

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
ЮЖНОГО ОТДЕЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ЖАЛАЛ-АБАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Диссертационный совет К 01.17.554

На правах рукописи
УДК: 669.002.68+016.628.4

ТУРДУБАЕВА ЖЫЛДЫЗ АЛИМБЕКОВНА

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭКРАНИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ И РАДИАЦИОННЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

01.04.07 – физика конденсированного состояния

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ош – 2018

Диссертационная работа выполнена в Ошском государственном университете

Научный руководитель: **Ташполотов Ысламидин**
доктор физико-математических наук, профессор, кафедра ЭТФ, ОшГУ

Официальные оппоненты: **Касмаматов Нурбек Кыдырмышевич**
доктор физико-математических наук, профессор, зам. директора по науке ИФТПиМ НАН КР

Кошуев Абдигамил Жумаевич
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры естественно-математического образования КПИ БатГУ

Ведущая организация: Кафедра «Физика и прикладная химия» Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры имени Н. Исанова, 720020, Кыргызстан, г. Бишкек, ул. Малдыбаева 34б.

Защита диссертации состоится « 21» декабря 2018 г. в 15⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета К 01.17.554 при Ошском государственном университете, Институте природных ресурсов Южного отделения Национальной академии наук Кыргызской Республики и Жалал-Абадском государственном университете по адресу: 723500, г.Ош, ул. Ленина, 331.

С диссертацией можно ознакомиться в центральной библиотеке Ошского государственного университета и на сайте <http://www.oshsu.kg>.

Автореферат разослан « 21» ноября 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
К 01.17.554 к.ф.-м.н., доцент

Бекешов Т.О.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В Кыргызской Республике и в других странах мира интенсивно развивается использование цифровых технологий: персональные компьютеры, электробытовые приборы, промышленные и медицинские оборудования, линии электропередач, подстанции, радиолокационные станции и другие. Они являются источниками электромагнитных полей(ЭМП) широкого спектра частот.

В настоящий момент международная организация здравоохранения (ВОЗ) признала проблему увеличения электромагнитной нагрузки на население одной из приоритетных. Поэтому разработка, создание и использование защитных экранов позволяет с одной стороны решать задачи защиты персонала и обеспечение гигиенических нормативов, а с другой проблемы электромагнитной совместимости и защиты различных важных информации.

В последние годы возрос интерес к применению минерального природного наполнителя шунгита для создания композиционного материала с целью экранирования от ЭМИ. В области радиоэкранирующего свойства композитных материалов на основе шунгитовых пород исследованы в работах В.К. Соловьева, А.И. Калинина, И.А. Мошникова, Л.М. Лынькова, Ю.К. Калинина, В.В.Ковалевского и др. В работах этих ученых обоснованы методы прогнозирования электромагнитной защиты от излучающих систем и комплексов, предложены способы к систематическому ЭМП мониторингу.

Наряду с ЭМП, в настоящее время, также увеличиваются доли негативных воздействий радиоактивных отходов, эксплуатация радиационно-опасных объектов. По данным Управления радиационной и ядерной безопасности Государственной инспекции по экологической и технической безопасности КР, общее количество хвостохранилищ и горных отвалов, расположенных на территории страны составляет 62 ед.

Для защиты от ионизирующих излучений, в данное время наиболее часто используются цементные бетоны. Однако, бетоны имеют недостатки -*высокая проницаемость и невысокая стойкость* к некоторым агрессивным средам и радиационным излучениям.

В связи с этим, разработка технологии создания электромагнитно и радиационно-защитных композиционных материалов(КМ) с использованием местных минерально-сырьевых ресурсов с повышенными защитными показателями, посредством оптимизации компонентного состава КМ и разработки технологии их создания является актуальной задачей.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Работа выполнена в соответствии с программами Правительства Кыргызской Республики «Программа импортозамещения» и в соответствии с научной темой и программой, выполненной в Ошском государственном университете: «Создание научно-технологических основ наноструктурированных композиционных материалов из местных природных ресурсов для экранирования электромагнитных и радиационных излучений»(2013-2015гг).

Цель исследования. Разработка, оптимизация и научное обоснование эффективности использования отечественных шунгитовых и баритовых сырьевых ресурсов для создания композиционных материалов с целью экранирования электромагнитных и радиационных излучений.

Задачи исследования.

1. Изучить методы и способы решения проблемы безопасности от ЭМИ и радиационных излучений путем замены существующих импортных сырьевых ресурсов на новое отечественное минеральное сырье. Рассмотреть минерально-сырьевые базы юга Кыргызстана и выявить источники сырья (шунгит и барит), потенциально пригодных для производства простых, модифицированных композиционных материалов, пригодных для защиты от ЭМИ и радиационных излучений (РИ).

2. Определить химический состав оксидных материалов, используемые для получения цемента (матрицы) Южно-Кыргызского комбината строительных материалов и шунгита (наполнитель) для создания композиционного материала с целью защиты от электромагнитного излучения.

3. Разработать количественные критерии (дисперсность, фрактальность и др.) формообразования композита на основе цемента и шунгита для экранирования ЭМИ. Создать методы расчета технологических параметров шихты с использованием компьютера для улучшения качества цемента.

4. Создание и использование композитных материалов на основе барита для защиты от радиационных излучений. Определить технологии создания КМ, соответствующие нормативным требованиям защитных показателей.

Методы исследования. В соответствии с поставленными задачами в диссертационной работе используется комплексный подход, включающий отбор образцов цемента Южно-Кыргызского комбината строительных материалов (Араванский цементный завод), шунгита Кичи-Алайского месторождения и барита Төө-Моюнского месторождения, разработка методик подготовки образцов, приготовления дисперсных систем и их исследований, направленных на взаимодополняющую оценку, сочетающей в себе экспериментальные методы и численные расчеты.

При выполнении работы использовались современные физические и физико-химические методы исследования и методы обработки полученных данных: спектрофотометрия; инструментальные методы определения механических характеристик композиционного материала и оценки параметров структуры и свойств композитных материалов; методы регрессионного анализа и статистической обработки экспериментальных данных с применением ЭВМ и другие нормативные и высокоинформативные методы исследования.

Содержание сухих веществ в сырье определяли по ГОСТ 28561; содержания воды и летучих веществ по ГОСТ 29188.4. и др.

