

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу

КУЗИНА ЕВГЕНИЯ НИКОЛАЕВИЧА на тему: «**ТЕХНОЛОГИЯ КОАГУЛЯНТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВОЙ ФЛОТАЦИИ В ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЕ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.01 – «Технология неорганических веществ» и 03.02.08 – «Экология» (в химии и нефтехимии).

Актуальность темы диссертации

В водоподготовке и очистке промышленных сточных вод находят широкое применение методы коагуляционной очистки с использованием алюминийсодержащих коагулянтов.

Повышающиеся требования к качеству питьевой воды и очищенных сточных вод приводят к увеличению объемов использования реагентов и необходимости поиска новых эффективных коагулянтов и флокулянтов.

Одним из направлений решения этой проблемы является разработка способов получения коагулянтов из отходов производств.

На Кольском полуострове к настоящему времени накоплено миллионы тонн нефелина - отхода обогащения нефелин-апатитовых руд, который может служить сырьем для получения алюминийсодержащих коагулянтов-флокулянтов.

Известны жидкие алюмокремниевые эффективные флокулянты-коагулянты, получаемые сернокислотной обработкой нефелина, однако жидкая форма реагента, его склонность к полимеризации и высокая кислотность ($\text{pH} < 1$) значительно сужают сферу его применения.

Разработка технологии получения твердых коагулянтов из отходов обогащения апатито-нефелиновых руд является актуальной технологической и экологической задачей, решению которой посвящена диссертационная работа.

В работе представлены

- результаты исследований процессов кристаллизации и формирования состава твердого алюмокремниевого коагулянта;
- результаты испытаний полученных образцов коагулянта в процессах водоподготовки и очистке сточных вод;
- технология получения твердых коагулянтов сернокислотной переработкой нефелиновых отходов и ее эколого-экономическая оценка.

Общая характеристика работы

Цель работы - разработка технологии получения твердых коагулянтов из отходов апатит-нефелиновой флотации, с последующей оценкой их эффективности в процессах водоочистки и водоподготовки.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

- разработана технология получения твердого алюмокремниевого коагулянта-флокулянта из производственных отходов АО «Апатит»;
- исследованы свойства полученных образцов коагулянта и эффективность их использования в водоподготовке и очистке сточных вод;
- проведена квалитетическая оценка качества коагулянта в сравнении с традиционно используемыми реагентами;
- проведен эколого-экономический анализ представленных технологических решений.

Рецензируемая диссертационная работа, изложенная на 168 страницах печатного текста, состоит из введения, четырех глав, выводов и включает 51 таблицу, 59 рисунков, 4 приложения, библиографический список из 209 наименований.

Во введении обоснована актуальность исследования, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, а также дана краткая характеристика полученных результатов, составляющих научную новизну и практическую значимость работы.

В первой главе (стр. 5 - 45 литературном обзоре) представлены условия формирования и химический состав отходов обогащения нефелин-apatитовых руд и анализ основных технологий их переработки с получением коагулянтов, подробно рассмотрены теоретические аспекты сушки растворов солей и аппаратное оформление процесса.

Большое внимание уделено закономерностям процесса коагуляционной очистки воды. Показано, что введение модификаторов – кремниевой кислоты в состав коагулянта приводит к повышению скорости и эффективности процесса коагуляции природных и сточных вод.

На основании проведенного анализа сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе (экспериментальная часть, стр.46-107) представлены основные результаты исследований. Глава состоит из четырех разделов.

В первом разделе описаны методы и методики проведения исследований, лабораторные установки, представлены характеристики объектов исследования – жидкого алюмокремниевого флокулянта - коагулянта (АКФК), полученного кислотным вскрытием

нефелинового концентрата, сточные и природные воды, используемые для оценки эффективности полученных образцов твердого коагулянта.

В исследованиях использованы современные физико-химические методы анализа и аналитическое оборудование - рентгенфлюорисцентный и рентгенофазовый анализы, спектрофотометрия, лазерный анализатор размеров частиц. Определение дзета-потенциала коллоидных частиц проводилось на приборе MalvernZetasizerNano, пористая структура образцов – на установке Nova 1200e.

Обработка экспериментальных данных осуществлялась с использованием программ Microsoft Office, MathCad.

Во втором разделе главы представлены результаты исследований процессов отверждения жидкого АКФК методами распылительной сушки.

