



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Масловой Марины Валентиновны на тему: «Физико-химическое обоснование и разработка технологии титансодержащих сорбентов из сфенового концентрата», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.01 – «Технология неорганических веществ»

**1. Актуальность работы.** Проводимые в настоящее время исследования условий синтеза и изучения свойств новых сорбентов на основе соединений титана, связано с их преимуществами по сравнению с ионообменными смолами, полученных с использованием органических матриц. В числе наиболее важных преимуществ следует назвать – высокую сорбционную емкость, химическую стойкость, устойчивость к радиационному воздействию. В работе Масловой М.В. убедительно продемонстрировано, что гидратированные оксиды титана – весьма эффективны как сорбенты радионуклидов и тяжелых металлов и имеют хорошую перспективу в качестве сорбентов нового поколения для решения ряда экологических и природоохранных проблем, как в атомной энергетике, так и в ряде химических и металлургических производств.

Традиционные методы получения титановых сорбентов сложны и дороги, что делает необходимым поиск и разработку новых эффективных методов синтеза гидратированных оксидов титана с высокими ионообменными свойствами.

Автору удалось убедительно показать, что сфеновый концентрат, попутно извлекаемый на ОАО «Апатит», является основой для синтеза весьма эффективных титановых сорбентов различного назначения. Это делает работу Масловой М.В. весьма важной и актуальной как в научно-прикладном, экономическом и экологическом планах.

**2. Научная новизна работы.** Работа Масловой М.В. содержит обширный научный и методологический материал необходимый для обоснования новых методов направленного синтеза неорганических сорбентов на основе соединений титана.

Автором подробно исследованы химические взаимодействия в системе  $TiO_2-(SiO_2)-H_2SO_4-H_3PO_4-H_2O$ . Показано, что растворы на основе сульфатов титана (IV) является эффективными прекурсорами при синтезе титанофосфатных сорбентов.

Установлены закономерности влияния концентрации основных элементов и параметров синтеза на состав и свойства целевых продуктов. Это позволило предложить механизм формирования титанофосфатных фаз в сульфатных растворах титана(IV) в присутствии ортофосфорной кислоты.

Впервые показано, что совместное осаждение титана и кремния в сульфатной системе в присутствии ортофосфорной кислоты ведет к формированию твердой фазы, в которой кремнегель равномерно распределен в рентгеноаморфной титанофосфатной основе, что сопровождается увеличением удельной поверхности и общего объема пор осадка.

Масловой М.В. впервые установлен точный химический состав веществ образующихся при взаимодействии мономерных комплексов титана (IV) с фосфат-ионами. Показано, как именно влияет концентрация свободной серной кислоты на ионообменные характеристики синтезированных сорбентов и их состав.

Впервые предложен и научно обоснован механизм фосфорнокислотного разложения сфенового концентрата с получением кремнийсодержащей титанофосфатной матрицы. Разработана оригинальная методика золь-гель синтеза сферогранулированного ионообменного материала на основе гидратированного диоксида титана.

Выполненные исследования позволили научно обосновать оптимальные параметры процесса разложения сфена, позволяющие получать композиционный титановый сорбент, обладающий уникальными ионообменными свойствами.

По нашему мнению, совокупность представленных Масловой М.В. в автореферате материалов и результаты проведенных ею исследований вносит существенный научный вклад как в развитие современной технологии получения нового класса сорбентов, так и химию соединений титана.

**3. Практическая значимость.** В результате проведенных Масловой М.В. исследований созданы основы технологии производства, которые по единой серно-и/или фосфорнокислотной схеме позволяют получать широкий спектр ионообменных материалов с использованием титан-содержащих сфенового концентрата.

На основании проведенных автором работы исследований разработаны основы гибкой технологии, позволяющих получать целевые продукты с заранее заданными свойствами и управлять их техническими характеристиками (распределением пор в объеме, количеством активных химических центров и др.).

Разработана и реализована в опытно-промышленном масштабе технология гранулированного кремнийсодержащего титанофосфатного сорбента из сфенового концентрата – техногенного отхода обогащения апатит-нефелиновых руд.

Проведены испытания опытной партии сорбента по очистке жидких радиоактивных отходов от радионуклидов на промышленных объектах российских предприятий, а также сточных вод шведской горнопромышленной компании от тяжелых и цветных металлов. Результаты испытаний показали высокую эффективность использования разработанных автором сорбентов.

Испытания синтезированных образцов показали их высокую эффективность для очистки воды от катионов жесткости и поливалентных металлов, очистки стоков кожевенных производств от соединений хрома, коллективного извлечения редкоземельных элементов из промышленных растворов выщелачивания фосфогипса.