Научная новизна полученных результатов. Основные научные результаты:

– впервые изучены проблемы безопасности от ЭМИ и радиационных излучений, рассмотрев минерально-сырьевые ресурсы юга Кыргызстана, потенциально пригодные для производства композиционных материалов, используемые для защиты от ЭМИ и радиаций, путем замены существующих импортных сырьевых ресурсов на шунгита Кичи-Алайского и барита Төө-Моюнского месторождений, а также влияния гранометрического состава и фрактального размера на свойства композитного материала для экранирования от ЭМИ;

– исследованы химический состав основных оксидных материалов, используемые для получения цемента Южно-Кыргызского комбината строительных материалов для их использования в качестве матрицы и Кичи-Алайского шунгита в качестве наполнителя с целью создания композиционного материала для защиты от электромагнитного излучения.

– разработаны количественные критерии (дисперсность, фрактальность и др) формообразования композита на основе цемента Южно-Кыргызского комбината строительных материалов (Араванский цементный завод) и шунгита для экранирования ЭМИ;

– создана компьютерная программа расчета технологических параметров цемента, позволяющие установить минимальное объемное содержание матрицы и тем самым наполнителя с частицами заданного размера, необходимое количественное соотношение для получения нормативными экранирующими свойствами, а также объемном содержании и размерах частиц наполнителя;

– разработан композитный материал на основе отечественного баритового минерала Төө-Моюнского месторождения для защиты от радиационных излучений. Определены технологии создания КМ с использованием барита, соответствующие нормативным требованиям защитных показателей.

Практическая ценность и результаты внедрения: Определены технологические режимы создания КМ с использованием отечественных минерально-сырьевых ресурсов для экранирования ЭМП и радиационных излучений. На основе экспериментальных исследований и математического моделирования разработаны технологии создания радиационно-защитных КМ на отечественном минерально-сырьевом наполнителе, предназначенные для изготовления радиационно-защитных покрытий и экранов в гражданских и промышленных зданиях и сооружениях, в которых эксплуатируются источники ионизирующих излучений и рекомендованы для опытного внедрения в практических работах медицинских учреждений г.Ош при изготовлении защитного покрытия участка стены помещения лучевой диагностики и МЧС КР.

Экономическая значимость полученных результатов.

Технико-экономический анализ эффективности разработанных радиационно-защитных композиционных материалов показывает, что

снижение стоимости 1м² покрытия при условии уменьшения толщины слоя и увеличения долговечности составляет до 11891,7сом./м³. Объектами применения разработанного композиционного материала на основе шунгита и барита являются детские и спортивные учреждения, учреждения, архивы и другие объекты.

Основные положения, выносимые на защиту:

- результаты литературного и патентного анализов о возможности замены существующих импортных сырьевых ресурсов на новое отечественное минеральное сырье (Кичи-Алайский шунгит и Төө-Моюнский барит), пригодных для производства модифицированных композиционных материалов, для защиты от ЭМИ и радиационных излучений.
- экспериментальные результаты при термической обработке компонентов цементного сырья устанавливающие три спектра, обусловленные эндотермической реакцией, показывающие диссоциации карбоната, сульфата, алюмината и кристаллогидрата (кальциевые, магниевые, алюминиевые соединения), а методом дериватографического анализа цементного сырья установлено, существование четырех экзотермических пиков, связанные с образованием нового кристаллического соединения путем перестройки кристаллической решетки или переходом мелких кристаллов в более крупные.
- технология создания модифицированных электромагнитно-защитных композитных материалов, включающая: подготовку исходных ингредиентов; приготовление композиционного вяжущего, приготовление шунгитовой смеси с учетом температурных значений фазовых превращений, определенный на дериватографе;
- эффективность защиты композиционного материала при увеличении частоты ЭМП с 40 до 460 МГц в зависимости от гранулометрического состава смеси от 50 до 600мкм, увеличивается от 2,2 до 28,5 раза.
- результаты экспериментальных исследований и компьютерного моделирования для прогнозирования физико-технических свойств компонентов цемента, предназначенных для создания композиционных материалов с целью экранирования электромагнитных и радиационных излучений с использованием соответственно шунгита и барита.

Апробация работы. Материалы настоящей диссертации нашли отражение в 11 публикациях в научных журналах и сборниках, в том числе в 2 отчётах по проекту “Программа импортозамещения” Кыргызской Республики, 1 авторском свидетельстве. Основные положения диссертации, а также ее отдельные части докладывались на международной научно-практической конференции

"Актуальные проблемы науки, техники и технологии" 8-9 июня 2012 ОшТУ, на электронной заочной конференции Российской Академии естествознания (06.03.2013 и 28.08.2014гг), на международной научной конференции «Актуальные вопросы образования, науки, культуры и роль Ошского государственного университета в устойчивом развитии и расширении международной интеграции в образовательное пространство», посвященной

75-летию ОшГУ (Ош, 23-24-октября 2014г), на Международной научной конференции “Рахматулинские – Ормонбековские чтения”, (Бишкек, 11-12.10.2015), на научно-технических семинарах Института природных ресурсов им. А.С.Джаманбаева ЮО НАН КР и на научных семинарах лаборатории «Перспективные технологии и материалы» ИПР и т.д.

Работа в полном объеме доложена на семинаре лаборатории “Перспективные технологии и материалы” Института природных ресурсов Южного отделения Национальной академии наук Кыргызской Республики (ИПР ЮО НАН КР), на семинаре кафедры «Экспериментальной и теоретической физики» Ошского государственного университета, на кафедре физики и научно-техническом совете Ошского технологического университета.

Публикации по работе. Основное содержание диссертации отражено в 11 научных работах, из них: 3 научные статьи опубликованные в зарубежных изданиях (Болгария, Россия), 7 статьи опубликованные в республиканских научных изданиях Кыргызской Республики. Из них 3 единоличные. Получено также 1 авторское свидетельство.

Личный вклад автора в совместных работах. Основные результаты диссертации получены лично автором. В совместных работах [1],[2],[4],[9],[10], постановка задачи исследования принадлежит научному руководителю и в обсуждении полученных результатов участвовали Ы.Ташполотов и Э. Садыков, при этом личный вклад автора являлся определяющим. Формулировка выводов проведены совместно с научным руководителем.

Объем и структура диссертации.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов и заключений, списка использованных источников и приложения. Содержит 147 страниц, включая 18 рисунков, 41 таблиц и библиографию из 93 наименований.

