

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА  
АГЕНТСТВО ПО ХИМИЧЕСКОЙ, БИОЛОГИЧЕСКОЙ,  
РАДИАЦИОННОЙ И ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

---

УДК 691.771, 713

*На правах рукописи*



**МИРЗОЕВ ДАЛЕР ИНОМЖОНОВИЧ**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТОВ СПЕЦИАЛЬНОГО  
НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ТАДЖИКИСТАНА**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.17.01 – Технология неорганических веществ

Душанбе-2024

Диссертация выполнена в научно-исследовательском отделе Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана, г. Душанбе.

**Научный руководитель:** **Назаров Холмурод Марипович,**  
доктор технических наук, профессор, директор Филиала Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной Академии наук Таджикистана в Согдийской области

**Официальные оппоненты:** **Шарифов Абдумумин**  
доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института химии им. В.И.Никитина

**Наимов Носир Абдурахмонович**  
кандидат технических наук, директор Научно-исследовательского института «металлургия» ОАО «Таджикской Аллюминиевой Компании»

**Оппонирующая организация:** Кафедра «Прикладной химии» Таджикского национального университета, г. Душанбе

Защита диссертации состоится «11» марта 2024 года в 9-00 часов на заседании объединенного диссертационного совета 6D.KOA-042 на базе Института химии им. В.И.Никитина НАН Таджикистана и Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана по адресу: 734063, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2. E-mail: [f.khamidov@cbrn.tj](mailto:f.khamidov@cbrn.tj)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Института химии им. В.И.Никитина НАН Таджикистана [www.chemistry.tj](http://www.chemistry.tj)

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат технических наук



Хамидов Ф.А.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Для обеспечения защиты от радиации в нынешнее время применяются различные материалы в виде композиций. Они могут быть облицовочными или же материалами способными нести существенные конструкционные нагрузки. Матрицы таких композиционных материалов могут быть из эпоксидной смолы, резиноподобных полимеров, портландцемента и жидкого стекла, баритовых и сернистых бетонов с разнообразными модификаторами и многими другими. Как наполнители могут применяться различные соединения железо-оксидных систем, свинца, стекла, ферросплавы марганца и силикомарганса, керамики, базальта и другие.

Большинство из уже существующих РЗМ обладают некоторыми недостатками, это может быть низким температурным применением, различностью применяемых компонентов, токсичностью составляющих, применением технологий с низкой степенью экологичности или же применение компонентов с высокой стоимостью. Проявление вяжущих свойств суспензий, полученных из кварцевого стекла и керамических и огнеупорных материалов, известно давно.

На наш взгляд актуальной задачей является создание таких видов композиционных материалов, которые имели бы высокие прочностные характеристики под воздействием различных агрессивных сред, радиации, влаги или же имеющих устойчивость к знакопеременным колебаниям температуры в области разработки радиационно-защитного материаловедения и данную проблему можно решить на принципиально новых технологических основах.

### ***Степень научной разработанности изучаемой проблемы.***

Сведения отечественных и зарубежных практик в области радиационно-защитного строительного материаловедения показывает, что большинство разработанных строительных материалов являются высоконаполненными композициями, а также большинство из них имеют сложный химический состав с редко встречающимися и дорогостоящими компонентами, имеющими наведенную радиоактивность.

Одними из перспективных материалов специального назначения являются композиты для укрытия поверхности урановых хвостохранилищ, отделочная смесь, радиационно-защитная панель и конструкционный композиционный материал.

**Целью исследования** является разработка технологических и физико-химических основ получения композиционных материалов специального назначения из местных сырьевых ресурсов Таджикистана.

### ***Задачи исследования:***

-изучение химического и минерального состава радиационно-защитных компонентов;

-изучение роли компонентов в разрабатываемых композитах;

-разработка технологии получения неорганического РЗКМ на основе магнетита;

-изучение радиационно-защитных свойств разработанных композитов;

-разработка технологии получения РЗКМ на основе алюминиевой матрицы наполненной модифицированным гематитом и белым чугуном;

-изучение структуры, эксплуатационных, физико-механических и радиационно-защитных свойств композиционных материалов типа АМК.

**Научная новизна исследования.** Установление возможности получения различных видов композитов специального назначения на основе концентрата барита, магнетита, бентонита, железосодержащих отходов, белого чугуна и металлического алюминия.

Разработанный состав радиационно-защитной смеси способен обеспечить многократное ослабление от различного рода ИИИ при относительно меньшей толщине слоя, чем уже разработанные радиационно-защитные строительные материалы. Разработанный нами состав при толщине слоя в 10 мм способен обеспечивать ослабление от различных родов ИИИ до одного целой восемнадцать сотых раза для источника  $^{137}\text{Cs}$  и до восьмисот двадцат четыре раза для рентгеновского излучения.

Показано, возможность введения из водных растворов нитрата алюминия ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), которое находится в оксидных формах железа модифицирована в виде магнетитовых и гематитовых фаз с ионами алюминия, используя эти соединений для совмещения с алюминиевым расплавом.

Установлено, что на поверхности соединений оксидов железа, что является основным реакционным центром, происходит модификация с поверхности гидроксильными группами.

#### ***Теоретическая и научно-практическая значимость работы.***

Разработаны научные основы, которое заключает в предварительном порядке создать кристаллическую решетку отходов, содержащее ионы железа ( $\text{Fe}^{3+}$ ) и поступающие на поверхность активированных ионов алюминия ( $\text{Al}^{3+}$ ) с целью получения РЗКМ типа АМК основу которых составляет модифицированный гематит и белый чугун.

Активирование достигается процессом гидроксидирования на поверхности частиц концентратов гематита и белого чугуна с одноимёнными с дисперсной фазой ионов железа ( $\text{Fe}^{3+}$ ), которое адсорбировано из водных растворов нитрата железа ( $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ).

Полученные радиационно-защитные композиты рекомендуются использовать в медицинских учреждениях для рентген кабинетов и других, а именно к способу защиты посетителей, обслуживающего персонала, оборудования и окружающей среды от гамма- и рентгеновского излучения.

**Личный вклад соискателя ученой степени в исследовании** заключался в анализе зарубежных и отечественных литературных данных, постановке и решении исследовательских задач, проведении, приготовлении рассмотрении и

обсуждении в лабораторных требованиях методом проб и ошибок результаты и формулировки основных положений и выводов диссертации.

**Степень достоверности результатов** устанавливается и обосновывается эксплуатацией инновационных приборов и эталонных общепромышленных технологий, полным объемом осуществленных испытаний, их респектабельностью и конвергентностью, признанием полученных данных системами математической статистики.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Диссертация соответствует паспорту специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ по следующим пунктам:

*п.1. Технология получения различных композитов на основе местных сырьевых ресурсов с использованием отходов производства ЛКРМ, природного барита из месторождения Баритовой горки, бентонитовых глин из месторождений Шаршарское и Оксу, измельченных костей крупного рогатого скота из отходов производства мясной продукции, белого чугуна из отходов производства ЧМЗ и алюминия, произведенного на заводе Талко;*

*п.2. Отходы производства ЛКРМ при обработке температурой в промежутке 473-593К (200-320°C) выдает тепловыделяющее явление что вызывает окисление магнетита не в полной мере и превращается в маггемит, кроме того при дальнейшем нагревании в промежутке 823-973К (550-700°C) выдает тепловыделяющее явление и помогает превращению магнетита в гематит. Данный процесс был проведен так как отходы производства ЛКРМ в основном состоят из магнетитовой формы оксида железа, но для их перевода в гематитовую форму необходим процесс термообработки при 700°C;*

*п.3. Раскрыта выдержка произведенного АМК влианию различных температур без появления микротрещин на внешней плоскости при воздействии наружных нагрузок;*

*п.4. Разработан механизм активации и модификации поверхности гематита ионами водных растворов, этот процесс протекает в следствии контакта с энергичными серединами (гидроксильными категориями главного или кислотного характера) это относится к явлениям направленности ионов модификатора касательно жесткой плоскости сорбента, на которую можно будет закрепить материал другой природы. По данной причине для модификации поверхности концентрата магнетита применен нитрат алюминия  $Al(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ , а в качестве активатора нитрат железа  $Fe(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ ;*

*п.5. Во время создания КМ нами применены производственные отходы, что благоприятствует урегулированию экологических проблем загрязнения окружающей среды и организации малоотходного производства для интереса совокупности отраслей производства.*

*п.6. Выяснены значения, составляющих в композите. Рассмотрены физико-механические, химические и РЗ свойства созданных композитов. Определены логичности технологических процессов при производстве*

предлагаемых композитов. Проведены технологические расчёты для определения необходимой эквивалентной свинцовой толщины разработанных композитов, а также эквивалентные толщины разработанных композитов относительно мощности дозы. Предложена поэтапная технология производства разработанных композитов;

*п.8.Получение радиационно-защитного композита типа АМК на основе модифицированного гематита и белого чугуна которая устанавливается в достраивании кристаллической решетки оксидов железа ионами железа ( $Fe^{3+}$ ) при всем этом в закреплении на активизированной плоскости ионов алюминия  $Al^{3+}$ ;*

*п.9.Определены оптимальные составы, композиционного материала на основе алюминиевой матрицы, наполненной модифицированным гематитом и белым чугуном. Разработанный композит можно получить с заданными физико-химическими, механическими, радиационно-защитными свойствами и технико-экономическими показателями;*

*п.12.Показан процесс модификации железорудного концентрата в виде фаз магнетита и гематита с помощью водных растворов ионов алюминия с применением нитрата алюминия ( $Al(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ ).*

***Положения, выносимые на защиту:***

- результаты анализа имеющихся литературных источников;
- характеристики радиационно-защитных компонентов, полученных из местных сырьевых ресурсов;
- технологические параметры и технология получения неорганических радиационно-защитных композитов;
- результаты исследований радиационно-защитных свойств разработанных композитов и область их применения;
- технология получения, разработанного радиационно-защитного композитного материала на основе матрицы из алюминия наполненной модифицированным гематитом и белым чугуном;
- результаты изучения структуры, эксплуатационных, физико-механических и радиационно-защитных свойств композиционных материалов типа АМК.

***Апробация и реализация результатов диссертации.*** Основные положения диссертации обсуждались на следующих научных конференциях, симпозиумах и семинарах:

*-международных на:* научной конференции «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века» (г.Минск, Республика Беларусь, 2015); научно-практической конференции «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых» (г.Бустон, Таджикистан, 2016); научно-практической конференции «Интеграция науки и производства как механизм развития горно-металлургической отрасли Республики Таджикистана» (г.Бустон, Таджикистан, 2016); научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г.Шухова (г.Белгород, 2019); научно-практической конференции «Современные проблемы

металлургической промышленности» (г.Душанбе, Таджикистан, 2021); научно-технической конференции "Пром-Инжиниринг", (г.Сочи, 2021); научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова (г.Белгород, 2021); научно-практической конференции "Использование природных ресурсов, экология и устойчивое развитие" (г.Бустон, Таджикистан, 2022).

*-республиканских:* на научно-практической конференции «Проблемы горно-металлургической промышленности и энергетики Республики Таджикистан» (г.Чкаловск, Таджикистан, 2014); научно-практической конференции «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых», (г.Чкаловск, Таджикистан, 2015); научно-практической конференции «Инновационное развитие науки» (г.Душанбе, Таджикистан, 2020).

**Публикации по теме диссертации.** По результатам проведенных исследований опубликована одна монография, 4 статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 14 статей и тезисов в публикациях представлены на республиканских и международных конференциях, получено два малых патента Республики Таджикистан на изобретение.

**Структура диссертации и объем.** Диссертация изложена на 157 страницах, содержит 37 таблиц и 45 рисунка. Состоит из введения, четырех глав, выводов и списка использованных источников (162 наименований).

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во **введении** диссертантом обосновывается актуальность исследования, поставлены цели и задачи, отражена научная новизна и практическая значимость работы, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В **главе 1** представлен обзор литературных данных, посвященных анализу современного состояния радиационно-защитных композиционных материалов. Многие современные материалы представляют собой высоконаполненные композиции, в основном обладающие слабыми прочностными характеристиками и, как следствие, их неспособностью нести высокие внешние нагрузки. Кроме всего, подавляющее большинство материалов имеют сложный состав с дорогостоящими и редко встречающимися сырьевыми компонентами, что в значительной мере отображается на их стоимости.

К основным требованиям, предъявляемым к материалам радиационной защиты, относятся оптимальные массогабаритные показатели и способность ослаблять воздействие ионизирующих излучений.

В **главе 2** приведены характеристики используемых компонентов для создания радиационно-защитных материалов и методы исследования. При проведении испытаний по созданию композитов руководствовались требованиями следующих нормативных документов: ГОСТ 25146-82 «Материалы радиохимических производств и ядерных энергетических

установок. Метод определения дезактивируемости», ГОСТ 26412-85 «Материалы защитные радиохимических производств и ядерных энергетических установок.

В ходе исследований использовались, лазерный анализатор ANALYSETTE 22 NanoTec plus (производитель ООО «ПЭЛ», Санкт-Петербург, Россия), дифференциально-сканирующая калориметрия и термогравиметрия на приборе NETZSCH STA 449 F1 Jupiter®, спектрометр ARL9900 - Intellipower Workstation, сканирующий электронный микроскоп TESCAN MIRA 3 LMU (Фирма "Oxford Instruments Analytical", Великобритания), дозиметр ESMFH40G-L10 THERMO (Germany), рентгеновский аппарат марки MOBILRTT (Germany) и Pickerint, радиометр радона PPA-01M-03.

Одним из компонентов для получения радиационно-защитных материалов является магнетит. В Республике Таджикистан путем магнитной сепарации отходов был получен магнетит – из отходов хвостового материала производства ОАО «Ленинабадского комбината редких металлов» Технология получения концентрата магнетита приведена на рис. 1.

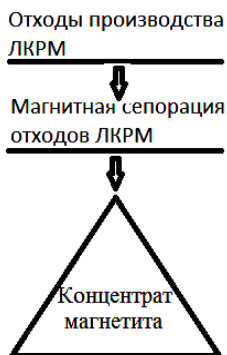


Рисунок 1. – Технология получения концентрата магнетита

Содержание хвостового материала и соединений концентрата железа представлены в табл. 1.

Таблица 1. – Результаты химического анализа железосодержащего сырья

Наименование	Содержание компонентов, в %					
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	ппп.
Хвосты	39,83	4,24	42,07	8,28	3,51	2,07
Концентрат	73,47	4,5	8,0	6,8	2,62	4,61

В качестве наполнителя как белый чугун с размерами частиц до 100 мкм будет использован отход производства «Литейного цеха» Бустонского машиностроительного завода ГУП «Таджредмет» (табл. 2).