Исследовано влияние температуры сушки на состав и выход твердого АКФК, проведена математическая оптимизация процесса. При оптимальных условиях выход продукта составляет 12 г из 1 л жидкого реагента. Рассчитаны энергозатраты на процесс сушки.

Методом рентгенофазового анализа установлено, что в продукте присутствуют фазы алюмонатриевых и алюмокалиевых квасцов и диоксида кремния (а-кварц).

Исследования растворимости полученного твердого АКФК показало, что алюминий находится в продукте в водорастворимой форме, при этом диоксид кремния остается в растворе в коллоидном состоянии.

Показано, что мелкодисперсный диоксид кремния представляет собой пористый материал с размером пор - 24 нм и удельной поверхностью – 79 м²/г, что позволяет рассматривать его как сорбционный материал.

Диоксид кремния играет также роль зародышеобразователя, способствует агрегированию частиц и повышает интенсивность коагуляции примесей.

В третьем разделе главы представлены результаты исследований по отверждению жидкого АКФК методом химической дегидратации с получением кристаллогидратов сульфата алюминия.

При получении АКФК нефелиновый концентрат обрабатывают серной кислотой, избыток которой определяет высокую кислотность продукта.

Обработка жидкого АКФК серной кислотой и гидроксидом алюминия, взятых в стехиометрических соотношениях, позволит получить кристаллогидрат сульфата алюминия, а также нейтрализовать избыток кислоты.

Исследовано влияние концентрации серной кислоты на время отверждения.

Установлен фазовый состав полученного продукта и его растворимость. В отличие от твердого АКФК, полученного сушкой, основной фазой в продукте является водорастворимый кристаллогидрат сульфата алюминия, содержание диоксида кремния не превышает 0,5%. Его состав сравним с широко используемым в водоподготовке и очистке сточных вод глиноземом.

В разделе представлена технологическая схема получения коагулянта методом химической дегидратации.

Четвертый раздел главы посвящен испытаниям полученных образцов коагулянта на модельных системах, содержащих гуматы и взвешенные вещества (каолин), на природной и сточной воде в сравнении с алюминийсодержащими промышленными коагулянтами – глиноземом и смесью алюмокалиевых и натриевых квасцов.

Проведенные испытания показали, что эффективность образцов, полученных из вторичного сырья, сопоставима или превышает эффективность промышленных алюминийсодержащих коагулянтов.

В третьей главе (стр. 108-122) диссертационной работы проведена квалитетическая оценка коагулянтов, позволяющая проводить обоснованный выбор коагулянта для очистки воды.

Глава 4 (стр. 123-134) посвящена эколого-экономической оценке технологии получения отвержденного АКФК и использования коагулянтов в процессах водоочистки промышленных сточных вод.

В приложении к работе представлены результаты апробирования полученных результатов исследования в опытно-промышленных условиях.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений и выводов работы не вызывают сомнений, так как они базируются на известных физико-химических законах, не противоречат данным научно-технической информации и подтверждаются лабораторными экспериментальными исследованиями.

Достоверность и научная новизна результатов

Экспериментальные исследования и контроль процессов очистки природных и сточных вод проводились по методикам, принятым в практике очистки сточных вод, и методам, применяемым при изучении процессов коагуляции из растворов. Анализ полученных образцов коагулянтов проводился с использованием физико-химических методов анализа на современных аналитических приборах и установках, что позволило соискателю получить достоверные результаты.

Планирование эксперимента и обработка результатов исследований проведена в соответствии с требованиями методов математической статистики.

Соискателем впервые получены следующие результаты:

- разработаны способы и условия получения твердых алюминийсодержащих коагулянтов из отходов обогащения апатито-нефелиновых руд методами распылительной сушки и химической дегидратации;
- установлены основные закономерности и технологические параметры процессов отверждения жидкого алюмокремниевого коагулянта методами распылительной сушки и химической дегидратации;
- определен химический и фазовый состав полученных образцов коагулянтов. Доказано, что диоксид кремния, присутствующий в образцах коагулянтов, обладает свойствами адсорбента и зародышеобразователя, тем самым оказывая положительный эффект на процесс коагуляционной очистки воды;
- установлено, что полученные реагенты по своей эффективности (при меньшей стоимости) не уступают современным алюминийсодержащим коагулянтам, используемым в процессах водоочистки и водоподготовки.

Значимость результатов для науки и практики

Соискателем предложены эффективные способы снижения экологического воздействия на объекты окружающей среды в результате утилизации многотоннажных отходов горнообогатительного производства с получением эффективного коагулянта для очистки природных и сточных вод.