Пользуясь случаем, выражаю глубокую благодарность и искреннюю признательность моему научному руководителю, доктору физико-математических наук, профессору Ы.Ташполотову за постановку задач, за ценные и полезные советы, за постоянное внимание и обсуждение результатов работы.

Основное содержание работы

Во введении кратко излагается состояние проблемы, обосновывается актуальность темы, формулируется цель исследования и основные научные положения работы, а также описываются научная новизна и научно-практическая ценность работы.

В первой главе дается краткий литературный обзор и результаты патентного поиска по созданию композиционного материала с использованием местного минерального сырья и описывается состояние проблемы по теме диссертации.

Проведен анализ литературных источников научно-технической информации по разработке композиционных материалов.

Вторая глава посвящена экспериментальному изучению химического состава компонентов цементного сырья(матрицы) ОсОО Южно-Кыргызского комбината строительных материалов, шунгита Кичи-Алайского месторождения и барита Төө-Моюнского месторождения. Для получения композиционных материалов в качестве вяжущего использовали портландцемент разных марок производства Общества с ограниченной ответственностью «Южный комбинат строительных материалов».

Химический состав портландцементного клинкера показан в таблице 1

Таблица 1. Химический состав портландцементного клинкера ОсОО «ЮКСМ».

Вещество %				
CaO	SiO ₂	Al ₂ O	Fe ₂ O ₃	MgO
63-67	20-24	4-7	2-4	1-4

Состав клинкера: Известняк, месторождение «Кароол-Тоо», ГОСТ 5382-91; Суглинок, месторождение «Гулбахар», ГОСТ 5382-91; Руда железная, месторождение «Надыр», ГОСТ 15054-80; Гипс месторождение «Кыр-Кол», ГОСТ 4013-82; Туфоалевролит, «Таш-Булак», ГОСТ 5382-91; Глина месторождение «Гулбахар» и др.

Таблица 2. Данные химанализа известняка, глины и железной руды в %

№	Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	ппп	влажн ость
Известняк «Кароол»	0,70	52,94	0,80	0,53	0,09	0,42	42,43	1,58
Глина «Гулбахар»	8,75	13,97	48,49	1,85	5,52	0,98	12,94	2,4
Железная руда Надыр	5,52	5,80	12,51	2,66	57,84	1,68	-----	3,9

Таблица 3. Химический состав готового цемента

№	SO ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	Сито D=0,08	Время
1	2,96	63,80	5,50	0,8	8:00
2	1,57	66,26	5,64	1,0	9:00
3	2,51	65,65	5,61	2,4	10:00
4	3,07	64,93	5,18	2,4	11:00
5	2,79	64,87	5,56	2,6	12:00
6	3,19	64,65	5,59	2,6	13:00
7	2,98	64,42	5,63	1,0	14:00
8	2,00	64,79	5,62	1,0	15:00
9	3,00	64,62	5,64	2,0	16:00

Таблица 4. Сравнительные характеристики бетонов, выполненных на основе портландцемента Южно-Кыргызского комбината строительных материалов

Свойства	Бетоны , с упрочненным слоем	Штукатурка (экран)
Трещинообразование	Да	да
Износостойкость, г/см ²	0,7	Большая
Маслобензостойкость	Большая	Большая
Морозостойкость, марка, (F)	300	200
Негорючесть	Да	да
Стойкость к неионизирующим излучениям	нет	да
Предел прочности (на сжатие, класс, кг/см ²)	B40	-
Предел прочности при изгибе, кг/см ²	40-60	-

Для получения композиционного материала в в разделе 2.2.рассмотрен выбор наполнителя для получения композиционного материала установлены критерии выбора компонентов заключались в наличии ряда параметров взаимодействующих частиц: наличие функциональных свойств. соразмерность; гидратируемость; возможность моделирования.

1. Шунгиты Кичи-Алайского месторождения.

В таблице 5-6 представлены элементный и вещественный состав шунгита Кичи-Алайского месторождения.

Таблица 5. Элементный состав шунгита Кичи-Алайского месторождения, %

Образец	Al	Si	Fe	Mg	Ca	S	O
1	Следы	15,7	1,7	16,6	0	0	65,0
2	7,8	18,5	1,6	4,6	1,8	0,7	64,7
3	2,9	19,8	2,6	7,1	0,2	0,2	65,4

Таблица 6. Вещественный состав шунгита Кичи-Алайского месторождения

№	Наименование элемента, компонента	Химический символ	Содержание % масс.
1	Окись алюминия	Al ₂ O ₃	4.95
2	Оксид железа	Fe ₂ O ₃	1.52
3	Оксид кремния	SiO ₂	25.6
4	Углерод	C	22,6
5	Окись магния	MgO	6.56
6	Окись калия	K ₂ O	1,03
7	Оксид кальция	CaO	0,85
8	Сера	S	0.61

2. Баритовые породы.

Таблица 7. Показатели спектрального и микропримесного анализа состава баритов (масс%)

№,п/п	Наименование элементов	Количество в %	Примечание
1	Железо(Fe)	0.4	
2	Алюминий(Al)	0,02	
3	Медь (Cu)	0.02	
4	Магний (Mg)	0.23	
5	Марганец(Mn)	0.03	
6	BaSO ₄	56.19	
7	CaCO ₃	7.43	
8	SO ₃	9.65	
9	Fe ₂ O ₃	3.66	

Для создания образцов композиционного материала использовали шунгитовые минералы Кичи-Алайского и бариты Төө-Моюнского месторождения Ошской области КР. В качестве защиты от электромагнитного и радиационного излучения использовали высокодисперсные порошки шунгита и барита.

Полученный нами порошок использовали в качестве наполнителя, имеющий гранулометрический состав, определенный нами с помощью ситового анализа, (табл.8.):

Таблица 8. Гранулометрический состав баритового порошка

Средний размер, d мкм	Содержание, гр.
Менее 50	10,6
75	20,0
150	25,0
257	25,0
457	20,0

Гранулометрический состав порошков определили с помощью ситового метода. Удельная плотность порошка была равна 8,4 г/см³, а отношение максимального размера частиц к минимальному размеру составляло 600:1. Удельная плотность полученного радиационно-защитного материала равнялась 5,5 г/см³.

А также описаны основные методы исследования и аппаратуры, необходимые для выполнения поставленных задач исходя из цели диссертационной работы.

Третья глава посвящена созданию композиционного материала для экранирование электромагнитных излучений.