Таблица 2. – Химический состав белого чугуна по ГОСТ 805-95

Содержание элементов, %					
C	Si	Mn	S	P	Fe
4,5...6,1	1,0...2,0	0,5...1,0	до 0,3	до 0,5	остальное

Металлический алюминий марки АКЛР-7 РТ с содержанием основного компонента А1 не менее 99,7% плотность которого составляет  $2700 \text{ кг/м}^3$  и используется в качестве матрицы композита.

Роль компонентов в композитах:

*Магнетит* и *гематит* (наполнитель) – как ослабитель интенсивности гамма- и рентгеновского излучения.

*Барит* (наполнитель) – способствует уменьшению мощности гамма- и рентгеновского излучения.

*Белый чугун* (наполнитель) – способен к поглощению интенсивности нейтронного излучения.

*Металлический алюминий* (матрица) – в составе композиционного материал придает следующие свойства в.т.ч. легкость, пластичность, нетоксичность, коррозионную стойкость.

*Портландцемент* – применяется в качестве компонента вяжущего материала марки не ниже М-300.

В *главе 3* приведены данные по исследованию радиационно-защитных свойств композитов на основе барита и магнетита.

**Технология получения неорганического радиационно-защитного композита на основе магнетита.** Рентгенозащитная сухая отделочная строительная смесь состоит из природного барита, концентрата магнетита и портландцемента (табл. 3).

Таблица 3. – Состав сухой отделочной строительной смеси

№ проб	Компоненты, мас. %				
	концентрат магнетита	концентрат барита	природный барит	портландцемент М-500	гашенная известь
Образец 1	40	30	-	15	15
Образец 2	40	-	30	15	15
Образец 3	70	-	-	15	15

Технология получения сухой отделочной строительной смеси приведена на рис.2.

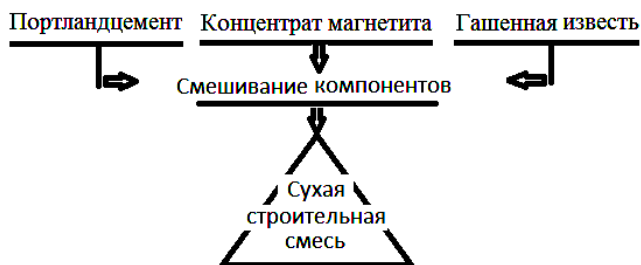


Рисунок 2. – Технология получения сухой строительной смеси

Предлагаемая сухая отделочная строительная смесь может применяться в качестве штукатурки для расправления стен из бетона, кирпича или стен уже, имеющих штукатурку чтобы в дальнейшем покрасит, наложит кафель или для ремонта комнат, которые используются.

**Изучение радиационно-защитных свойств сухой отделочной строительной смеси.** Определение уровня ослабления гамма-излучения представленными образцами проводился с применением источника цезия сто тридцать седьмого энергия которого равна  $6,6 \cdot 10^5$  эВ. Изготовленные образцы разработанной штукатурки, поставили напротив источника на расстоянии 1140 мм, в середине пучка гамма излучения, диаметр которого равняется 240 мм, поставленное расстояние рассчитана по коллиматору малого размера. Исследования по определению экранирующих свойств изготовленных образцов штукатурки провели на рентгеновском кабинете с применением рентгеновского аппарата марки MOBILRTT производства Германии при напряжении в трубке 70 кВт и 40 мА.

Анализ полученных данных подтверждает, что разработанный состав смеси обеспечивает защиту от излучений различного рода радионуклидов, например, для источника  $^{137}\text{Cs}$  уменьшает до 1,18 раза и рентгеновское излучение до 824 раза. При добавлении толщины защитного слоя коэффициент полезного действия защиты повышается. (табл.4).

Таблица 4. – Линейный коэффициент ослабления ( $\mu$ ) гамма излучения,  $\text{см}^{-1}$

№ образцов	Толщина слоя, мм	Число замеров						Среднее значение
		1	2	3	4	5	6	
Образец 1	10	804	791	795	772	780	792	789
	20	713	692	707	682	731	690	703
	30	602	663	645	614	617	636	629
	40	525	549	561	573	582	559	558
	50	446	532	536	544	511	507	513
	60	520	523	510	517	495	438	501
Образец 2	10	726	742	732	743	712	695	725
	20	642	667	683	647	645	638	654
	30	528	564	596	569	504	577	556

	40	491	545	566	577	553	540	545
	50	467	483	495	489	496	488	486
	60	395	426	434	453	462	445	436
Образец 3	10	628	705	747	675	715	705	696
	20	651	725	674	661	675	655	674
	30	556	639	581	600	618	578	595
	40	482	510	504	509	531	499	506
	50	418	473	402	500	472	478	457
	60	417	440	458	444	434	437	438
Фоновое значение, мкЗв/ч	0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Мощность дозы источника, мкЗв/ч	838	800	892	758	798	832	820	

Из табл. 4 видно, что применения разработанной сухой отделочной строительной смеси можно считать его способности защиты от гамма и рентгеновского излучения при энергии 0,4 МэВ. Одновременно с этим доказана что, добавление толщины в три раза увеличивает коэффициент полезного действия радиационной защиты примерно в два, три раза по энергетическому диапазону. Использование разработанной сухой смеси обеспечивает продуктивную защиту обслуживающего персонала и оборудования от гамма и рентгеновского излучения.

**Композит для покрытия поверхности радиоактивного хвостохранилища.** Состав смеси используемой для покрытия поверхности радиоактивного хвостохранилища состоит из следующих компонентов, масс. %: сера – 25; бентонит – 15; магнетит – 15; кварцевый песок – 20; кварцевый щебень – 25.

Для изучения ослабления мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения было проведено исследование на поверхности радиоактивного хвостохранилища «Дигмай». Самый мелкодисперсный участок хвостохранилища был покрыть нейтральным грунтом для стабилизации поверхности хвостохранилища. Данное мероприятие предотвращает вынос и распространение радиоактивной пыли с поверхности хвостохранилища.

Для снятия фонового излучения было выбрано площадка, на которой уже находилось покрытие с нейтральным грунтом. Для проведения эксперимента была вырыта яма в виде цилиндра радиусом 0,20 м, глубиной 0,50 м, до тела хвостохранилища. Вставлена пластиковая труба радиусом 0,20 м для удержания бокового (откоса) нейтрального грунта. Дальше внутренняя полость трубы заполнена приготовленной смесью выше указанным составом толщиной 0,10 м и измерено МЭД гамма-излучения на поверхности материала. Замер после каждого 0,10 метрового покрытия проводился по несколько раз. В результате анализов была получена зависимость МЭД от толщины композиционного материала (рис. 3).

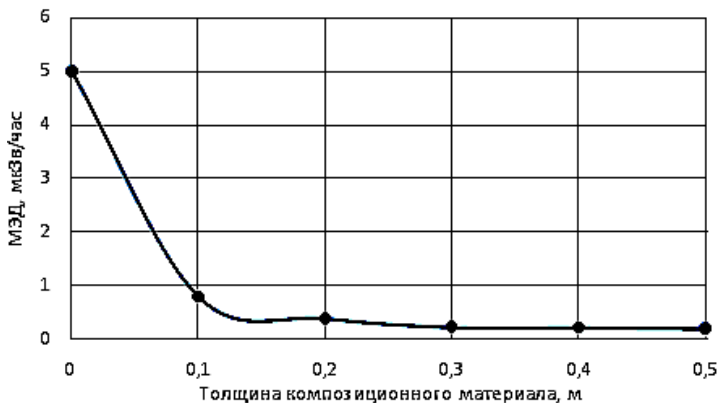


Рисунок 3. Зависимость МЭД от толщины композита

Анализ полученных данных показывает, что после покрытия поверхности хвостохранилища радиационно-защитной смесью, толщиной 0,10 м наблюдается 6-и кратное ослабление. Значения МЭД гамма-излучения понижается с 5,0 мкЗв/час до 0,8 мкЗв/час. Второй 0,10 метровый слой уменьшает МЭД от 0,8 до 0,4 мкЗв/час. Модель для изучения эксхалляции радона через композит приводится на рис. 4.

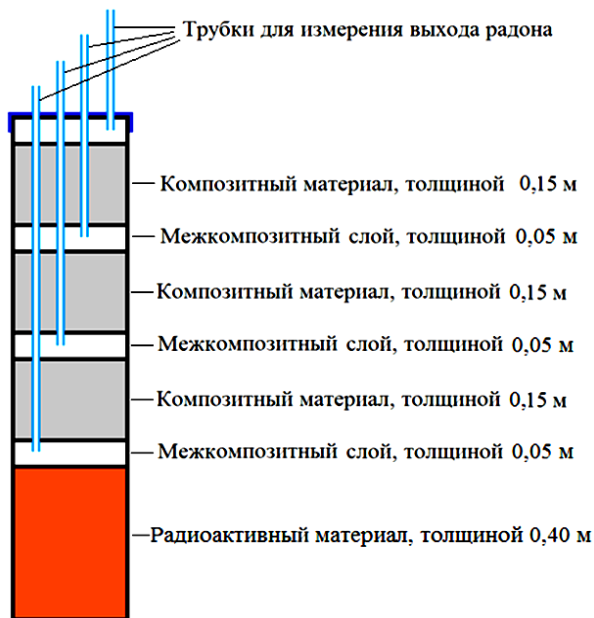


Рисунок 4. Модель для изучения эксхалляции радона через композит.

В цилиндр диаметром 0,20 м заправлен слой радиоактивных отходов хвостохранилища (0,40 м), а сверху насыпана композитная смесь общей толщиной  $3 \times 0,15 \text{ м} = 0,45 \text{ м}$ . Для того, чтобы воспрепятствовать проникновению радона к поверхности, необходимо создать такие условия, при которых диффузия длилась бы не менее 30 суток, то есть то время, за которое происходит практически полный его распад.

Мгновенные измерения объемной активности (ОА) радона проводились с помощью радиометра радона РРА-01М-03. При помощи пробоотборного устройства ПОУ-04 была измерена плотность потока радона (ППР). Для определения эксхалляции радона и влияния прослойки композита, на процесс миграции радона были проведены исследования на модели. На глубинах 0,85; 0,70; 0,55; 0,40 м от поверхности, размещены пробоотборники воздуха, связанные с поверхностью трубками. После заполнения модели радонозащитным материалом, через 2 месяца была выполнена серия замеров ОА радона через трубки с воздухозаборниками. Результаты обобщены в табл.5.

Таблица 5. – Послойная радиационная характеристика модели

Материал	Толщина, м	ОА радона, Бк/м <sup>3</sup>	ППР, Бк/м <sup>2</sup> ·с
Радиоактивный материал	0,40	>65535	18,4
1-ый защитный слой	0,15	63953	5,3
2-ой защитный слой	0,15	58923	2,6
3-ий защитный слой	0,15	10035	0,8

Анализ данных показывает, что с увеличением толщины покрытия уменьшается эксхалляция радона. При толщине защитного покрытия 0,45 м достигается меньшее шестикратное значение.

Изучение динамики ППР от толщины защитного слоя показывает, что при толщине радонозащитного слоя 0,45 м значение ППР понизилась в 4 раза по сравнению исходных значений. Полученный анализ показал после трех месяцев со дня создания модели, когда была установлена равновесная концентрация радона, на верхнем уровне нейтрального слоя, ППР составила 0,8 Бк/м<sup>2</sup>·с. При толщине защитного покрытия 0,45 м достигается 23 кратное снижение значения ППР. Согласно требованиям СП ЛКП-91 ППР на поверхности слоя композита, законсервированного хвостохранилища радиоактивных отходов не должна превышать 1,0 Бк/м<sup>2</sup>·с. Этим требованиям полностью отвечают результаты, полученные при исследованиях на модели.

В результате проведенного исследования была разработана технология получения композита для покрытия поверхности радиоактивных хвостохранилищ (рис. 5).

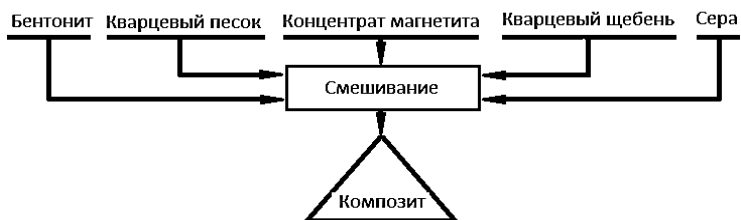


Рисунок 5. – Технология получения композита для укрытия поверхности радиоактивных хвостохранилищ

Полученный композит данного состава способен защитить от выделения радона на поверхности радиоактивных хвостохранилищ и рекомендуются для дальнейшего применения по их ремедиации. Использование смеси данного состава является экономически и экологически целесообразным.

**Технология получения радиационно-защитной панели на основе местного сырья Таджикистана.** Технология приготовления исходных материалов для получения радиационно-защитного композита приведено на рис. 6 и 7.

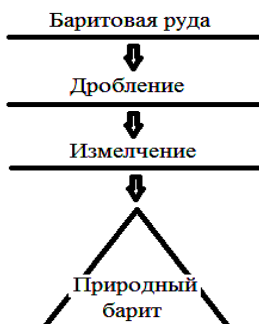


Рисунок 6. – Технология получения природного барита

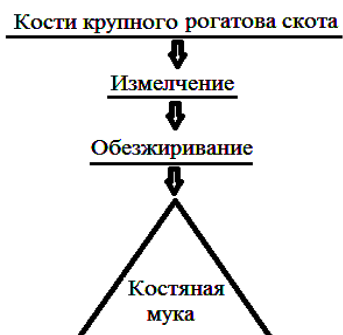


Рисунок 7. – Технология получения костяной муки из отходов производства мясной продукции

**Вариант 1:** Для приготовления необходимой смеси берутся компоненты в определенном соотношении, мас.% (табл. 6) и смешиваются, с добавлением гашеной извести пока не получится однородная масса. Полученную однородную смесь насыпают на прессовочную форму, где заранее накрыт картон, который является лицевой частью панели с обеих сторон (для придания герметичности), смесь выравнивается по форме и на выровненную поверхность смеси накрывают вторую часть картона, чтобы получился обертка подготовленной смеси.

Таблица 6. – Состав приготовления смесей

Состав смеси	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Кости крупного рогатого скота	10	20	30	40
Магнетит	30	30	30	30
Природный барит	40	30	20	10
Бентонит	10	10	10	10
Портландцемент М-500	10	10	10	10

Заготовка прессуется при давлении 50 МПа, полученную панель вынимают из формы и отправляют на сушку. Конструкция и толщина рентгенозащитной панели формируются исходя из величины необходимого свинцового эквивалента.

**Вариант 2:** Для приготовления необходимой смеси берутся компоненты в определенном соотношении, мас.% (табл. 7).

Таблица 7. – Состав приготовления смесей

Состав смеси	Образец №5	Образец №6	Образец №7	Образец №8
Кости крупного рогатого скота	10	20	30	40
Магнетит	40	30	20	10
Природный барит	30	30	30	30
Бентонит	10	10	10	10
Портландцемент М-500	10	10	10	10

Процесс формирования второго варианта радиационно-защитной панели идентичен первому варианту. Технология получения радиационно-защитной панели на основе местного сырья Таджикистана приведена на рис.8.