Разработанные автором способы, установленные закономерности и технологические параметры отверждения жидких алюмокремниевых флокулянтов-коагулянтов методами распылительной сушки и химической дегидратации обладают научной значимостью и могут быть использованы при разработке технологий кристаллизации растворов солей, в том числе, жидких минерализованных отходов.

Полученные результаты имеют большую практическую значимость.

Соискателем разработана технология получения твердых коагулянтов из отходов апатит-нефелиновой флотации; проведены испытания полученных твердых коагулянтов при очистке модельных и реальных сточных вод от взвешенных и окрашенных примесей, ионов железа, нефтепродуктов, показавшие их высокую эффективность.

Проведенные опытно-промышленные испытания по очистке сточных вод «Электростальского завода тяжелого машиностроения» также показали высокую эффективность полученных коагулянтов при очистке воды от ионов железа, взвешенных веществ и нефтепродуктов.

Оценка содержания диссертации

Диссертация написана грамотным литературным языком с использованием научных и инженерных терминов. Результаты экспериментов и их обсуждения убедительны и согласуются с представленным графическим материалом. Материал изложен последовательно и логично.

В то же время по тексту диссертационной работы имеются следующие замечания:

1. Основные результаты исследований по получению твердых алюмокремниевых коагулянтов-флокулянтов из отходов обогащения апатито-нефелиновых руд и эффективности их использования в водоподготовке и очистке сточных вод представлены в объемной второй главе – 60стр. Было бы целесообразным разделить представленный материал на две главы, в одной из которых представить результаты исследований по получению коагулянтов, а в другой - по применению полученных образцов коагулянтов для очистки природных и сточных вод.
2. Не приведены данные о возможных объемах переработки нефелинового отхода с использованием предложенных технологий;
3. Отсутствует методика применения коагулянтов (рекомендуемая концентрация рабочих растворов, время растворения) в технологиях очистки природных и сточных вод, а также рекомендации по условиям хранения реагентов;
4. При проведении квалитетического анализа коагулянтов недостаточно понятен выбор показателей для оценки качества продукта, критерии выбора. Анализ проведен по показателям - взвешенные вещества, остаточное содержание алюминия в воде. Однако известно, что в процессе коагуляции снижается цветность, содержание железа (общ.), других ионов металлов, нефтепродуктов.
5. В тексте диссертации имеются неточности терминологического характера и опечатки.

Отмеченные недостатки в целом не влияют на общую положительную оценку работы Е.Н.Кузина и не снижают научную и практическую значимость исследования, выполненного на высоком научно-техническом уровне с привлечением современного аналитического оборудования.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Основное содержание работы изложено в 8 статьях, из них 3 статьи опубликованы в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ, подана заявка на патент «Способ получения алюмокремниевых флокулянтов-коагулянтов» (рег. № 2015111988), работа удостоена диплома Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (2012).

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Заключение

Работа обсуждалась на заседании кафедры охраны окружающей среды Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ) (протокол № 12 от 25.11.2015 г.)

Диссертационная работа **Кузина Евгения Николаевича** является завершенной научно-квалификационной работой, в которой представлено научно обоснованное технологическое решение получения эффективных алюминийсодержащих коагулянтов из отходов обогащения нефелино-апатитовых руд. Представленная работа соответствует паспортам специальностей – 05.17.01 – «Технология неорганических веществ» по п.п. 1-3, и 03.02.08 – «Экология» (в химии и нефтехимии) по п. 4.5 и по своей новизне, актуальности, научной и практической значимости соответствует требованиям п. 9. «Положения о порядке присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г., № 842.

Кузин Евгений Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.01 – «Технология неорганических веществ» и 03.02.08 – «Экология» (в химии и нефтехимии).

Официальный оппонент

Профессор кафедры охраны
окружающей среды Пермского
национального исследовательского
политехнического университета,
доктор технических наук, профессор

Ирина Самуиловна Глушанкова



Подпись д.т.н., профессора
И. С. Глушанковой заверяю
Ученый секретарь ПНИПУ,
к. ист.н., доцент

Владимир Иванович Макаревич

614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29
Тел.: (342) 219-80-67, 212-39-27.
Факс: (342) 212-11-47.
E-mail: rector@pstu.ru



Глушанковой ИС
ЗАВЕРЯЮ:
Ученый секретарь ПНИПУ
В.И. Макаревич
30 ноября 2015 г.