В разделе 3.1.1. проведена исследование летучих веществ при технологической обработке компонентов цементного сырья

Были проведены эксперименты по исследованию реакционной способности компонентов цементного тонкоизмельченного минерального сырья(гиляж, известняк, сланец) и угля с фракцией 0-0,5мм.

Образцы минерального сырья готовили таким образом: исходное сырье в начале измельчили до фракции 2 мм на механической мельнице, а дальше, путем измельчения в агатовой ступке получили более мелкие фракции. Затем образцы порошков сушили в сушильной камере, при температуре 100-105⁰С. Нагревания образцов сырья проводили без доступа воздуха в закрытом реакторе из нержавеющей стали, в интервале температур от 20 до 1450 ⁰С.

Эксперименты проводились в установке, схема которой изображена на рис. 1

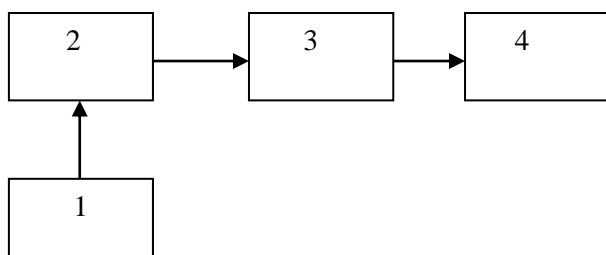


Рис.1. Принципиальная схема экспериментальной установки: 1-нагревательная печь, 2- шахтная печь, 3-реактор, 4-конденсатор.

В экспериментальной установке, реактор 3 представляет собой толстостенную нержавеющую емкость с отводной трубкой. Отведенная трубка соединяется загрузочной воронкой на которой подается шихта. В боковой части реактора имеется газоотводная трубка и при нагревании, из которой выходят газообразные летучие продукты шихты. Уходящие летучие продукты шихты конденсируются в известковой воде. При увеличении содержания карбоната кальция в известковой воде, необходимо заменить известковую воду для очистки от технических газов.

При исследовании были получены данные, что летучие компоненты в составе шихты составляют до 12, 4 % от общего количества исследуемого образца. Для определения фазового состава летучих компонентов при нагреве шихты были использованы гравиметрический и химический анализы.

Для определения температуры фазовых превращений выполнен термический анализ на дериватографе со скоростью съемки 2/2 град/мин. В интервале температур от 20 до 1450 ⁰С продолжительность изотермической выдержки составлял 1,30 часа.

Кривая ДТА (рис.2) построенная для исследуемого образца цементного сырья, показывает существования ряда спектров изменения внутренних температур порошка.

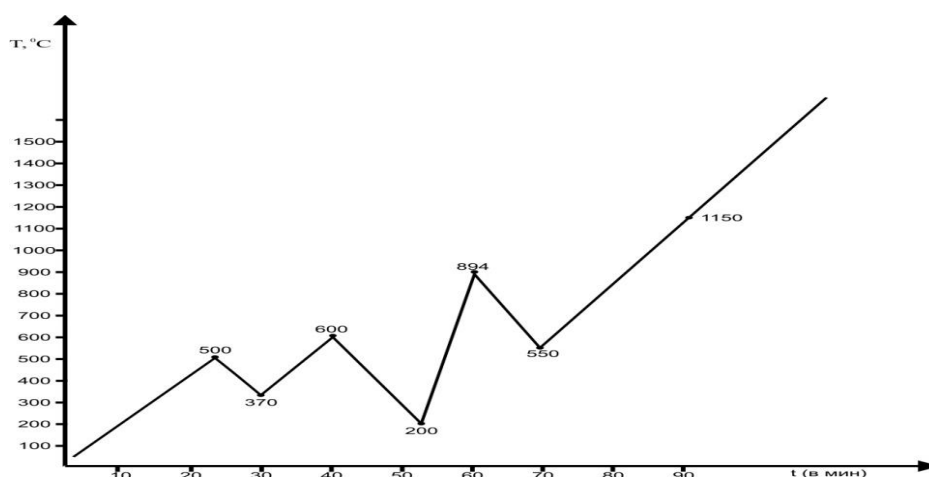


Рис.2. График зависимости $T_1=T_1(t)$ в процессе термической обработки цементного сырья, полученные нами представлены в таблице 9.

Таблица 9. Состав летучих веществ при нагреве цементного сырья

№	Летучие компоненты	Степень превращения, в %	Температура распада, в °C	Примечание
1	CO ₂	2,5	500-600	
2	CO ₂ , SO ₂	1,0	370	
3	CO ₂	0,5	200	
4	CO ₂	7	894	
5	SO ₂	5	550	
6	SO ₂	8	1150	

График зависимости $T_2= T_2(t)$ (рис.3.) не имеют пиков, так как все летучие компоненты цементного сырья полностью улетучились в первичной термической обработке.

В параграфе 3.2. рассмотрено *математическое моделирование для расчета оксидных компонентов с целью получения материалов экранирующих электромагнитных излучений.*

Для оценки состава шихты в нашей республике используется коэффициент насыщения известью, т.е. отношение фактического содержания извести в клинкера к максимально возможному, а также силикатный (кремнеземистый) и алюминатный (глиноземистый) модули, отражающие количественное отношение между оксидами кремния, алюминия, железа.

Коэффициент насыщения по Кинду будет:

$$KH = \frac{CaO - (1.65Al_2O_3 + 0.35Fe_2O_3 + 0.75SO_3)}{2.8SiO_2} \quad (1)$$

Обычно КН колеблется в пределах 0,8-0,95.

Силикатный модуль отражает соотношение минералов – силикатов и промежуточного вещества в клинкере через отношение соответствующих оксидов: $n = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} \cdot (2)$

Силикатный модуль может изменяться от 1,7-3,5. Наиболее благоприятные значения силикатного модуля расположены в интервалах 2,2-2,6.

Алюминатный (глиноземный) модуль характеризует состав и вязкость жидкой фазы при обжиге клинкера отношением содержащихся в нем глинезема и оксида железа: $P = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} \cdot (3)$

Обычно алюминатный модуль равен 1,5-2,5.

Для определения коэффициента насыщения известью и силикатного модуля и проведения соответствующих преобразований получим два уравнения с двумя неизвестными x и y :

$$\begin{aligned} x &= (c_1b_2 - c_2b_1) / (a_1b_2 - a_2b_1); \\ y &= (a_1c_2 - a_2c_1) / (a_1b_2 - a_2b_1). \end{aligned} \quad (4)$$

В параграфе 3.3. для определения оптимального состава композиционного материала нами проведены компьютерные расчеты с использованием уравнения (4).