Для обеспечения коэффициента ослабления гамма-излучения радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в 0,0332, формируется панель толщиной 10 мм.

В табл. 8 приведены результаты экспериментальной оценки защитных свойств, предлагаемой панели толщиной от 10 мм до 30 мм, которую применили в качестве защитной панели. Использование предлагаемого сочетания компонентов в составе панели позволяет получить более высокие показатели: радиационно-защитные и массовые (по сравнению с аналогом), а

также обеспечить технологичность и экологичность процесса получения панелей в серийном производстве.

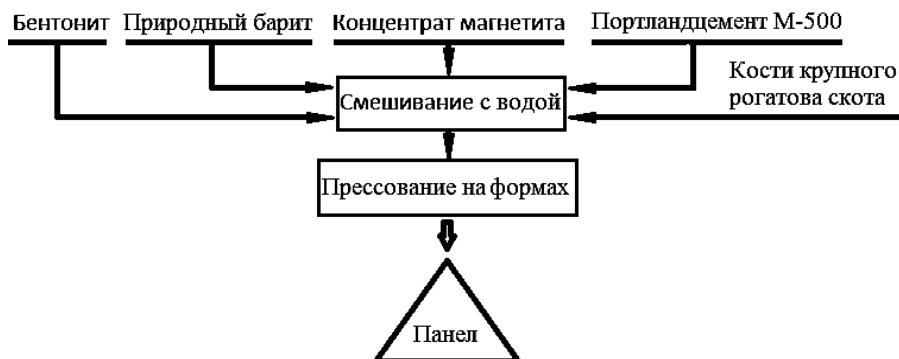


Рисунок 8. – Технология получения радиационно-защитной панели на основе местного сырья Таджикистана

Таблица 8. – Кратность ослабления радиационно-защитной панели

Источники излучения	Толщина панели, мм	Кратность ослабления, %
$^{137}\text{Cs}$	10	28
	20	44
	30	55
$^{238}\text{Pu}$	10	27
	20	28
	30	40
Рентгеновское	10	29
	20	97
	30	99,5

Свинцовый эквивалент радиационно-защитной панели по составам и свойствам материалов сведены в табл. 9.

Таблица 9. – Свинцовый эквивалент радиационно-защитной панели

Номера образцов	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Толщина панели, мм	Масса 1 м <sup>2</sup> , кг (при толщине 10 мм)	Свинцовая эквивалентная толщина панели, мм
Образец 2	1,88	10	18,8	1,3
		20		2,6
		30		3,5
Образец 8	1,82	10	18,2	0,63
		20		2,4
		30		3,32



Из табл. 9 следует, что использования в составе предлагаемого материала всех компонентов в заявленных диапазонах соотношений, мас. % обеспечивает повышение эффективности ослабления потока радиационного излучения, компактность материала и снижение массы готового изделия по сравнению со свинцовым листом.

В *главе 4* приведены результаты исследования радиационно-защитного материала типа АМК.

**Модифицирование концентрата гематита с нитратом алюминия.** Хвостовой материал ЛКРМ крупность которых составляла 200 мкм через ленточный конвейер направляли в силосы для проведения магнитного обогащения. При помощи магнитного поля ферромагнетики которые содержались в составе хвостового материала прилипали на магнитный диск который крутился с определенной скоростью, внизу которого построили скребок для сдерживания и отбрасывания ферромагнетиков во время изменения траектории падения, а по силе инерции диамагнетики и парамагнетики попадали в другой бокс в результате чего разделялся ферромагнетик. В результате процесса магнитного обогащения получали железный концентрат – 92,6%. Далее полученный концентрат подвергали термообработке (обжигу) при 800°C. В результате обжига фаза Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> переходит в форму Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с плотностью 5000 кг/м<sup>3</sup> фракции до 100 мкм, в том числе фракции до 6-7 мкм в количестве до 50 мас.%.

Создание КМ для РЗ смешав алюминиевый расплав с модифицированным гематитом нужно иметь информацию о полиморфных модификациях алюминия закрепленных на поверхности гематита для этого необходимо провести исследования по рентгенофазовому анализу (рис. 9).

На дифрактограммах РФА первичного гематита (см. рис. 9, а) фиксировали рефлексы в сопровождении 1,697, 1,841, 2,207, 2,294, 2,519, 2,702, 3,684 и 1,485А которые подходят гематитовой фазе, а также рефлексы в сопровождении 2,562, 2,750, 2,885 и 2,105А подходят магнетитовой фазе присутствующие в составе гематита.

При рентгенофлуоресцентном анализе сперва активированного, а потом модифицированного гематита (см. рис. 9в) на фиксированных рефлексах дифрактограммы соответствующие α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в сопровождении 1,697, 1,842, 2,211, 2,296, 2,521, 2,702, 3,691 и 1,485А, а также рефлексы соответствующие Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в сопровождении 2,578, 2,776, 2,896 и 2,149А. Аналогично тенденция обострения силы рефлексов в части первоначального гематита и еще больше у модифицированного гематита замечается в фазе Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> что обозначает дотраивание кристаллической решетки железных оксидов, в добавок гидроксидирование поверхности посредством ионов Fe<sup>3+</sup> проводится главным образом в виде формы оксида магнетита.

Благодаря рассмотрению результатов РФА модифицированного гематита с помощью алюминиевых ионов в дифрактограммах зарегистрированных рефлексов гематита и магнетита показались незнакомые

рефлексы в сопровождении 1,944, 2,435, 2,256, 2,463, 4,370, 4,730, и 1,724Å, свойствен байериту ( $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ).

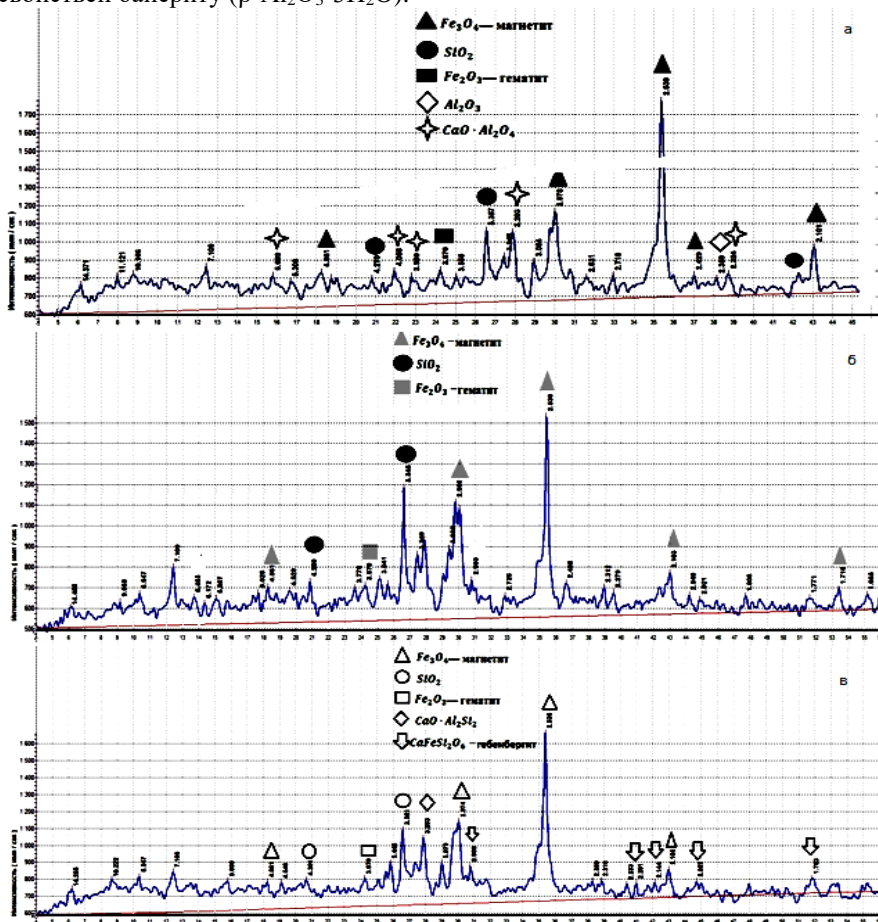


Рисунок 9. Сравнение пиков немодифицированного (а), активированного (б) и модифицированного гематита (в).

В следствии процесса модификации на поверхности гематита появилась водная оксидная форма алюминия на подобие байерита.

**Способ модифицирования.** *Первый этап* — Активацию гематита провели с помощью гидроксилрования внешней плоскости частиц при содействии соименных дисперсных фаз ионов железа, которую адсорбировали из раствора нитрата железа. Для активации концентрата гематита (1-го наполнителя) берут 10 гр концентрата и перемешивают в 100 мл воды. После чего в эту массу вводят 20 мл  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (0,7М раствор) и перемешивают в течение 30 минут. Далее фильтруют и сушат.

*Второй этап* – процесс модификации сначала активированного гематита произвели путем адсорбирования алюминиевых ионов на внешней плоскости частиц гематита в сопровождении рекуперации водного раствора нитрата алюминия, мы предполагаем, что процесс модификации прошел при помощи сил электростатической связи с заряженными активными центральными частями частиц, а также иондипольной связи с кислородом гидроксильных групп внешней плоскости активированных частиц гематита.

**Технология создания КМ на базе модифицированного гематита и белого чугуна.** Предложенная технология получения алюминиево-матричных композиционных материалов является многостадийной и преимущественно состоит в практическом использовании местных сырьевых ресурсов Таджикистана (рис. 10).

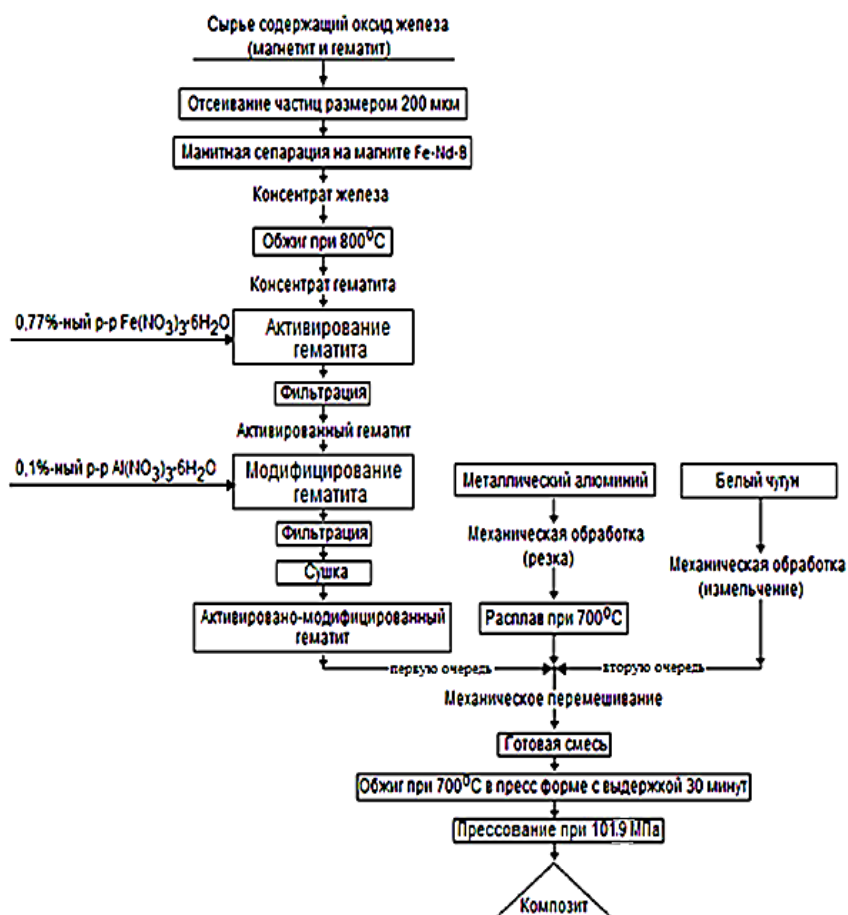


Рисунок 10. Технологическая схема получения АМК

Технология получения композиционного материала состоит из нескольких стадий: отсеивание частиц; магнитная сепарация хвостов; обжиг концентрата железа; активирование гематита; фильтрация; модифицирование активированного гематита; фильтрация и сушка; расплавление алюминия; измельчение чугуна; механическое перемешивание смеси и обжиг материала; прессование композита.

По предлагаемой технологической схеме можно получить АМК самой идеальной пропорцией из 30% - металлического алюминия, 28% - сначала активированного потом модифицированного гематита, 42% - порошкообразного белого чугуна путем механохимического синтеза и горячего прессования КМ с плотностью 4140 кг/м<sup>3</sup>.

Анализ выполненных работ показывает, что значительная часть материалов являются термодинамически несовместимыми, но в некоторых вариантах их сочетания могут иметь отличительные свойства от индивидуальных свойств компонентов используемых при получении материалов. Подобным оказался полученный алюминиево-матричный композит с наполнителями - гематита и белого чугуна.

**Механические и эксплуатационные свойства композиционного материала на основе модифицированного гематита и белого чугуна.** Установленный состав КМ-6 включающий в себя, сначала активированные потом модифицированные наполнители из гематита и белого чугуна и в качестве связующего алюминий находящийся в соотношении: 30 мас.% алюминиевая матрица, 28 мас.% гематит ( $\alpha$  - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 42 мас.% белый чугун. Результаты эксплуатационных и физико-механических характеристик разработанного КМ-6 приведены ниже в табл. 10

Таблица 10. – Основные эксплуатационные и физико-механические характеристики разработанного КМ-6

Показатели	Значения
Плотность композиционного материала, кг/м <sup>3</sup>	4140
Прочность композиционного материала при сжатии, МПа	923
Прочность композиционного материала при изгибе, МПа	340,6
Прочность композиционного материала при растяжении, МПа	233
Модуль упругости композиционного материала, МПа	1,53*10 <sup>6</sup>
Ударная вязкость композиционного материала, МДж/м <sup>2</sup>	0,49
Твердость по Бринеллю композиционного материала, НВ	257
Твердость по Роквеллу композиционного материала, HRC	107
Микротвердость по Виккерсу композиционного материала, МПа	3427
Термостойкость композиционного материала, °С	600
Температура плавления композиционного материала, °С	1300

В результате проведенных исследований было выяснено, что разработанный КМ-6 не склонен к воздействию знакопеременных

температур. КМ-6 может переносить термическую интенсивность без появления микротрещин на поверхности: он выносит до 45 прогонов разогревания при 600°C и быстрого охлаждения; до 38 прогонов разогревания при 700°C и быстрого охлаждения; до 30 прогонов разогревания при 800°C и быстрого охлаждения; до 23 прогонов разогревания при 900°C и быстрого охлаждения; Определено что вид исследованных микро-ранок на внешней плоскости КМ-6 не обусловлен от степени нагретости окружения, а обусловлен от числа прогонов разогревания и быстрого охлаждения – в ходе добавления прогонов наблюдается расширение геометрического размера микро-ранок КМ и их величина разброса по микроструктуре разработанного композиционного материала. Полученный АМК, по сравнению с имеющимися аналогами, отличается значительно улучшенными механическими и эксплуатационными свойствами и может быть эффективно использован для обеспечения радиационной безопасности обслуживающего персонала и окружающей среды от ионизирующего излучения, а также является импортозамещающим материалом.

