймолдина Н.К.// Междунар. симпозиум, ч.1 г. Алматы, 7-8 апр.1999. – Алматы: КазНТУ, 1999. – С. 328-329.
20. Формы распределения алюминия при очистке воды коагулянтами / Нуркеев С.С. Теляш А.Д., Каймолдина Н.К.// Междунар. симпозиум, ч.1 г. Алматы, 7-8 апр.1999. – Алматы: КазНТУ, 1999. – С. 330-331.
21. Изучение физико-химических свойств реагентов для очистки промышленных сточных вод / Нуркеев С.С, Мусина У.Ш. // Новое по охране труда и окружающей среды: Матер. IV Междунар. науч.-техн. конф., г. Алматы, 11-12 окт. 2000 г. – Алматы, 2000. – С. 96-101.
22. Сатаев М.С., Алтыбаев М.А. Испытания коагулирующих свойств фосфата железа // Наука и образование. Южн. Казахстана. Сер. «Химия, хим. технология, процессы и аппараты». – 1999. – № 8. – С. 98-101.
23. Изучение возможности применения хлоридных отходов для коагуляции городских сточных вод: Отчет о НИР / Руководитель Л.Н. Авалиани. – Киев: НИКТИГХ, 1974.
24. Заговорская А.А. Использование отходов титано-магниевого производства для обезвреживания осадков сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 1980. – № 9. – С. 7-9.
25. Адрышев А.К., Тилегенов И.С.. Утилизация и обезвреживание пром. отходов – актуальная экологическая проблема // Гидрометеорология и экология. – 1999. – № 4. – С. 16-23.
26. Разработка способов утилизации хлоридных пластовых отходов титанового производства / Шаяхметова Р.А., Козлов В.А., Кудацбергенов Т.Е. Сафатова А.В., Евсеев Ю.Н., Федоров СМ. // Теория и практика интенсификации, ресурсо-энергосбережения в химической технологии и металлургии: Респ. науч.-практ. конф, г. Шымкент; 18-19 мая 2000 г. – Шымкент: ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2000. – Т.2. – С. 7-11.
27. Акименко Н.Ю. Применение отходов промышленности при очистке сточных вод предприятий теплоэнергетики: Инф.листок ВКЦНТИ, №4-00. – Усть-Каменогорск, 2000.