Применение пакета Delphi-7.0 при решении подобной задачи для подбора состава оксидных композиционных материалов должна позволять смоделировать оксидной смеси, состоящей из оксидов, в результате чего получается смесь заполнителя рационального состава, пригодная для получения КМ.

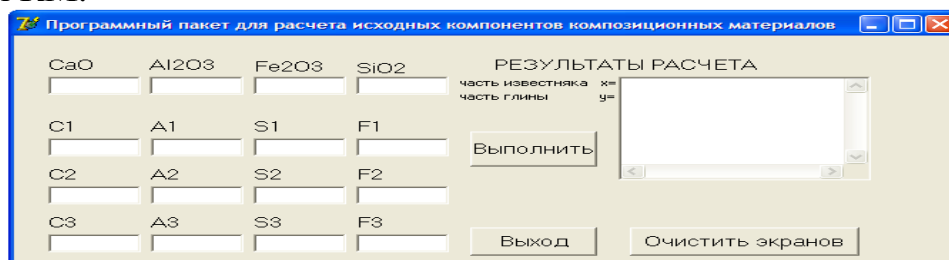


Рис.3. Рабочее окно модели

В результате компьютерного расчета исходных компонентов композиционных материалов показано, что оптимальные значения коэффициента насыщения известью составляет 99%, силикатный модуль 1,2 и глиноземный модуль 0,8.

В параграфе 3.4. рассмотрено влияние водных ионов CO_3^{2-} , SO_4^{2-} и Cl^- на гидратацию цемента в композиционном материале.

Анализ результатов этих опытов показал следующее, что наибольшей активностью по отношению к указанным образцам характеризуются растворы, содержащие только ионы SO_4^{2-} , причем образцы на высокоалюминатных цементах разрушаются заметно быстрее, чем остальные. На основании проведенных исследований установлено, что действие водных растворов, содержащих ионы SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} (HCO_3^-), на процессы гидратообразования в

цементном камне бетона инициирует его адаптационные возможности, эффективность которых связана в основном с концентрацией и соотношением указанных анионов во внешней среде.

В параграфе 3.5. рассмотрены возможности использования шунгитовых строительных материалов – для получения композиционных материалов для защиты от электромагнитных излучений (ЭМИ). Для сравнительного анализа возможности использования шунгита Кичи-Алайского месторождения и портландцемента Южно-кыргызского комбината строительных материалов для создания композиционного экранирующего материала от ЭМИ, приведем в одной таблице некоторые энергетические, механические и частотные их характеристики (табл.10), основываясь на то, что три параметра — E_a , E_m и E_v (E_m - удельные величины энергии атомизации (E_a), отнесенной к единице массы (массовая) или к единице объема E_v (объемная), которые используются для установления корреляционных зависимостей физико-химических свойств минералов и других веществ от энергии межатомного взаимодействия.

Таблица 10. Энергетические и частотные характеристики графита, шунгита и портландцемента

Вещество	Энергия атомизации E_a , кДж/моль	Удельная массовая энергия атомизации E_m , кДж/г	Удельная объемная энергия атомизации E_v , кДж/см ³	Плотность вещества ρ , г/см ³	Частота ν_m , ТГц
Графит	718,6	59,8	136	2,27	23,2
Шунгит	700	58,3	114	1,95	23,7
Портланд цемент	297,9	25,7	69	2,69	14

Из таблицы 10 видно, что энергетические и частотные характеристики шунгита и графита близки. Если графит прессовать то его можно использовать в качестве замедлителя нейтронного излучения в ядерных станциях. Так как шунгит, представляет собой хаотическую, беспорядочную сетку гибридных ковалентных sp^x -связей атомов углерода, то он является более совершенным материалом и хорошо выполняет защитные, т.е. экранирующие функции. Из таблицы 10 также видно, что плотность цемента больше чем плотность шунгита и поэтому при создании экранирующих композитных материалов из смесей этих веществ нужно учитывать оптимальные их концентрации.

При использовании шунгита, степень экранирования электромагнитных излучений определяется его электропроводностью. В таблице 11. представлены значения коэффициентов экранирования электромагнитных излучений (ЭМИ).

Таблица 11. Значения коэффициентов экранирования (n) различными композитными материалами (толщина слоя 15 мм). Частота ЭМИ 460 МГц.

№	Наименование смеси	Назначение	n , разы
1	Бетонная смесь с шунгитовым наполнителем	Покрытие для пола	27,9 - 34,1
2	Смесь для штукатурки с шунгитовым порошком	смесь штукатурная	26,5 - 28,5
3	Растворная смесь гипса	Для пола	1,3 - 1,7

Таблица 12. Параметры шунгито наполненных композиционных материалов (толщина слоя 15 мм). Частота 16 кГц; 460 МГц; 1.1 ГГц.

Наполнитель	Электрофизические параметры		
	Диэлектрическая проницаемость	Электропроводимость $\sigma \times 10^{-3}$, См/м	коэффициент экранирования, n разы
Шунгит Кичи-Алайского месторождения	13.7/ 11.2/ 10.3	5,8/26,3/32,2	0,53/29,3/35,2

Из таблицы 12 видно, что высокий коэффициент экранирования электромагнитных излучений имеют только композиционные материалы на основе шунгитового состава (образцы № 1 и 2). Исследованиями установлено, что эффективность экранирования зависит от толщины слоя материала. Коэффициент экранирования имеет выраженную частотную зависимость: с увеличением частоты значения коэффициента возрастают (таблица 12) Так, по нашим данным, при заданной толщине образца при увеличении частоты ЭМП с 16 кГц до 1.1 ГГц значения коэффициента экранирования увеличилась от 0,53 до 35,2 раза.

В параграфе 3.6. проведен фрактальный анализ композиционного материала. Наиболее характерным морфологическим паттерном взаимодействия шунгита в композитных системах являются фракталы.

В рамках фрактального анализа определить теоретическую величину относительной доли межфазных контактных областей ($\varphi_{мф}$) можно следующим образом:

$$\varphi_{мф} = (d_n - 1) \varphi_n, \quad (5)$$

где d_n - фрактальная размерность поверхности частиц наполнителя, φ_n - объемная доля наполнителя. Как известно, фрактальная размерность композиционного материала показывает, что как низкоразмерные частицы наполнителя заполняет занимаемое им пространство в композите. Однако, нужно отметить, что фрактальная размерность композита не описывает его форму.