## **ВЫВОДЫ**

### ***1. Основные научные результаты диссертации:***

1.1. Результаты анализа имеющих литературных источников представляют собой полезную базу данных для создания и сравнения КМ, имеющие максимальные эксплуатационные и радиационно-защитные характеристики с применением местных сырьевых ресурсов Таджикистана [5, 19-А].

1.2. Отмечается, что разработанный состав сухой отделочной строительной смеси с применением концентрата магнетита обеспечивает эффективную защиту при меньшей толщине, чем аналогичные строительные материалы. Результаты проведенных экспериментов по изучению защитных свойств разработанной смеси при толщине в 10 мм обеспечивает защиту от излучений различного рода радионуклидов, например, для источника <sup>137</sup>Cs уменьшает до 1,18 раза и рентгеновское излучение до 824 раза. При добавлении толщины защитного слоя коэффициент полезного действия защиты повышается [1, 5, 20-А].

1.3. Разработана технология получения композита для покрытия поверхности радиоактивных хвостохранилищ. Установлено, что при покрытии предложенной радиационно-защитной смесью толщиной 0,45 м, способствует к 25-и кратному ослаблению значения МЭД гамма-излучения и 4 кратному снижению ППП по сравнению исходных значений [3, 6-14, 16, 21-А].

1.4. Разработана технология приготовления радиационно-защитной панели с использованием местных сырьевых ресурсов Таджикистана. К преимуществам предлагаемой панели относится низкая токсичность исходных материалов, по сравнению со свинцом. Формированная панель

толщиной 10 мм обеспечивает коэффициент ослабления гамма-излучения радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в 0,0332 раза, также панель толщиной 30 мм обеспечивает коэффициент ослабления рентгеновского излучения (при мощности 3820 мкЗв/ч при направленном излучении на расстоянии 0,7 м) в 0,27 раза [15-А].

1.5. Разработанные научные основы получения композитов на базе матрицы из алюминия и наполнителей из модифицированного гематита и белого чугуна. Активирование наполнителей при помощи гидроксилации внешней плоскости наполнителей путем создания соименных дисперсных фаз железных ионов адсорбированные из раствора нитрата железа  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  [1, 2, 4-А].

1.6. Выявлен порядок модифицирования оксидных форм железа посредством адсорбции алюминиевых ионов на внешней плоскости гематитовых и магнетитовых частиц вследствие применения раствора нитрата алюминия ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). Доказано что гидроксильные группы поверхности активированных частиц гематита считается главной формой реакционных центров благодаря которым осуществляется модификация [1, 2, 4, 17-А].

1.7. Модификация поверхности оксидной формы железа алюмооксидной пленкой служит повышению прочности, т.е. на 30 % повысился предел прочности на сжатие, примерно на 30 % предел прочности на изгиб и примерно на 20 % предел прочности на растяжения [18-А].

1.8. Изучены основные эксплуатационные и физико-механические характеристики разработанного композита типа АМК. Определено, что разработанный композит обладает максимальными РЗ и прочностными характеристиками, которую можно использовать при температуре 873,13К (600°C) и под воздействием внешних нагрузок до  $9,23 \cdot 10^8$  Па. Токушей материал имеет способность работать при воздействии фотонных излучений от источника шестидесятого кобальта с энергией  $1,2 \cdot 10^6$  эВ и при поглощённой дозе  $17,5 \cdot 10^6$  Гр [17, 18-А].

## **2. Рекомендации по практическому использованию результатов:**

2.1. Автором рекомендовано использование композита из 70%-магнетитового концентрата, 15%-портландцемента марки М-500, 15%-гашенной извести в остальном количестве воды, для оштукатуривания стен медицинских учреждений, использующих ИИИ для радиационной безопасности обслуживающего персонала и окружающей среды.

2.2. Состав смеси из 25%-серы, 15%-бентонита, 15%-магнетита, 20%-кварцевого песка и 25%-кварцевого щебня советуется задействовать для покрытия поверхности радиоактивных хвостохранилищ для снижения мощности эквивалентной дозы гамма излучения и выделения радона.

2.3. Полученная радиационно-защитная панель из следующих компонентов, мас. %: кости крупного рогатого скота – 40; магнетит – 10; природный барит – 30; бентонит – 10, портландцемент М-500 – 10; вода – остальное, рекомендуется использованию в медицинских учреждениях в

рентгенкабинетах, для защиты посетителей, обслуживающего персонала, оборудования и окружающей среды от гамма- и рентгеновского излучения.

2.4. Разработанная радиационно-защитная дверь из следующих компонентов, мас. %: концентрат свинца - 33%; концентрат магнетита - 33%; концентрат барита - 33%; и вода остальное, рекомендуется использованию в рентгенкабинетах, для защиты обслуживающего персонала, посетителей и окружающей среды от гамма- и рентгеновского излучения..

2.5. Разработанный КМ в виде АМК получился неизменным по части физических и механических параметров, его можно задействовать наподобие материалов для строительства и параллельное экранирования от ИИИ.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### *-монография*

[1-А]. Назаров, Х.М. Переработка молибденитовых руд месторождения Чорух-Дайрона: проблемы и перспективы. Монография / Х.М. Назаров А.А. Кадиров, Д.И. Мирзоев – Худжанд: Нури маърифат. 2022. - 164 с.

### *-статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК при Президенте Республики Таджикистан:*

[2-А]. Мирзоев, Д.И. Алюминий-матричные композиты с гематитовым и чугунным наполнителями / Д.И. Мирзоев, Х.М. Назаров, И. Мирсаидзода, У.М. Мирсаидов // Материаловедение. РАН. 2020. №12. - С.24-30. DOI: 10.31044/1684-579X-2020-0-12-24-30.

[3-А]. Мирзоев, Д.И. Композиция для покрытия поверхности радиоактивного хвостохранилища / Д.И. Мирзоев, Х.М. Назаров, Х.И. Тиллобоев, Б.Д. Бобоев // Учёные записки ХГУ. Серия естественные и экономические науки. 2020. №4(55). - С.48-52.

[4-А]. Mirzoev, D.I. Aluminum Matrix Composites with Hematite and Cast Iron Fillers / D.I. Mirzoev, Kh.M. Nazarov, I. Mirsaidzoda, U.M. Mirsaidov // ISSN 2075-1133, Inorganic Materials: Applied Research, 2021, V.12, No.4, pp.1014-1020. DOI: 10.1134/S2075113321040286.

[5-А]. Мирзоев, Д.И. Радиационно-защитная смесь с магнетито-баритовым наполнителем / Д.И. Мирзоев // Учёные записки ХГУ. Серия естественные и экономические науки. 2022.

### *- статьи и тезисы в публикациях конференции:*

[6-А]. Мирзоев, Д.И. Современное состояние отработанных отходов уранового производства / Д.И. Мирзоев, А.И. Ерашов // Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века». – Минск. Республика Беларусь. 2015. - С.209-210.

[7-А]. Мирзоев, Д.И. Радонная активность в жилых помещениях в зоне влияния хранилищ отходов переработки урановой руды / Д.И. Мирзоев, А.И. Ерашов // Международной научной конференции «Сахаровские чтения

2015 года: экологические проблемы XXI века». – Минск. Республика Беларусь. 2015. - С.216-217.

[8-А]. **Мирзоев, Д.И.** Экологическое состояние хранилища отходов урановых руд / Д.И.Мирзоев, А.И.Ерашов // Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века». – Минск. Республика Беларусь. 2015. - С.217-218.

[9-А]. **Мирзоев, Д.И.** Эколого-экономическая оценка методов рекультивации карьеров / Д.И.Мирзоев, Е.А.Любенкова, В.В.Гордийчук, А.И.Белехов, А.С.Силицкий, О.И.Родькин // Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века». – Минск. Республика Беларусь. 2015. - С.259-260.

[10-А]. **Мирзоев, Д.И.** Поступления радона-222 и его дочерние продукты распада в организм людей / Д.И.Мирзоев, М.М.Юнусов, Х.М.Назаров // Республиканской научно-практической конференции, посвященной дню Независимости Республики Таджикистан «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых». – Чкаловск. 2015. С.11-13

[11-А]. **Мирзоев, Д.И.** Валовое и подвижное распределение форм тяжелых металлов в почвах, прилегающих к хвостохранилищу радиоактивных отходов / Д.И.Мирзоев, М.М.Юнусов, М.М.Мавлонов, М.А.Мирхоликова, Х.М.Назаров, З.А.Содикова, Дж.Р.Алфатшоева // Международной научно-практической конференции «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых». – Бустон. 2016. С.140-143.

[12-А]. **Мирзоев, Д.И.** Анализ сравнения методов измерения плотности потока радона с земной поверхности в Согдийской области Республики Таджикистан / Д.И.Мирзоев, М.М.Юнусов, М.М.Мавлонов, Х.М.Назаров, Ф.Ю.Маллаева, З.А.Содикова // Международной научно-практической конференции «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых». – Бустон. 2016. - С.143-145.

[13-А]. **Мирзоев, Д.И.** Суточная динамика плотности потока радона с земной поверхности в согдийской области северного Таджикистан / Д.И.Мирзоев, М.М.Юнусов, Х.М.Назаров // Международной научно-практической конференции «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых». – Бустон. 2016. - С.145-148.

[14-А]. **Мирзоев, Д.И.** История возникновения и нынешнее состояние Гафуровского хвостохранилища отходов уранового производства / Д.И.Мирзоев, М.М.Юнусов, Х.М.Назаров, Т.Б.Абдуллоева // Международной научно-практической конференции «Интеграция науки и производства как механизм развития горно-металлургической отрасли Республики Таджикистана». – Бустон. 2016. - С.70-73.

[15-А]. **Мирзоев, Д.И.** Композиционный материал для защиты от радиации / У.Мирсаидов, Х.М.Назаров, Д.И.Мирзоев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Инновационное развитие науки». – Душанбе. Государственное научное учреждение «Центр исследования инновационных технологий». 2020. - С.96-97.



[16-А]. **Мирзоев, Д.И.** Композиция для снижения эксхалляции радона / И.Мирсаидзода, Х.М.Назаров, Д.И.Мирзоев, Б.Д.Бобоев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Инновационное развитие науки». – Душанбе. Государственное научное учреждение «Центр исследования инновационных технологий». 2020. - С.109-111.

[17-А]. **Мирзоев, Д.И.** Радиационно-защитный композит на основе магнетита / Д.И.Мирзоев, Х.М.Назаров, Б.Б.Баротов, Н.Н.Рахматов, И.Мирсаидзода // Материалы республиканской научно-практической конференции «Инновационное развитие науки». – Душанбе. Государственное научное учреждение «Центр исследования инновационных технологий». 2020. - С.120-122.

[18-А]. **Мирзоев, Д.И.** Исследование по измерению шероховатости композиционных материалов / Х.М.Назаров, Д.И.Мирзоев, У.Н.Назаров // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы металлургической промышленности» – Душанбе. ТТУ. 2021. - С. 241-243

[19-А]. Назаров, Х.М. Особенности формирования радиационно-защитных композиционных материалов / Х.М.Назаров, **Д.И.Мирзоев** // Материалы Международной научно-практической конференции “Использование природных ресурсов, экология и устойчивое развитие” – Бустон. ГМИТ. 2022. - С.32-36.

#### ***Патент Республики Таджикистан***

[20-А]. Малый патент РТ №ТJ 1222. Сухая отделочная строительная смесь (варианты) / Мирсаидзода И., **Мирзоев Д.И.**, Назаров Х.М., Баротов Б.Б., Хомидов Ф.А., Муродов Ш.Р., Мирсаидов У.// №2001474; опубл.20.12.2021, Бюл.178, 2021. 10с.

[21-А]. Малый патент РТ №ТJ \_\_\_\_ . Способ создания искусственной корки на поверхности хранилища для защиты мелкодисперсных отходов от распыления / Назаров Х.М., Тиллобоев Х.И., Бободжонова З.Х., **Мирзоев Д.И.**, Мирсаидзода И., Бахронов С.М. // получена положительная оценка официальной экспертизы №296/01.4 от 03.02.2023, № заявления 2201644 от 28.02.2022)

АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН  
АГЕНТИИ АМНИЯТИ ХИМИЯВӢ, БИОЛОГӢ,  
РАДИАТСИОНӢ ВА ЯДРОӢ

УДК 691. 771, 713

*Бо ҳуқуқи дастнавис*



**МИРЗОЕВ ДАЛЕР ИНОМҶОНОВИЧ**

**АСОСҲОИ ФИЗИКИЮ ХИМИЯВӢ ВА ТЕХНОЛОГИИ  
ҲОСИЛ КАРДАНИ КОМПОЗИТҲОИ ТАӢЙИНОТИ МАӢСУС  
АЗ МАВОДИ ХОМАШӢИ МАӢАЛЛИИ ТОҶИКИСТОН**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т И**

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии  
номзади илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси  
05.17.01 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ

Душанбе- 2024

Диссертатсия дар шуъбаи илмию таҳқиқоти Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ш. Душанбе иҷро карда шудааст.

**Рохбари илмӣ:** **Назаров Холмурод Марипович**,  
доктори илмҳои техникӣ, профессор, директори  
Филиали Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ,  
радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии  
илмҳои Тоҷикистон дар вилояти Суғд

**Муқарризи  
расмӣ:** **Шарифов Абдумумин**  
доктори илмҳои техникӣ, профессор, ходими  
пешбари илмии Институти химияи ба номи  
В.И.Никитин

**Наимов Носир Абдурахмонович**  
номзади илмҳои техники, директори Институти  
тадқиқоти илми «металлургия» ҶСК  
"ШИРКАТИ АЛЮМИНИИ ТОҶИК"

**Муассисаи  
пешбар:** Кафедраи «Химияи татбиқӣ» - и Донишгоҳи  
миллии Тоҷикистон, ш. Душанбе

Ҳимоя «11» март соли 2024, соати 9-00 дар маҷлиси Шӯрои  
диссертатсионии муштарак 6D.КOA-042 назди Институти химияи  
ба номи В.И.Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ва  
Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии  
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон баргузор мегардад.  
Суроға: 734063, Тоҷикистон, ш. Душанбе, к. Айни, 299/2.