Получена и сертифицирована опытная партия сорбента. Результаты проведенных автором исследований достаточны для разработки и организации промышленного производства сорбентов.

В целом ряде случаев в этой работе найдены сферы использования полученных материалов. Оригинальность технических решений, предложенных Масловой М.В. работы подтверждена патентами РФ и актами испытаний.

#### **4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.**

Теоретические положения и практические рекомендации автора базируются на результатах, полученных с использованием современных инструментальных методов исследований и с соблюдением необходимых процедур поверки приборов и обработки данных экспериментов, а также подтвержденным опытом производства и испытаний синтезированных веществ в промышленных условиях, на реальных объектах.

**5. Достоверность приведенных в автореферате данных** основана на использовании современных методов физико-химического анализа, подтверждается воспроизводимостью экспериментальных данных при наработке опытных партий целевых продуктов, процедурой независимой проверки синтезированных материалов на предприятиях РФ и зарубежных фирм.

## **6. Замечания и рекомендации.**

К автореферату имеются вопросы :

1. Как долго сохраняются ионообменные свойства полученных сорбентов? Если эффект деградации свойств характерен и для данного типа сорбентов, то каковы причины?

2. Обладают ли сульфат-ионы, входящие в состав титановых сорбентов, ионообменными свойствами подобно фосфат-ионам?

3. Как соотносится сорбционная ёмкость традиционных и полученных автором сорбентов?

4. стр. 19: Повышается ли сорбционная способность материала при введении кремния до отношения 0,25 моль  $\text{SiO}_2$  на моль  $\text{TiO}_2$ ?

5. Как влияет на сорбционные свойства примеси органических веществ, присутствующих в большинстве сточных вод.

6. Какова приблизительная оценка эффективности использования разработанных автором сорбентов по отраслям.

Замечаний к автореферату нет. На наш взгляд работа выполнена на весьма высоком научном и методическом уровнях.

## **7.1. Соответствие материалов диссертации пункту 9 Положения ВАК РФ.**

По нашему мнению, диссертация Масловой М.В., представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, по всем требуемым критериям соответствует современным требованиям.

## **7.2. Соответствие материалов диссертации пункту 10 Положения ВАК РФ.**

Маслова М.В. лично выбрала и обосновала направления исследований, организовала и провела эксперименты, обобщила их результаты, подготовила материалы к публикации, провела их апробацию, разработала технологические регламенты и провела испытания наработанных образцов в опытных и опытно-промышленных масштабах.

Все разработки выполнены под непосредственным руководством и при участии автора. Основная часть научных публикаций, выполненных в соавторстве, написана автором. В диссертации представлены данные, которые вполне достаточны для воспроизводства методик и создания технологии получения перечисленных или подобных новых титан-содержащих ионообменных сорбционных материалов.

**7.3. Соответствие материалов диссертации пункту 11-14 Положения ВАК РФ.** Материалы диссертации опубликованы в 48 научных статьях, 3 монографиях, 10 патентах РФ. Диссертация изложена на 403 страницах, содержит 107 таблиц и 157 рисунков. Список используемой литературы включает 386 наименований.

## **8. Заключение рецензента:**

По нашему мнению, диссертационная работа, представленная к защите Масловой М.В., является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям пункта 9 Положения ВАК Министерства образования и науки России, применяемым к докторским диссертациям, а ее автор **Маслова Марина Валентиновна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук** по специальности 05.17.01 – «Технология неорганических веществ».

**Данные о рецензенте:**

**9. Ученая степень, ученое звание:** доктор технических наук, специальность 05.17.02 – «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов».

**10. Должность:** заместитель начальника опытного цеха ОАО «Соликамский магниевый завод», руководитель группы перспективных направлений.

**11. Место работы полностью:** ОАО «Соликамский магниевый завод», опытный цех № 3.

**12. Фамилия, имя, отчество (полностью):** Чуб Александр Васильевич.

**13. Адрес места работы:** 618500, Пермский край, г. Соликамск, ул. Правды, 9

**14. Телефон:** 8-(34253)-66-3-28, 66-6-09.

**15. E-mail:** [chub328@rambler.ru](mailto:chub328@rambler.ru)

Заместитель начальника опытно-го цеха, руководитель группы перспективных направлений, д.т.н. специальность 05.17.02 – «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»



А.В. Чуб

Подпись Чуба Александра Васильевича, доктора технических наук, заместителя начальника опытного цеха ОАО «Соликамский магниевый завод», удостоверяю:

Начальник административно-хозяйственного отдела ОАО «СМЗ»



Г. А. Тейхреб