В рамках механики сплошных сред коэффициент Пуассона ν для дисперсно-наполненных композитов выражается формулой:

$$\frac{1}{\nu} = \frac{\varphi_H}{\nu_H} + \frac{1-\varphi_i}{\nu_i}, \quad (6)$$

где ν, ν_H и ν_M -коэффициенты Пуассона композита (ν), наполнителя (ν_H) и композитной матрицы (ν_M), соответственно.

Тогда фрактальная размерность структуры d_f может быть определена согласно уравнению:

$$d_f = (d-1)(1+\nu), \quad (7)$$

где d - топологическая размерность (в нашем случае $d=3$). После постановки значения ν из формулы (6) в (7) получим:

$$d_f = (d-1) \left(1 + \frac{\vartheta_H * \vartheta_M}{\varphi_H + \vartheta_M + \vartheta_H (1 - \varphi_M)} \right) \quad (8)$$

здесь, φ_M - объемная доля композитной матрицы(цемента). Из формулы (8) видно, что фрактальная размерность композиционного материала принимает значение между 2 и 3, но всегда меньше топологической размерности. При этом, чем больше коэффициенты Пуассона наполнителя и матрицы, тем больше фрактальная размерность композиционного материала: фрактальная размерность цементно-баритового композиционного материала, вычисленной по формуле (8), представлены в таблице 13.

Таблица 13. Фрактальная размерность цементно-баритового композиционного материала

№. п/п	Содержание компонентов в композиционном материале в % и коэффициенты Пуассона				Фрактальная размерность
	Цемент	Среднее значение коэффициента Пуассона бетона	Барит	Среднее значение коэффициент Пуассона барита	
1.	60	0,25	40	0,28	2,267
2.	40		60		2,220
3.	20		80		2,187

Полученные значения фрактальной размерности цементно-баритового композиционного материала, представленные в таблице 13 качественно согласуется с литературными данными. Таким образом расчетная формула для определения фрактальной размерности композиционного материала позволяет определить значения фрактальной размерности композиционного материала.

Четвертая глава посвящена созданию композиционного материала из местных природных ресурсов для защиты от радиационных излучений.

На территории КР зарегистрировано более 40 объектов барита. На территории Ошской области, между городами Ноокат и Араван, расположен массив «Төө-Моюн». Состав элементов-примесей в барите «Төө-Моюн», нами

был определен на спектрофотометре СФ-46. Полученные данные представлены в таблице 7.

В качестве радиационно-защитного материала использовали высокодисперсные порошки барита.

Таблица 14. Некоторые физико-химические параметры баритового порошка.

№	Наименование	Норма по стандарту
1	Внешний вид	Тонкодисперсный порошок черного цвета
2	Массовая доля потерь при 100 °С, %	2,4
3	Зольность, %	75
4	Насыпная плотность, г/см ³	8,4
5	рН водного раствора с концентрацией до 20%	5,0-6,5

Для приготовления наполнителя использовали порошок, имеющий следующий гранулометрический состав(табл.8).Гранулометрический состав определили с помощью ситового метода. Удельная плотность порошка была равна 8,4 г/см³, а отношение максимального размера частиц к минимальному размеру составляло 600:1.Удельная плотность полученного радиозащитного материала равнялась 5,5 г/см³.

При проведении исследования поглощающей способности радиационно-защитного композита с наполнителем из баритового порошка получены экспериментальные данные зависимости ослабления интенсивности радиационного излучения от толщины композиционного материала. Сравнительный анализ полученных данных для частиц баритового(50-600мкм) наполнителя с массовой концентрацией 20,40 и 60 % показали, что экспериментальные результаты ослабления бета и гамма излучения при увеличении толщины баритового композита его радиационно-защитная способность, модифицированного микроскопическими наполнителями барита, возрастала, что объясняется ростом числа рассеивающих центров. Максимальное значение увеличения кратности ослабления бета излучения в ходе проведенного эксперимента на толщине защитного слоя композита 2.0см составило примерно 2 раза, а в случае толщины композита 5 см степень ослабления бета излучения составило максимальное значение, т.е. 100%. В то же время гамма излучения при толщине композита 2 см поглощается в 1,3 раза, а при толщине композита 5 см радиационные излучения полностью поглощаются.

Полученные экспериментальные данные (табл. 15) позволяют сделать вывод, что использование композиционного материала с модифицирующими баритовыми наполнителями для защиты от гамма- и бета излучений значительно повышает эффективность защиты по сравнению с бетонным аналогом.

Таблица 15. Результаты степени поглощения радиационного излучения в баритовом композите

№	Толщина баритовой композиции, см	Виды радиационного излучения	Предел допускаемая норма, мкЗв/ч	Мощность эталонного источника излучения, мкЗв/ч	Мощность излучения после прохождения баритовой композита, мкЗв/ч
1.	2	Бета излучения	0,3	10,8	5,4
		Гамма излучения	0,2	0,80	0,6
2.	5	Бета излучения	0,3	10,8	0
		Гамма излучения	0,2	0,80	0

Таким образом, разработаны и исследованы радиационно-защитные композиционные материалы нескольких составов. Измерения коэффициентов ослабления потока радиации показали увеличение коэффициента ослабления радиации 2 и более раза в зависимости от концентрации порошков барита и толщины композита.

Общие выводы

1. Впервые показана возможность использования отечественного минерального соединения – шунгита для создания композиционного материала для экранирования электромагнитных излучений [93]. На основе экспериментальных исследований и численного моделирования показано, что цементное сырье ОсОО Южно-Кыргызского комбината строительных материалов (ЮКСМ) и шунгита Кичи-Алайского месторождения позволяет получить эффективный композиционный материал для экранирования электромагнитных излучений.

2. Изучен химический состав основных компонентов цементного сырья (оксидных материалов), используемые для получения цемента в ЮКСМ, шунгита Кичи-Алайского и барита Төө-Моюнского месторождений. Установлено, что для создания композиционного материала на основе цемента ЮКСМ и шунгита Кичи-Алайского или барита Төө-Моюнского месторождений необходимо учитывать влияния гранулометрического состава порошков цемента и шунгита или барита. Показано, что защитный эффект материалов от радиационных излучений (или ЭМИ) достигается в соотношениях наполнителей - 2:1, т.е. когда отношение диаметра порошков крупной фракции к наиболее мелкой фракции, составляет 2:1. Например, если диаметр частиц барита будет 50 мкм, то эффективное отношение будет колебаться от 10:1 до 30:1. Если в качестве наполнителя использовать

баритовый порошок диаметрами 50 микрон, то для получения защитного материала от РИ(ЭМИ), диаметры частиц матрицы(цемента) должны колебаться от 500 до 1500 микрометров. То есть, для получения композитных защитных от РИ(ЭМИ) материалов необходимо наряду с использованием баритового(шунгитового) наполнителя, необходимо оптимизировать величины отношения диаметров крупных частиц и мелких фракций матрицы и баритового(шунгитового) наполнителя.