E-mail: [f.khamidov@cbrn.tj](mailto:f.khamidov@cbrn.tj)

Бо диссертатсия дар китобхонаи илмӣ ва сомонаи интернетии  
[www. chemistry.tj](http://www.chemistry.tj) Институти химияи ба номи В.И.Никитини  
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон шинос шудан мумкин аст.

Автореферат санаи «\_\_» \_\_\_\_\_ соли 2024 тавзеъ шудааст.

Котиби илмии  
Шӯрои диссертатсионӣ,  
номзади илмҳои техникӣ



Ҳамидов Ф.А.

## ТАВСИФИ УМУМИИ КОР

**Муҳимияти мавзӯи тадқиқот.** Барои таъмини муҳофизати радиатсионӣ, дар айни замон маводи гуногуни композитӣ (бисёртаркибӣ) ҳам дар шакли маводи рӯйкаш ва ҳам дар шакли маводҳое истифода мешаванд, ки бори назарраси конструкторӣ (сохторӣ)-ро ба дӯш доранд. Матритсаҳои ин гуна маводи композитиро ҳамчун омехтаҳои катрони эпоксӣ, портландсемент ва шишаи моеъ, полимерҳои каучукмонанд, бетонҳои сулфурӣ ва баритӣ бо модификаторҳои гуногун ва ғайра нишон додан мумкин аст. Ба сифати пурқунандаҳо пайвастаҳои системаҳои оксиди оҳан, сурб, шиша, феррохӯлаҳои марганетсӣ ва силикомарганетсӣ, сафол, базалт ва ғайраро истифода бурдан мумкин аст.

Бисёре аз маводи композитие, ки бо мақсади муҳофизат аз радиатсия коркард шудаанд, норасоноҳои муайян доранд: ҳароратҳои пасти татбиқшавӣ, ноякҷинсагии композитҳо, истифодаи таркибаҳои захролуд, ки сабабгори дараҷаи пасти экологии технология мешаванд, ҳамчунин бисёре аз таркибаҳо арзиши баланд доранд. Зоҳиршавии хосиятҳои часпакии суспензияҳое, ки аз шишаи кварсӣ, маводи сафолӣ ва маводи оташбардор ҳосил карда шудаанд, кайҳо маълум аст.

Ба андешаи мо, коркарди навъҳои нави маводи композитие, ки мушаххасаҳои устувору баланди мустаҳкам дар зери таъсири муҳити зарарнок, намноқӣ ва радиатсия доранд, инчунин ба тағйирёбии ҳарорат дар соҳаи маводшиносии сохтмони муҳофизати радиатсионӣ тобонар мебошанд, масъалаи муҳим буда, ин масъаларо дар асосҳои аслан нави технологӣ ҳал кардан мумкин аст.

**Дараҷаи таҳқиқи мавзӯ.** Маълумотҳои ҷамъбастанкардашудаи амалияи хоричӣ ва ватанӣ дар соҳаи маводшиносии сохтмони радиатсионӣ нишон медиҳанд, ки бисёре аз маводҳои ҳозиразамони сохтмонӣ композитсияҳои хеле пуршуда мебошанд. Илова бар ин, миқдори зиёди маводҳои композитсионӣ дорои таркиби мураккаби химиявӣ ва таркибаҳои камдучоршаванда мебошанд ва баъзан бо таркибаҳое дучор меоянд, ки радиофаъолнокии баланд доранд.

Яке аз маводҳои таъиноти махсуси ояндадор, композитҳо барои пӯшонидани сатҳи партовгоҳҳои уранӣ, омехтаи пардозӣ, панели муҳофизаткунандаи радиатсионӣ ва маводи композитии конструктивӣ мебошанд.

**Мақсади таҳқиқот** коркарди асосҳои физикию химиявӣ ва технологияи ҳосил кардани композитҳои таъиноти махсус аз маводҳои хомашӯи маҳаллии Тоҷикистон мебошад.

**Вазифаҳои таҳқиқот** инҳо мебошанд:

-омузиши таркиби химиявӣ ва маъданӣ (минералӣ)-и чузъ (компонент)-ҳои радиатсиониро муҳофизатӣ;

-омузиши нақши чузъҳо (компонентҳо) дар композитҳои коркардшаванда;

-коркарди технологияи ҳосил кардани композити ғайриорганикии радиатсионӣ-муҳофизатӣ дар асоси магнетит;

-омӯзиши ҳосиятҳои радиатсионӣ-муҳофизатии композитҳои коркардшуда;

-коркарди технологияи ҳосил ккардани маводи композитӣ дар асоси матритсаи алюминий, ки бо гематити модификатсияшуда ва ҷӯяни сафед пур карда шудааст;

-омӯзиши сохтор, хусусиятҳои истифодабарӣ, физикию механикӣ ва радиатсионӣ муҳофизатии маводҳои композитии навъи МКА.

**Навовари илмӣ тадқиқот.** Бори аввал имконияти ҳосил кардани навъҳои нави маводҳои композитии таъиноти махсус дар асоси концентрати барит, магнетит, бентонит, партовҳои оҳандор, ҷӯяни сафед ва алюминийи металлӣ (филизӣ) муқаррар карда шудаанд.

Таркиби коркардшудаи омехта сустшавии самараноки афканишоти ионизатсионии доираи васеи радионуклидҳоро дар ғафсии ками қабат нисбат ба қабати маводҳои маълуми сохтмонӣ таъмин мекунад. Хангоми 10 мм будани ғафсии қабат, таркиби пешниҳодшуда сустшавии афканишоти ионизатсионии радионуклидҳои гуногунро то 1,18 маротиба барои манбаи  $^{137}\text{Cs}$  ва то 824 маротиба барои афканишоти рентгенӣ таъмин мекунад.

Имконияти модификатсиякунии оҳани шакли оксидӣ дар намуди фазаҳои магнетитӣ ва гематитӣ бо ионҳои алюминий аз маҳлулҳои оби нитрати алюминий ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) бо мақсади пайвастунии физикию химиявӣ онҳо бо ғудохтаи алюминий нишон дода шудааст. Муқаррар карда шудааст, ки гурӯҳҳои гидроксилҳои сатҳи оксидҳои оҳан навъи асосии марказҳои реаксионӣ мебошанд, ки аз рӯйи онҳо модификатсиякунии сатҳи онҳо амалӣ карда мешавад.

**Аҳамияти назариявӣ ва илмию амалии кор.** Асоси илмӣ ҳосил кардани маводи композитии радиатсионӣ-муҳофизатии навъи МКА дар асоси гематити модификатсияшуда ва ҷӯяни сафеди коркард карда шуданд, ки он аз пешакӣ сохта анҷом додани панҷараи булӯрии партовҳои оҳандор бо ионҳои  $\text{Fe}^{3+}$  ва пайвандкунии ионҳои  $\text{Al}^{3+}$  дар сатҳи фаъол иборат мебошад.

Фаъолсозии пуркунанда (концентрати гематит ва ҷӯяни сафед) бо роҳи гидроксилатсияи сатҳи зарраҳои он бо ёрии ионҳои бо фазаи дисперсии якхелазаряди  $\text{Fe}^{3+}$ , ки аз маҳлули оби нитрати оҳан ( $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ҷаббда шудаанд, амалӣ карда мешавад.

Композитҳои радиатсионӣ-муҳофизатии ҳосилкардашуда ҷиҳати истифода дар муассисаҳои тиббӣ барои ҳуҷраҳои рентгенӣ ва ғайра, маҳз барои муҳофизати мизочон, ҳайати хизматрасонҳо, таҷҳизот ва муҳити зист аз гамма-шӯёҳо ва шӯёҳои рентгенӣ тавсия дода мешавад.

**Саҳми шахсии довтолаб барои дарёфти дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот** аз таҳлили маълумотҳои адабиётӣ, таҳия ва ҳалли вазифаҳои таҳқиқот, омода ва гузаронидани таҳқиқоти таҷрибавӣ дар шароити озмоишгоҳӣ, таҳлили натиҷаҳои бадастомада, таҳияи муқаррарот (нуктаҳо) ва ҳулосаҳои асосии диссертатсия иборат аст.

**Дараҷаи эътимоднокии натиҷаҳо** аз рӯйи истифодаи таҷҳизоти муосир ва усулҳои стандартии соҳавӣ, ҳаҷми кофии таҳқиқоти таҷрибавӣ гузаронидашуда, босалобатӣ ва муносибии онҳо, баҳодиҳии маълумотҳое, ки бо усулҳои омори математикӣ ба даст оварда шудаанд, муайян ва тасдиқ карда мешавад

**Мутобиқати рисола ба шиносномаи ихтисоси илмӣ.** Диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси 05.17.01 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ аз рӯйи бандҳои зерин мувофиқат мекунад:

банди 1. Технологияи ҳосил кардани композитҳои гуногун дар асоси хомашӯи маҳаллӣ бо истифодаи партовҳои истеҳсолоти КМНЛ, барнги табиии кони теппаи Барит, гилҳои бентонити конҳои Шаршар ва Оксу, устухони майдашудаи чорвои шохдор аз партовҳои истеҳсолоти маҳсулоти гуштӣ, ҷӯяни сафед аз партовҳои истеҳсолоти корхонаи металлургии ҷуянгудоӣ аз алюминийи дар корхонаи Талко тавлидшуда;

банди 2. Коркарди гармиасоси партовҳои шакли магнетити оксиди оҳан барои интиқол ба шакли гематит дар ҳарорати 700°C, зеро магнетит ҳангоми гарм кардан дар ҳудуди ҳарорати 200-320°C таъсири экзотермикӣ медиҳад, ки ин ба қисман оксидшавии магнетит то маггемит ва таъсири экзотермикӣ дар ҳарорати 550-700°C ба гематит гузаштани маггемит мувофиқ меояд;

банди 3. Устувории КАМ-и коркардшуда нисбат ба таъсири ҳароратҳои тағйирёбанда бидуни пайдоиши микротаркишҳо дар сатҳи он дар зери таъсири борҳои беруна ошкор карда шуд;

банди 4. Механизми фаъолсозӣ ва модификатсияи сатҳи саҳти гематит бо ионҳои маҳдудҳои обӣ таҳия карда шудааст, ки он бо таъсири тамоюли ионҳои модификатор нисбат ба сатҳи сорбент аз ҳисоби таъсири мутақобил бо марказҳои фаъоли он (гурӯҳҳои гидроксилии хусусияти кислотагӣ ё асосӣ) алоқаманд аст, ки ба онҳо дар натиҷа маводи дигартабиат метавонад пайванд шавад. Аз ин рӯ, ба сифати модификатори сатҳи партовҳои оҳандор нитрати алюминий  $Al(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$  ва ба сифати фаъолсоз (активатор) нитрати оҳан  $Fe(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$  истифода карда шудааст;

банди 5. Ҳангоми коркарди композитҳои пешниҳодшуда партовҳои истеҳсолот истифода шуданд, ки он ба ҳалли масъалаҳои экологии олудашавии муҳити зист ва ташкили истеҳсоли кампартов барои эҳтиёҷоти хоҷагии халқ мусоидат мекунад.

банди 6. Нақши ҷузъҳо дар композитҳо муайян карда шудаанд. Хусусиятҳои физикию химиявӣ, механикӣ ва радиатсионӣ муҳофизатии композитҳои коркардшуда омӯхта шудаанд. Қонуниятҳои равандҳои технологӣ ҳангоми истеҳсоли композитҳои пешниҳодшуда муқаррар карда шудааст. Ҳисобҳои технологӣ барои муайян кардани ғафсии зарурии муодили сурбии композитҳои коркардшуда, инчунин ғафсиҳои муодили композитҳои коркардшуда нисбат ба меъёри доза гузаронида шуданд. Технологияи марҳила ба марҳилаи истеҳсоли композитҳои коркардшуда пешниҳод карда шудааст;

банди 8. Ҳосил кардани композити радиатсионӣ-муҳофизатии навъи МКА дар асоси гематити модификатсияшуда ва ҷӯяни сафед, ки аз сохта анҷом додани панҷараи булӯрии оксидҳои оҳан бо ионҳои  $Fe^{3+}$  ва пайванд кардани ионҳои  $Al^{3+}$  дар сатҳи фаъолшуда иборат аст;

банди 9. Таркибҳои муносиби маводи композитӣ дар асоси матритсаи алюминий, ки бо гематити модификатсияшуда ва ҷӯяни сафед пур карда шудааст, муайян карда шудаанд. Композити коркардшударо бо хосиятҳои

муайяни физикӣ-химиявӣ, механикӣ, радиатсионӣ-муҳофизатӣ ва нишондодҳои техникӣ-иқтисодӣ ҳосил кардан мумкин аст;

*банди 12. Нишон дода шудааст, ки модификатсияи шаклҳои оҳаноксидӣ дар намуни фазаҳои магнетитӣ ва гематитӣ бо ионҳои алюминий аз маҳлулҳои обии нитрати алюминий ( $Al(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ ) имкон дорад.*

**Нуктаҳои асосие, ки ба ҳимоя пешниҳод шудаанд:**

-натиҷаи таҳлили сарчашмаҳои адабиётии мавҷуда;  
-тавсифи ҷузъҳои аз радиатсионӣ-муҳофизатӣ, ки аз захираи хомашёи маҳаллӣ ба даст оварда мешаванд;

-параметрҳои технологӣ ва технологияи ҳосил кардани композитҳои ғайриорганикии радиатсионӣ- муҳофизатӣ;

-натиҷаҳои таҳқиқоти ҳосиятҳои радиатсионӣ-муҳофизатии композитҳои коркардшуда ва соҳаҳои татбиқи онҳо;

-технологияи ҳосил кардани маводи композитӣ дар асоси матритсаи алюминие, ки бо гематити модификатсияшуда ва ҷӯяни сафед пур карда шудааст;

-натиҷаҳои омӯзиши сохтор, хусусиятҳои истифодабарӣ, физикии механикӣ ва радиатсионӣ-муҳофизатии маводи композитии навъи МКА.

**Санҷиш ва татбиқи натиҷаҳои диссертатсия.** Нуктаҳои асосии диссертатсия дар конференсияҳо, симпозиумҳо ва семинарҳои илмии зерин мавриди баррасӣ қарор дода шуданд:

-*байналмилалӣ* дар: конференсияи илмии «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века» (Минск, Ҷумҳурии Беларус, 2015); Конференсияи илмӣ-амалии «Мушкилоти коркарди канданиҳои фойданок» (Бӯстон, Тоҷикистон, 2016); Конференсияи илмӣ-амалии «Ҳамгирии илм ва истеҳсолот ҳамчун механизми рушди саноати кӯҳӣ ва металлургии Ҷумҳурии Тоҷикистон» (Бӯстон, Тоҷикистон, 2016); Конференсияи илмию техникий олимони ҷавони Донишгоҳи давлатии техникий Беларус ба номи В.Г.Шухов (Белгород, 2019); Конференсияи илмӣ-амалии «Мушкилоти муосири саноати металлургӣ» (Душанбе, Тоҷикистон, 2021); Конференсияи илмию техникий "Пром-Инженеринг", (Сочи, 2021); Конференсияи илмию техникий олимони ҷавони Донишгоҳи давлатии техникий Беларус ба номи В.Г.Шухов (Белгород, 2021); Конференсияи илмӣ-амалии «Истифодаи захираҳои табиӣ, экология ва рушди устувор» (Бӯстон, Тоҷикистон, 2022).