3. Установлено, что при термической обработке компонентов цементного сырья существуют три спектры, обусловленные эндотермической реакцией, показывающиеся диссоциации карбоната, сульфата, алюмината и кристаллогидрата(кальциевые, магниевые, алюминиевые соединения), а метод дериватографического анализа цементного сырья показывает, существование четырех экзотермических пиков, связанные с образованием нового кристаллического соединения путем перестройки кристаллической решетки или переходом мелких кристаллов в более крупные. Отсюда сделан вывод, температура влияет на степень прочности связи композита. Показано, с увеличением концентрации шунгита и температуры обработки шихты с 200 °С и выше прочность КМ возрастает. Такое поведение связано, с тем, что 200 °С является итогом эндотермического эффекта и при температуре 200 °С происходит разложение наименее прочных органических веществ с выделением летучих компонентов CO₂. Оптимальная концентрация порошков шунгита в КМ составляет 8-10 масс.ч.

4. Экспериментальное и теоретическое опробование шунгита и барита в получении композиционного материала, показало перспективность применения шунгита Кичи-Алайского месторождения и барита Төө-Моюнского месторождения в технологии получения КМ соответственно для экранирования электромагнитного и радиационного излучений.

5. Разработана технология получения КМ на основе цемента ЮКСМ и шунгита и барита. Установлено, что КМ, полученный с использованием шунгита экранирует ЭМИ на 90-98%, а КМ созданной на основе барита при толщине до 5 мм, полностью защищает от РИ.

6. Разработана технологическая рецептура создания принципиально нового композиционного материала на основе шунгита и барита, позволяющее обеспечит защиту граждан от электромагнитных и радиационных излучений в домах, на рабочих местах, а также защитит стратегически важные объекты.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ:

1. Турдубаева, Ж.А. Исследование химического состава минерально-сырьевых ресурсов, используемые при производстве цемента в южном комбинате строительных материалов [Текст] / Ы.Ташполотов, Э. Садыков, Ж.А. Турдубаева // Известия ОшГУ. – №1. – Ош, 2012.– С. 34 - 39.
2. Турдубаева, Ж.А. Исследование летучих веществ при технологической обработки цементного сырья [Текст] / Ы.Ташполотов, Э. Садыков, А. Базиева, Э.М. Ысманов, Ж.А. Турдубаева // Вестник ОшГУ–№4. – Ош, 2013. –С.167-169
3. Турдубаева, Ж.А. Влияние водных ионов CO_3^{2-} , SO_4^{2-} и Cl^- на гидратацию цемента в бетоне [Текст] / Ы.Ташполотов, Э. Садыков, А. Базиева, Э.М. Ысманов, Ж.А. Турдубаева // Материали за 10-а международна научна практична конференция «Настоящи изследвания и развитие - 2014 (София), том 29, –С.92-96.
4. Турдубаева, Ж.А. Исследование барита Туя-Моюнского месторождения Кыргызстана [Текст] / Ы.Ташполотов, Э. Садыков, Э.М. Ысманов, Ж.А. Турдубаева // Вестник ОшГУ– Ош, 2014. С.154-157.
5. Турдубаева, Ж.А. Фрактальная размерность композиционной структуры на основе цемента и баритового наполнителя [Текст] / Ж.А. Турдубаева // Вестник ОшГУ-№1.–Ош, 2015.–С.188-192.
6. Турдубаева, Ж.А. Техничко-экономический анализ получения композиционных материалов на основе барита [Текст] / Ж.А. Турдубаева // Известия ОшГУ-№1.– Ош, 2015.-С.30-35.
7. Турдубаева, Ж.А. Технология переработки техногенных отходов свинца на основе инновационных технологии [Текст] / Ы.Ташполотов, Э. Садыков, Т.К. Матисаков, Ж.А. Турдубаева // «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований» (РФ), №5-2. 2016.–С.177-179.
8. Турдубаева, Ж.А. Математическое моделирование для расчета оксидных компонентов с целью получения композитных материалов экранирующих электромагнитных излучений [Текст] / Ж.А. Турдубаева // «Наука, Новые технологии и инновации» №1.–Бишкек, 2017.–С.77-80
9. Турдубаева, Ж.А. Применение компьютерного расчета для оптимизации состава оксидных композиционных материалов [Текст] / Ы.Ташполотов, Ж.А. Турдубаева // «Известия вузов Кыргызстана» №6. – Бишкек, 2017.–С.3-5
10. Турдубаева, Ж.А. Влияние фракционного состава барита Тоо-Моюнского месторождения на эффективность защиты от радиационного излучения [Текст] / Ы.Ташполотов, Ж.А. Турдубаева // «Бюллетень науки и практики» (РФ), №2 том 4 2018.– С. 28-33.
11. Турдубаева, Ж.А. Создание композиционного материала на основе барита для экранирования радиационного излучения [Текст] / Ж.А. Турдубаева, Э.М. Ысманов, Ы.Ташполотов, Э. Садыков, // Свидетельство №2469-КЫРГЫЗПАТЕНТ, 2014.

РЕЗЮМЕ

диссертации Турдубаевой Жылдыз Алимбековной на тему: “Исследование и разработка технологии получения композиционных материалов для экранирования электромагнитных и радиационных излучений” на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояние»

Ключевые слова: композиционный материал, барит, шунгит, цемент, электромагнитное излучение, радиация, экранирование.

Объект исследования: Исследование барита Тоо-Моюнского месторождение и шунгита Кичи –Алайского месторождения.

Цель исследования: разработка, оптимизация и научное обоснование эффективности использования отечественных шунгитовых и баритовых сырьевых ресурсов для создания композиционных материалов с целью экранирования электромагнитных и радиационных излучений.