-*ҷумҳуриявӣ* дар: Конференсияи илмӣ-амалии «Мушкилоти саноати кӯҳӣ-металлургӣ ва энергетикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон» (Чкаловск, Тоҷикистон, 2014); Конференсияи илмӣ-амалии «Мушкилоти коркарди конҳои фойданок», (Чкаловск, Тоҷикистон, 2015); Конференсияи илмӣ-амалии «Рушди инноватсионии илм» (Душанбе, Тоҷикистон, 2020).

**Нашрияҳо аз рӯи мавзӯи диссертатсия.** Аз рӯи натиҷаҳои тадқиқот як монография, 4 мақола дар маҷаллаҳои илмӣ тақризшаванда аз номгӯи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 14 мақола ва фишурдаи мақолаҳо дар маводи конференсияҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ ба нашр расонида шудаанд, ҳамчунин ду патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои ихтироот ба даст оварда шудааст.

**Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия.** Диссертатсия дар 157 саҳифа пешниҳод шуда, аз 37 ҷадвал ва 45 расм иборат аст. Он аз муқаддима, чор боб, хулоса ва рӯйхати адабиёти истифодашуда (162 номгӯй) иборат аст.

### **ҚИСМИ АСОСИИ ТАҲҚИҚОТ**

Дар **муқаддима** диссертант муҳимияти тадқиқотро асоснок карда, ҳадаф ва вазифаҳоро муайян ва навоҳарии илмӣ ва аҳамияти амалии корро инъикос намуда, нуктаҳои асосии ба ҳимоя пешниҳодшударо номбар мекунад.

Дар **боби 1** тафсири маълумотҳои адабиётӣ, ки ба таҳлили ҳолати кунунии маводҳои композитии радиатсионӣ-муҳофизатӣ бахшида шудаанд, оварда шудааст. Бисёре аз маводҳои муосир композитҳои хеле пуршуда мебошанд, ки асосан дорои мушаххасаҳои устуворнокии сусти мебошанд ва дар натиҷа, қодир нестанд, ки бори зиёди берунаро ба дӯш дошта бошанд. Илова бар ин, аксарияти зиёди маводҳои дорои таркиби мураккаб бо ашёи хоми гаронбаҳо ва нодир мебошанд, ки ин асосан дар арзиши онҳо инъикос меёбад.

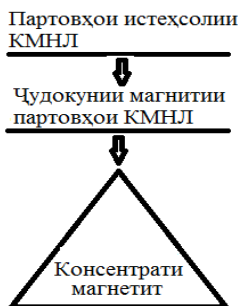
Ба талаботҳои асосӣ нисбат ба маводи муҳофизати радиатсионӣ нишондиҳандаҳои муносиби вазну андоза ва қобилияти сусти кардани таъсири радиатсияи ионофар мансуб мебошанд.

Дар **боби 2** мушаххасаҳои ҷузъҳои истифодашаванда барои сохтани маводҳои радиатсионӣ-муҳофизатӣ ва усулҳои тадқиқот оварда шудаанд. Ҳангоми гузаронидани озмоишҳо барои сохтани композитҳои талаботи ҳуҷҷатҳои зерини меъёрӣ ба роҳбарӣ гирифта шудааст: ГОСТ 25146-82 «Маводҳои истеҳсолоти радиохимиявӣ ва дастгоҳҳои ядроии энергетикӣ. Усули муайян кардани ғайрифаъолшавӣ», ГОСТ 26412-85 «Маводҳои муҳофизатии истеҳсолоти радиохимиявӣ ва дастгоҳҳои ядроии энергетикӣ».

Дар рафти тадқиқот анализатори лазерии ANALYSETTE 22 NanoTec plus (истеҳсоли ЧДММ «ПЭЛ», Санкт-Петербург, Россия), калориметри сканеркунии дифференсиалӣ ва термогравиметрия дар асбоби NETZSCH STA 449 F1 Jupiter®, спектрометри ARL9900 - Intellipower Workstation, микроскопи электронии сканеркунии TESCANA MIRA 3 LMU (Oxford Instruments Analytical, Британияи Кабир), дозиметри ESMFH40G-L10 THERMO (Олмон), дастгоҳи рентгени навъи MOBILRTT (Олмон) ва Pickerint, радиометри радон RRA-01M-03 истифода бурда шуданд.

Яке аз ҷузъҳои ҳосил кардани маводи радиатсионӣ -муҳофизатӣ магнетит мебошад. Магнетит аз маводи паспартофти ҚШС «Комбинати металлҳои нодир» - и Ленинободи Ҷумҳурии Тоҷикистон бо роҳи ҷудокунии магнитии партовҳо ба даст оварда шуд. Технологияи ғанисозии магнетит дар расми 1 нишон дода шудааст.





Расми 1. Технологияи ҳосил кардани концентрати магнетит  
Таркиби химиявии маводи паспартофт ва концентрати оҳан дар ҷадвали 1 ҷамъбаст карда шудааст.

Ҷадвали 1. - Таркиби химиявии ашёи хоми оҳандор

Ном	Миқдори ҷузъҳо, в %					
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	ппп.
Паспартофтҳо	39,83	4,24	42,07	8,28	3,51	2,07
Концентрат	73,47	4,5	8,0	6,8	2,62	4,61

Ба ҳайси пуркунанда ҳамчунин партовҳои истеҳсоли ҷӯяни сафеди «Сехи рехтагарӣ»-и Корхонаи воҳиди давлатии «Фулузоти нодири Тоҷикистон»-и Бӯстон бо андозаҳои зарраҳо то 100 мкм низ истифода шуданд (ҷадвали 2).

Ҷадвали 2. - Таркиби химиявии ҷӯяни сафед аз рӯи ГОСТ 805-95

Миқдори унсурҳо, %					
C	Si	Mn	S	P	Fe
4,5...6,1	1,0...2,0	0,5...1,0	до 0,3	до 0,5	боқимонда

Ба сифати матритсаи композит алюминийи металли навъи АКЛР-7 ПТ мувофиқи ГОСТ 11069-2001 бо зичии 2700 кг/м<sup>3</sup> бо миқдори унсури асосии А1 на камтар аз 99,7% истифода шуд.

Нақши ҷузъҳо дар композитҳо:

*Магнетит ва гематит* (пуркунанда) - ба сустшавии афканишоти гамма-шуоъҳо ва шуоъҳои рентгенӣ мусоидат мекунад;

*Барит* (пуркунанда) - ба суст шудани афканишоти гамма-шуоъҳо ва шуоъҳои рентгенӣ мусоидат мекунад;

*Ҷӯяни сафед* (пуркунанда) - боиси фурурабии афканишоти нейтронӣ мегардад;

*Алюминийи металлӣ* (матритса) - ба маводи таркибӣ сабукӣ, пластикӣ, олуდანашавӣ, устуворӣ ба зангзаниро медиҳад.

*Портландсемент* - ҳамчун маводи часпонандаи навъи на камтар аз М-300 истифода мешавад.

Дар **боби 3** маълумот оид ба омӯзиши хосиятҳои радиатсионӣ-муҳофизатии композитҳо дар асоси барит ва магнетит оварда шудааст.

**Технологияи ҳосил кардани композити ғайриорганикии радиатсионӣ-муҳофизатӣ дар асоси магнетит.** Омехтаи хушки пардозии сохтмони аз рентген ҳифзкунанда аз барити табиӣ, концентрати магнетит ва портландсмент иборат аст (ҷадвали 3).

Ҷадвали 3. – Таркиби омехтаи хушки пардозии сохтмонӣ

№ намуна	Компоненты, мас. %				
	концентрати магнетит	концентрати барит	барити табиӣ	портландсмент М-500	оҳаки мурда
Намунаи 1	40	30	-	15	15
Намунаи 2	40	-	30	15	15
Намунаи 3	70	-	-	15	15

Технологияи ҳосил кардани омехтаи хушки пардозии сохтмонӣ дар расми 2 нишон дода шудааст.



Расми 2. Технологияи ҳосил кардани омехтаи хушки пардозии сохтмонӣ.

Андовабой аз омехтаи хушки пардозии сохтмони пешниҳодшуда метавонад барои ҳамвор кардани деворҳои хиштӣ, бетонӣ, андовашуда барои рангубори минбаъда, кошинкорӣ ва ғайра, инчунин барои таъмири деворҳои биноҳои аллакай истифодашаванда истифода шавад.

**Омӯзиши хосиятҳои радиатсионӣ-муҳофизатии омехтаи хушки пардозии сохтмонӣ.** Муайян кардани сатҳи пастшавии гамма-афканишот аз рӯйи намунаҳои пешниҳодшуда бо истифодаи манбаи радиоактивии  $^{137}\text{Cs}$  ( $E=0,66 \text{ МэВ}$ ) анҷом дода шуд. Намунаҳо дар масофаи 1,14 метр аз манбаъ, дар маркази дастаи гамма-шуоъҳо бо диаметри 24 см, ки аз рӯйи коллиматори андозаи хурд ҳисоб карда шуда буд, гузошта шуданд. Барои чен кардани тавоноии дозаи муодил (эквивалент)-и гамма-шуоъҳо дозиметри ESMFH40G-L10 THERMO истифода шуд. Тадқиқоти рентгенӣ бо истифода аз дастгоҳи рентгени навъи MOBILRTT хангоми дар найчаи рентгенӣ 70 кВ ва 40 мА будани шиддат гузаронида шуд. Таркиби пешниҳодшудаи омехта сустшавии самараноки афканишоти ионофари доираи васеи радионуклидҳоро бо ғафсии қабати камтар аз ғафсии маводи маълуми сохтмонӣ таъмин мекунад.

Таҳлили маълумотҳои ба даст овардашуда нишон медиҳад, ки дар сурати 10 миллиметр будани ғафсии қабат таркиби пешниҳодшуда сустшавии афканишоти радионуклидҳои гуногунро барои манбаи  $^{137}\text{Cs}$  то 1,18 маротиба ва барои афканишоти рентгенӣ то 824 маротиба таъмин

менамояд. Бо афзоиши ғафсии қабат самаранокии суштшавӣ зиёд мешавад (ҷадвали 4).

Ҷадвали 4. – Зариб (коэффициент)-и хаттии суштшавӣ ( $\mu$ )-и гамма-афканишот, см<sup>-1</sup>

№ намунаҳо	Ғафсии қабат, мм	Шумораи ченкуниҳо						Қимати миёна
		1	2	3	4	5	6	
Намунаи 1	10	804	791	795	772	780	792	789
	20	713	692	707	682	731	690	703
	30	602	663	645	614	617	636	629
	40	525	549	561	573	582	559	558
	50	446	532	536	544	511	507	513
	60	520	523	510	517	495	438	501
Намунаи 2	10	726	742	732	743	712	695	725
	20	642	667	683	647	645	638	654
	30	528	564	596	569	504	577	556
	40	491	545	566	577	553	540	545
	50	467	483	495	489	496	488	486
	60	395	426	434	453	462	445	436
Намунаи 3	10	628	705	747	675	715	705	696
	20	651	725	674	661	675	655	674
	30	556	639	581	600	618	578	595
	40	482	510	504	509	531	499	506
	50	418	473	402	500	472	478	457
	60	417	440	458	444	434	437	438
Қимати фонӣ, мкЗв/ст		0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28
Тавоноии дозаи манбаъ, мкЗв/ст		838	800	892	758	798	832	820

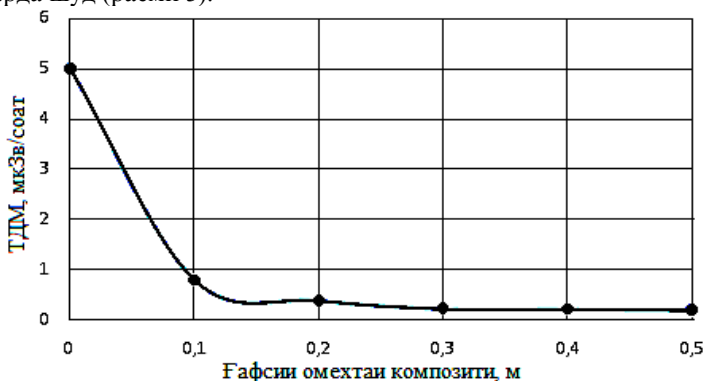
Аз ҷадвали 4 дида мешавад, ки кам кардани ғафсии қабати намунаҳои андовалой аз омехтаи сохтмони пешниҳодшуда сарфай назарраси арзишро таъмин мекунад. Натиҷаи техникий истифодаи андовалой имконияти истифодаи он барои хифз аз манбаъҳои гамма-шуоъҳо ва шуоъҳои рентгенӣ мебошад, ки энергияи онҳо ба 0,4 МэВ баробар ё камтар аз он аст. Дар ин маврид муқаррар карда шудааст, ки 3 баробар зиёд шудани ғафсии андова самаранокии муҳофизати радиатсиониро аз рӯйи диапазони энергия дар 2-3 тартиб зиёд мекунад. Истифодаи таркиби пешниҳодшудаи омехтаи хушк ҳимояи самараноки инсон ва таҷҳизотро аз гамма-шуоъҳо ва шуоъҳои рентгенӣ таъмин мекунад.

**Композитсия барои пӯшонидани сатҳи паспартовгоҳи радиоактивӣ.**

Таркиби омехтае, ки барои пӯшонидани сатҳи паспартовгоҳи радиоактивӣ истифода мешавад, аз ҷузъҳои зерин иборат аст, масса %: сулфур - 25; бентонит - 15; магнетит - 15; реҒи кварсӣ - 20; куми кварсӣ - 25.

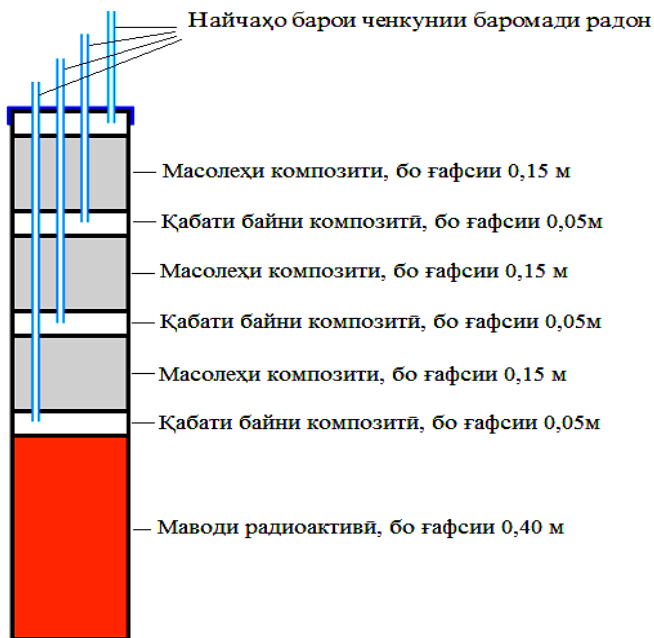
Барои омӯхтани суштшавии тавоноии дозаи муодили (ТДМ) гамма-афканишот дар сатҳи паспартовгоҳи радиоактивӣ «Дехмой» таҳқиқот гузаронда шуд. Барои муътадил гардонидани сатҳи паспартовгоҳ қисми

кампошхӯрандаи партовҳо бо хоки бетараф (нейтрал) пӯшонидани шуд. Ин чорабинӣ хоричшавӣ ва паҳншавии ғубори радиоактивиро аз рӯи паспартовгоҳ пешгирӣ мекунад. Барои бартараф кардани афканишоти заминавӣ (фонӣ), маконе интихоб карда шуд, ки дар он аллакай пӯшиш бо хоки бетараф мавҷуд буд. Барои гузаронидани таҷриба хоҳ дар шакли цилиндр бо радиуси 0,20 м ва чуқурии 0,50 м, то танаи паспартовгоҳ кофта шуд. Барои нигоҳ доштани хоки паҳлӯӣ (нишебӣ)-и бетараф қубури пластикӣ бо радиуси 0,20 м гузошта шуд. Минбаъд холигии дохилии кубурро бо омехтаи тайёркарда бо таркиби дар боло зикршуда бо ғафсии 0,10 м пур карда, ТДМ -и гамма-афканишот дар сатҳи мавод чен карда шуд. Андозагирӣ пас аз ҳар як пӯшиши 0,10 метрӣ якчанд маротиба гузаронидани шуд. Дар натиҷаи таҳлилҳо вобастагии ТДМ аз ғафсии маводи композитӣ ба даст оварда шуд (расми 3).



Расми 3. Вобастагии ТДМ аз ғафсии композит

Таҳлили маълумотҳои ба даст овардашуда нишон медиҳад, ки баъди бо омехтаи радиатсионӣ-муҳофизатӣ бо ғафсии 0,10 метр пӯшонидани сатҳи паспартовгоҳ, сустшавии 6-карата мушоҳида мешавад. Қимати ТДМ -и гамма-афканишот аз 5,0 мкЗв/соат то 0,8 мкЗв/соат кам мешавад. Қабати дуومی 0,10 метра ТДМ -ро аз 0,8 то 0,4 мкЗв/соат коҳиш медиҳад. Модел барои омӯзиши нафаскашӣ (эксхалатсия)-и радон тавассути таркиб дар расми 4 нишон дода шудааст.



Расми 4. Модели омӯзиши нафаскашии радон тавассути композит.

Дар цилиндри диаметраш 0,20 м қабати партовҳои радиоактивии паспартовгоҳ (0,40 м) ва ба болои он омехтаи таркибӣ бо ғафсии умумии  $3 \times 0,15 \text{ м} = 0,45 \text{ м}$  рехта шуд. Бо мақсади пешгирии воридшавии радон ба сатҳ бояд чунин шароите фароҳам оварда шавад, ки дар он диффузия на камтар аз 30 рӯз давом кунад, яъне он вақте, ки дар давоми он амалан хоҳиши пурраи он ба амал меояд.

Ченкуниҳои лаҳзавии ғаёлнокии ҳаҷмии радон бо истифода аз радиометри радон RRA-01M-03 гузаронида шуд. Бо истифода аз дастгоҳи намунагирии ПОУ-04, зичии сели радон чен карда шуд. Барои муайян кардани нафаскашӣ (эксхалатсия)-и радон ва таъсири қабати таркибӣ ба раванди кӯчиши радон тадқиқот аз рӯи модел гузаронида шуд. Дар чуқуриҳои 0,85; 0,70; 0,55; 0,40 м аз сатҳ намунагиракҳои ҳаво, ки бо найчаҳо бо сатҳ пайвастанд, ҷойгир карда шудаанд. Пас аз пур кардани модел бо маводи муҳофизаткунандаи радон, пас аз 2 моҳ як қатор ченкуниҳои ғаёлнокии ҳаҷмии радон тавассути найчаҳо бо ҳавогундоракҳо гузаронида шуд. Натиҷаҳо дар ҷадвали 5 ҷамъбаст карда шудаанд.

Ҷадвали 5. Тафсифи қабатии радиатсионии модел

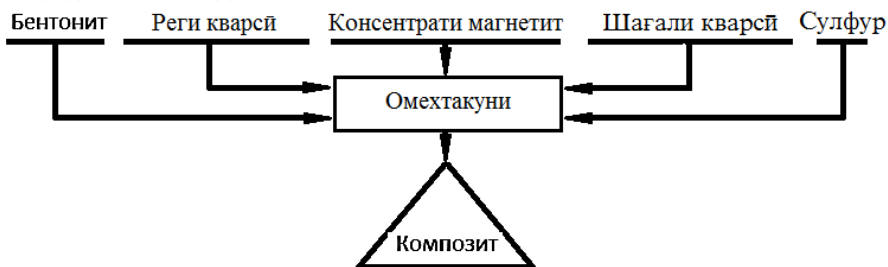
Мавод	Ғафсӣ, м	Ғаёлнокии ҳаҷмии радон, Бк/м <sup>3</sup>	Зичии сели радон, Бк/м <sup>2</sup> ·с
Маводи радиоғаёл	0,40	>65535	18,4
Қабати якуми муҳофизатӣ	0,15	63953	5,3
Қабати дуюми муҳофизатӣ	0,15	58923	2,6

Қабати сеюми муҳофизатӣ	0,15	10035	0,8
-------------------------	------	-------	-----

Таҳлили маълумотҳо нишон медиҳад, ки бо афзоиши ғафсии рӯйпӯш, нафаскашии радон коҳиш меёбад. Ҳангоми 0,45 м будани ғафсии қабати муҳофизатӣ, қимати камтар аз шашкарата ба даст оварда мешавад.

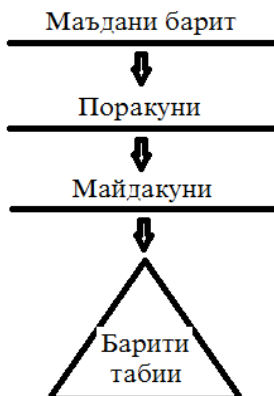
Омӯзиши динамикаи зичии сели радон аз ғафсии қабати муҳофизатӣ нишон медиҳад, ки ҳангоми 0,45 м будани ғафсии қабати муҳофизатии радонӣ, қимати зичии сели радон нисбат ба қиматҳои ибтидоӣ 4 маротиба кам шудааст. Таҳлил нишон медиҳад, ки баъд аз муқаррар шудани консентратсияи мувозинатии радон зичии сели радон дар сатҳи қабати нейтралӣ 0,8 Бк/м<sup>2</sup>•с-ро ташкил медиҳад. Ҳангоми 0,45 м будани ғафсии қабати муҳофизатӣ, коҳиши 23-каратаи қимати зичии сели радон ба даст меояд. Мутобиқи талаботи СП ЛКП-91, зичии сели радон дар сатҳи қабати композит паспартовгоҳи партовҳои радиоактивӣ на бояд аз 1,0 Бк/м<sup>2</sup>•с зиёд бошад. Ин талаботро натиҷаҳои дар таҳқиқот оид ба модел ба даст овардашуда пурра конё мекунад.

Дар натиҷаи таҳқиқоти гузаронидашуда технологияи ҳосил кардани композит барои пӯшондани сатҳи паспартовгоҳҳои радиоактивӣ коркард шуд (расми 5). Композити ҳосилшудаи чунин таркиб қобилияти муҳофизат аз ҷудошавии радонро дар сатҳи паспартовҳои радиоактивӣ дорад ва барои истифодаи минбаъда ҷиҳати солимгардонӣ (ремидиатсия)-и онҳо тавсия дода мешавад. Истифодаи омехтаи чунин таркиб аз ҷиҳати иқтисодӣ ва экологӣ мақсаднок мебошад.

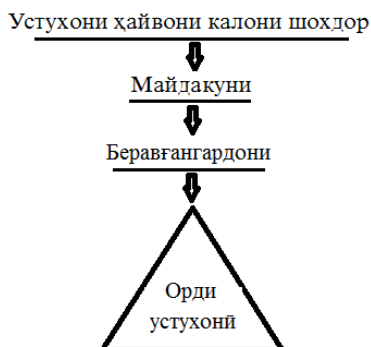


Расми 5. Технологияи ҳосил кардани композит барои пӯшонидани сатҳи паспартовгоҳҳои радиоактивӣ

**Технологияи ҳосил кардани панели радиатсионӣ-муҳофизатӣ аз хомашӯи маҳаллии Тоҷикистон.** Технологияи тайёр кардани маводи аввалия барои ҳосил кардани композити радиатсионӣ-муҳофизатӣ дар расмҳои 6 ва 7 нишон дода шудааст.



Расми 6. Технологияи ҳосил кардани барити табиӣ



Расми 7. - Технологияи ҳосил кардани орди устухонӣ аз партовҳои истеҳсолоти маҳсулоти гӯшти

*Варианти 1:* Барои тайёр кардани омехтаи зарурӣ, чузъҳо бо таносуби муайяни масса % гирифта мешаванд (ҷадвали 6) ва бо илова кардани оҳаки мурка то ба даст овардани массаи яхела омехта мекунанд. Омехтаи яхеларо ба қолиби пешакӣ бо картон пӯшонидашуда мерезанд, ки он қисми рӯяи панел аз ҳар ду тараф аст, омехтаро ба шакли ҳамвор медароранд ва дар сатҳи ҳамворкардашудаи омехта қисми дуҷуми картонро мепӯшонанд, то печакӣ омехтаи омодашуда ҳосил шавад.

Ҷадвали 6. - Таркиби тайёр кардани омехтаҳо

Таркиби омехта	Намунаи №1	Намунаи №2	Намунаи №3	Намунаи №4
Устухони ҳайвони калони шохдор	10	20	30	40
Магнетит	30	30	30	30
Барити табиӣ	40	30	20	10
Бентонит	10	10	10	10
Портландсемент М-500	10	10	10	10

Ниммахсул бо фишори 50 МПа пахш карда мешавад, панели ҳосилшуда аз қолаб бароварда мешавад ва барои хушк кардан фиристода мешавад. Тарҳ (конструкция) ва ғафсии панели муҳофизати рентгенӣ дар асоси бузургии муодили зарурии сурб ташақкул дода мешаванд.

*Варианти 2:* Барои тайёр кардани омехтаи зарурӣ, чузъҳо дар таносуби муайяни масса % гирифта мешаванд (чадвали 7).

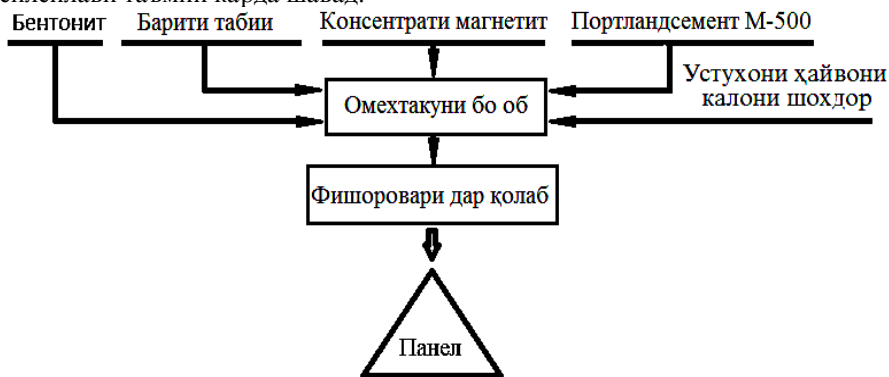
Чадвали 7. – Таркиби омода кардани омехтаҳо

Таркиби омехта	Намунаи №5	Намунаи №6	Намунаи №7	Намунаи №8
Устухони ҳайвони калони шохдор	10	20	30	40
Магнетит	40	30	20	10
Барити табиӣ	30	30	30	30
Бентонит	10	10	10	10
Портландсемент М-500	10	10	10	10

Раванди ташаққули варианти дуҷуми панели муҳофизати радиатсионӣ бо варианти якум монанд аст. Технологияи ҳосил кардани панели муҳофизати радиатсионӣ дар асоси хомашёи маҳаллии Тоҷикистон дар расми 8 нишон дода шудааст.

Барои таъмини коэффисиенти сустшавии гамма-афканишоти радионуклиди  $^{137}\text{C}$  дар 0,0332 панели ғафсиаш 10 мм ташақкул дода мешавад.

Дар чадвали 8 натиҷаи арзёбии таҷрибавии ҳосиятҳои муҳофизатии панели пешниҳодшуда бо ғафсӣ аз 10 мм то 30 мм, ки он ҳамчун панели муҳофизатӣ истифода истифода шуд, оварда шудааст. Истифодаи ҳаммувофиқии чузъҳои пешниҳодшуда дар таркиби панел имкон медиҳад, ки нишондиҳандаҳои баландтар ба даст оварда шавад: радиатсионӣ-муҳофизатӣ ва массавӣ (нисбат ба монандаҳо (аналогҳо), инчунин технологият ва экологияи раванди ҳосил кардани панелҳо дар истеҳсолоти силсилавӣ таъмин карда шавад.



Расми 8. Технологияи ҳосил кардани панели муҳофизати радиатсионӣ аз хомашёи маҳаллии Тоҷикистон



Ҷадвали 8. - Каратияти суштасавии панели муҳофизати радиатсионӣ

Манбаъҳои афканишот	Ғафсии панел, мм	Каратияти суштасавӣ, %
<sup>137</sup> Cs	10	28
	20	44
	30	55
<sup>238</sup> Pu	10	27
	20	28
	30	40
Рентгенӣ	10	29
	20	97
	30	99,5

Муодили сурбии панели муҳофизати радиатсионӣ аз рӯи таркиб ва ҳосиятҳои мавод дар ҷадвали 9 ҷамъбаст карда шудааст.

Ҷадвали 9. - Муодили сурбии панели муҳофизати радиатсионӣ

Рақами намунаҳо	Зичӣ, г/см <sup>3</sup>	Ғафсии панел, мм	Масса 1 м <sup>2</sup> , кг (дар ғафсии 10 мм)	Муодили сурбии ғафсии панел, мм
Намунаи 2	1,88	10	18,8	1,3
		20		2,6
		30		3,5
Намунаи 8	1,82	10	18,2	0,63
		20		2,4
		30		3,32

Аз ҷадвали 9 бармеояд, ки дар таркиби маводи пешниҳодшуда истифода кардани ҳама ҷузъҳои дар диапазонҳои таносубҳо (масса %) нишондодашуда афзоиши самараноки суштасавии сели афканишоти радиатсионӣ, зичияти мавод ва камшавии массаи маснуоти тайёрро нисбат ба лавҳаи сурбӣ таъмин менамояд.