Научная новизна работы заключается в следующем:

–впервые изучены проблемы безопасности от ЭМИ и радиационных излучений, рассмотрев минерально-сырьевые ресурсы юга Кыргызстана, потенциально пригодные для производства композиционных материалов, используемые для защиты от ЭМИ и радиаций, путем замены существующих импортных сырьевых ресурсов на шунгита Кичи-Алайского и барита Төө-Моюнского месторождений, а также влияния гранометрического состава и фрактального размера на свойства композитного материала для экранирования от ЭМИ;

-исследованы химический состав основных оксидных материалов, используемые для получения цемента Южно-Кыргызского комбината строительных материалов для их использования в качестве матрицы и Кичи-Алайского шунгита в качестве наполнителя с целью создания композиционного материала для защиты от электромагнитного излучения.

-разработаны количественные критерии(дисперсность, фрактальность и др) формообразования композита на основе цемента Южно-Кыргызского комбината строительных материалов(Араванский цементный завод) и шунгита для экранирования ЭМИ;

-создана компьютерная программа расчета технологических параметров цемента, позволяющие установить минимальное объемное содержание матрицы и тем самым наполнителя с частицами заданного размера, необходимое количественное соотношение для получения нормативными экранирующими свойствами, а также объемном содержании и размерах частиц наполнителя;

-разработан композитный материал на основе отечественного баритового минерала Төө-Моюнского месторождения для защиты от радиационных излучений. Определены технологии создания КМ с использованием барита, соответствующие нормативным требованиям защитных показателей.

Практическая ценность и результаты внедрения:

Значение исследования для науки и практики заключается в создании нового композиционного материала с использованием отечественных минерально-сырьевых ресурсов для экранирования ЭМИ и радиационных излучений.

Турдубаева Жылдыз Алимбековнанын 01.04.07 – «конденсацияланган физиканын абалдары» адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн “Электромагниттик жана радиация нурланууларынан коргоочу композициялык материалды изилдөө жана иштеп чыгуу» темасында жазылган диссертациялык ишинин

РЕЗЮМЕСИ

Урунттуу сөздөр: композициялык материал, барит, шунгит, цемент, радиация, электромагниттик нурдануу, экрандаштыруу

Изилдөөнүн объектиси: Төө-Моюн жергесиндеги баритти жана кичи-Алай жергесиндеги шунгитти изилдөө.

Изилдөөнүн максаты: электромагниттик жана радиациялык нурлануудан тосуу максатында композициялык материалдарды түзүү үчүн ата мекендик шунгит жана барит сырьё ресурстарын пайдалануунун натыйжалуулугун илимий негиздөө, иштеп чыгуу жана оптималдаштыруу болуп саналат.

Изилдөөнүн илимий жаңылыгы:

-биринчи жолу четтен ташылып келүүчү сырьёлордун ордуна Кичи – Алай кенинин шунгитин жана Төө-Моюн кенинин баритин пайдаланып, электромагниттик жана радиациялык нурдануудан сактоочу композиттик материалдарды чыгарууга Түштүк Кыргызстандын минералдык сырьё ресурстарын пайдалануу көйгөйлөрү изилденди.

-электромагниттик нурдануудан коргоочу композициялык материалды жасоо максатта матрица катары Түштүк-Кыргыз курулуш материалдары комбинатынын цементин алууда керектелүүчү негизги оксид материалдарынын жана толуктоочу катары Кичи –Алай шунгитинин химиялык составы изилденди.

-Түштүк-Кыргыз курулуш материалдары комбинатынын цементинин негизинде алынган композиттин сандык критериялары(дисперсиялык, фракталдык) иштелип чыкты.

-нормаларга жооп бере турган тосуу касиеттери бар, эн аз көлөмдүн өлчөмдөгү бөлүкчөлөрдү камтыган матрицаны, цементтин технологиялык параметрлерин эсептөөчү, компьютердик программа иштелип чыкты.

-жергиликтүү Төө-Моюн кенинен барит минералынын негизинде радиациялык нурдануудан коргоочу композиттик материал иштеп чыгарылды. Баритти колдонууда коргонуу көрсөткүчү нормативдик талапка жооп бере турган композиттик материалдарды жасоонун технологиясы аныкталды.

Изилдөөнүн практикалык маанилүүлүгү:

Изилдөөнүн маанилүүлүгү - илим жана практика үчүн электромагниттик жана радиация нурданууларынан коргоочу жергиликтүү минералдык сырьёну иштетүү менен жаны композициялык материалды түзүүдө жатат.

ABSTRACT

of **Turdubaeva Zhyldyz Alimbekovna** dissertation on: "Research and development of technology for obtaining composite materials for shielding electromagnetic and radiation emitting" for the degree of candidate of technical sciences by the specialty 01.04.07 - "Condensed state physics"

Key words: composite material, barite, shungite, cement, electromagnetic radiation, emitting, shielding.

The object of study: Study of the Barite Too-Moyunsky deposit and Shungite Kichi-Alai field.

Research object: The purpose of the research is to develop, optimize and scientifically substantiate the effectiveness of using domestic shungite and barite raw materials for the creation of composite materials for the purpose of shielding electromagnetic and radiation radiation.

Scientific novelty and theoretical significance of the research:

- for the first time, the problems of safety from EMR and radiation were studied, having considered the mineral resources of the south of Kyrgyzstan, potentially suitable for the production of composite materials used for protection against electromagnetic radiation and , emitting, by replacing existing imported raw materials with shungite Kichi-Alai and barite of the Tu-Moyun deposit

- the chemical composition of the main oxide materials used to produce cement of the South Kyrgyz Combine of building materials for their use as a matrix and Kichi-Alai schungite as a filler for the purpose of creating a composite material for protection against electromagnetic radiation

- a computer program for calculating the technological parameters of cement was created. allowing to establish the minimum volume content of the matrix and thus the filler with particles of a given size, the required quantitative ratio for obtaining regulatory shielding properties

- a composite material was developed on the basis of the domestic barite mineral of the Tøø-Moyun deposit for protection against radiation radiation. The technologies for creating CM using barite are determined, corresponding to the regulatory requirements of protective indicators

Practical significance of the study.The importance of research for science and practice is to create a new composite material using domestic mineral and raw materials for shielding EMR and radiation emitting.

Подписано в печать 10.11.2018
Бумага офсетная. Формат 60x84
Объем 1,5 п.л.
Тираж 50 экз. Заказ № 525-2018

Отпечатано в РИО ОшГУ, г. Ош, ул. Исанова 81.