Дар **боби 4** натиҷаҳои таҳқиқи маводи муҳофизати радиатсионии навъи МКА оварда шудааст.

**Модификатсияи концентрати гематит бо нитрати алюминий.** Маводи паспартов бо андозаи 200 мкм-ро барои барои ғанисозии магнитӣ рехта, ба воситаи конвейер ба силосҳо фиристода шуд, он қад-қади тасма равона шуда, ба хати коркард афтод. Дар зери таъсири майдони магнитӣ ферромагнитҳо ба курс (диск)-и магнитӣ мечаспанд, курс бо суръати муайян ҷарх мезанад, ки дар поёни он белчае насб карда шудааст, ки ферромагнитҳоро маҳдуд ва партофт карда, масир (траектория)-и афтиданро тағйир медиҳад. Диамагнетикҳо ва парамагнетикҳо тавассути инерсия ба қуттии дигар партофта мешаванд ва бо ин ферромагнит ҷудо карда мешавад. Дар натиҷаи раванди ганигардонии магнитӣ концентрати оҳанӣ - 92,6% ба даст оварда шуд. Минбаъд концентрати ҳосилшуда дар ҳарорати 800°C мавриди гармикоркард (сӯзонӣ) қарор дода шуд. Дар натиҷаи сӯзонӣ фазаи Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ба шакли Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> бо зичии 5000 кг/м<sup>3</sup> -и фраксияҳо то 100 мкм мегузарад, аз ҷумла фраксияҳо то 6-7 мкм ба микдори то 50 масса %.

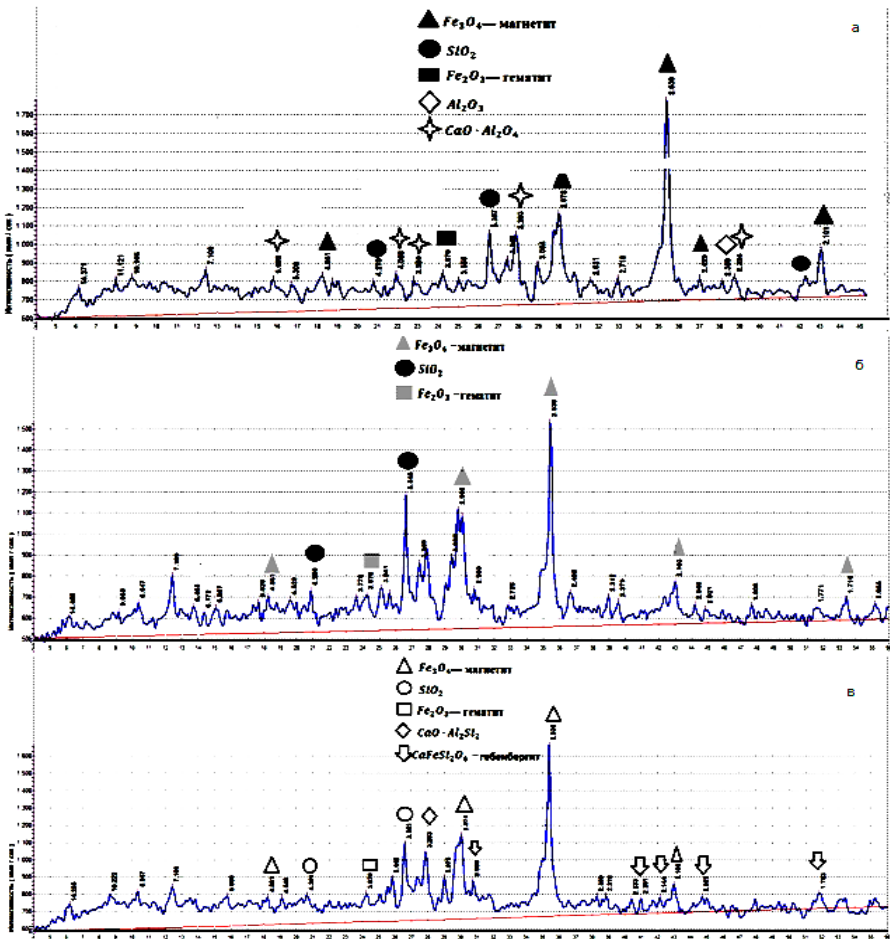
Ҳангоми ҳосил кардани маводи композитӣ барои муҳофизати радиатсионӣ бо роҳи пайвастании гематити модификатсияшуда бо гудохтаи алюминий, доништан лозим аст, ки пайваस्ताҳои алюминий дар кадом модификатсияҳои полиморфӣ дар сатҳи гематит ҷойгир шудаанд, ки онро аз таҳлили фазаҳои рентгенӣ дидан мумкин аст (расми 9).

Дар дифрактограммаҳои таҳлили рентгенифлуоресцентӣ ТРФ-и гематити аввалия (расми 9а) рефлексҳо дар 3,684, 2,702, 2,519, 2,294, 2,207, 1,841, 1,697, 1,485А ба қайд гирифта шуданд, ки онҳо ба фазаи гематит ( $\alpha$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) мувофиқ меоянд ва рефлексҳо дар 2,885, 2,750, 2,562, 2,105 А ба фазаи магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) мувофиқ буда, ба таркиби гематит дохил мешавад.

Дар дифрактограммаҳои ТРФ-и гематити фаъл-модификатсияшуда (расми 9в) рефлексҳо дар 3,691, 2,702, 2,521, 2,296, 2,211, 1,842, 1,697, 1,485А ба  $\alpha$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , рефлексҳо дар 2,896, 2,776, 2,578, 2,149А бошад, ба  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  мувофиқат мекунад. Зимнан, тамоюли зиёдшавии шиддатнокии рефлексҳо нисбат ба гематити аввалия ва модификатсияшуда бештар дар фазаи магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) мушоҳида мешавад, ки ин маънои онро дорад, ки сохта анҷом додани панҷараи булӯрии оксиди оҳан, инчунин гидроксилатсияи сатҳи он бо ёрии ионҳои бо фазаи дисперсӣ якхела асосан дар шакли оксиди магнетитӣ ба амал меояд.

Дар дифрактограммаҳои ТРФ-и гематит, ки бо ионҳои модификатсияшудаи  $\text{Al}^{3+}$ , дар баробари рефлексҳои бақайдгирифташудаи фазаҳои гематит ва магнетит, пайдошавии рефлексҳои нав дар 4,730, 4,370, 2,463, 2,435, 2,256, 1,944, 1,724А мушоҳида мешавад, ки хоси байерит ( $\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) мебошанд.

Ҳамин тариқ, дидан мумкин аст, ки дар раванди модификатсияи гематит дар сатҳи он шакли оксиди обии алюминий дар намуди байерит ҳосил мешавад.



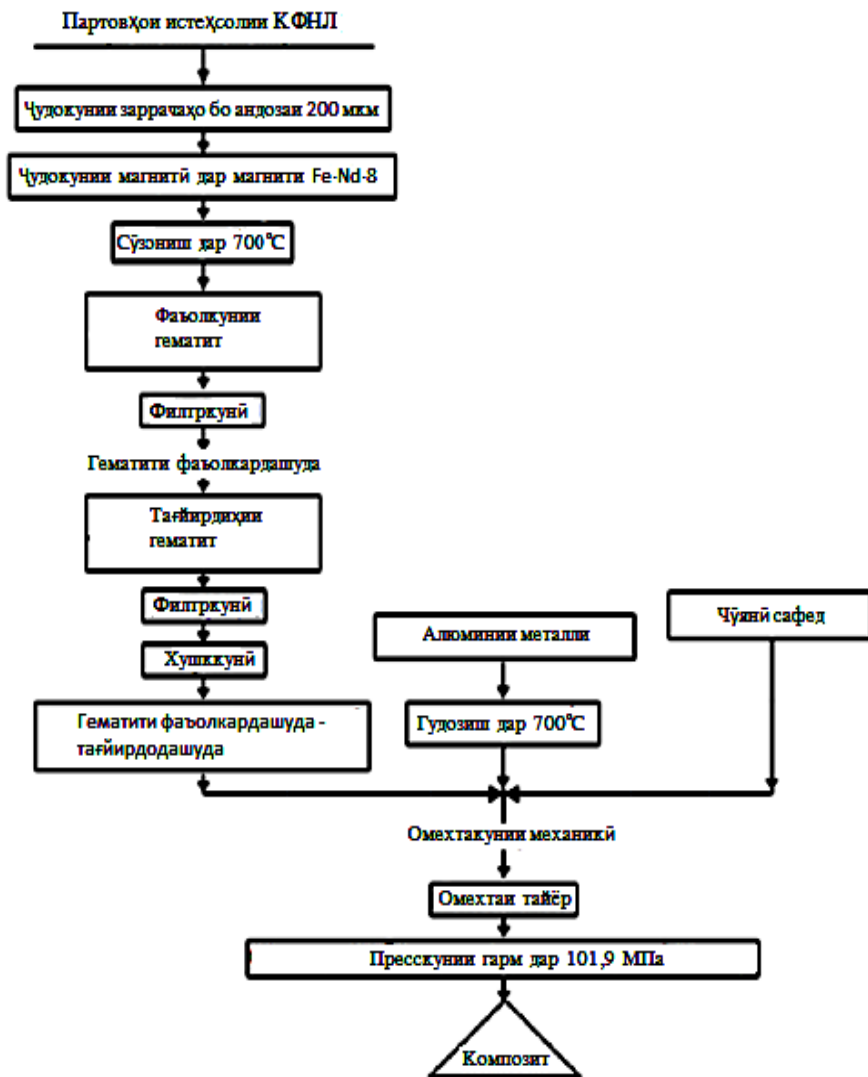
Расми 9. Муқоисаи қуллаҳои модификатсиянашуда (а), фаъолшуда (б) ва модификатсияшудаи гематит (в).

**Тарзи модификатсиякунӣ.** *Марҳилаи аввал* – фаъолсозии пурқунанда бо роҳи гидроксилзатсияи сатҳи заррачаи он бо ёрии ионҳои бо фазаи дисперсӣ яххелаи Fe<sup>3+</sup>, ки аз маҳлули обии нитрати оҳан ( $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ҷаббда мешаванд, амалӣ карда мешавад. Барои фаъолсозии концентрати гематит (пурқунандаи 1-ум) 10 г концентрат дар 100 мл об омехта карда шуд. Баъд аз ин, ба ин масса 20 мл  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (маҳлули 0,7 М) дохил карда, 30 дақиқа омехта карда шуд. Минбаъд он полидаю хушк карда шуд.

*Марҳилаи дуюм* - модификатсиякунии пурқунандаи фаъолшуда тавассути ҷаббидан (адсорбсия)-и ионҳои алюминий дар сатҳи зарраҳои он аз маҳлули обии нитрати алюминий ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) аз ҳисоби қувваҳои ҳамтаъсири электростатикӣ бо марказҳои фаъоли зарядноки зарраҳо ва

ҳамтаъсиrotи ион-диполӣ бо оксигени гурӯҳҳои гидроксилӣ сатҳи зарраҳои фаъолшудаи пуркунанда ба даст оварда шуд.

Технологияи ҳосил кардани маводи композитӣ дар асоси гематити модификатсияшуда ва чӯяни сафед. Технологияи пешниҳодшудаи ҳосил кардани композити магнитсааш алюминий (МКА) бисёрмарҳилавӣ буда, асосан аз истифодаи амалии хомашёи маҳаллии Тоҷикистон иборат аст (расми 10).



Расми 10. Схекаи технологияи ҳосил кардани МКА

Технологияи ҳосил кардани маводи композитӣ аз якчанд марҳила иборат аст: безидани зарраҳо; ҷудокунии магнитии паспартовҳо; сӯзонидани концентрати оҳан; фаъолсозии гематит; полоиш; модификатсияи гематити фаъолшуда; полоиш ва хушк кардан; ғудохтани алюминий; майдакунии ҷӯян; омезишдиҳии механикии омехта ва сӯзониши мавод; шаклдарории омехта.

Схемаи технологии коркардшуда имкон медиҳад, ки МКА бо таносуби муносибтарин, масс.% ҳосил карда шавад: металли алюминий (матритса) — 30; гематити фаъол-модификатсияшуда (пуркунанда) - 28; хокаи ҷӯяни сафед (пуркунанда) - 42, бо усулҳои синтези механикӣ- химиявӣ ва фишороварӣ (экструзия)-и гармиасоси маводи таркибӣ бо зичии композит то 4140 кг/м<sup>3</sup>.

Таҳлили корҳои иҷрошуда нишон медиҳад, ки аксари маводҳо аз ҷиҳати термодинамикӣ номувофиқанд, вале дар баъзе мавридҳо омехтаҳои онҳо ҳосиятҳои доранд, ки аз ҳосиятҳои фардии маводҳои таркибӣ фарқ мекунанд. Композити алюминий-матритсагии ҳосилшуда, ки бо гематит ва ҷӯяни сафед пур карда шудааст, низ ҳамин ҳосиятҳо соҳиб мебошад.

**Хусусиятҳои истифодабарӣ ва физикии механикии маводи таркибии коркардшуда.** Таркиби муносиби маводи композитӣ (МК-6) муқаррар карда шудааст, ки гематити пешакӣ фаъол-модификатсияшуда ва ҷӯяни сафеди сафед ва матритсаи алюминийро ҳамчун пайвандкунанда, дар таносубҳои зерини ғоизӣ дар бар мегирад: 30 масса % матритсаи алюминий, 28 масса % гематит ( $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$ ), 42 масса % ҷӯяни сафед. Натиҷаҳои хусусиятҳои истифодабарӣ ва физикии механикии МК-6-и коркардшуда дар ҷадвали 10 оварда шудаанд.

Ҷадвали 10. - Хусусиятҳои асосии истифодабарӣ ва физикии механикии МК-6-и коркардшуда

Нишондиҳандаҳо	Қиматҳо
Зичии маводи композитӣ, кг/м <sup>3</sup>	4140
Муҳкамии маводи композитӣ ҳангоми фишориш, МПа	923
Муҳкамии маводи композитӣ ҳангоми ҳамониш (қатқунӣ), МПа	340,6
Муҳкамии маводи композитӣ ҳангоми ёзониш, МПа	233
Модули чандирии маводи композитӣ, МПа	$1,53 \cdot 10^6$
Часпакии зарбати маводи композитӣ, МҶ/м <sup>2</sup>	0,49
Саҳтии маводи композитӣ мувофиқи Бринелл, НВ	257
Саҳтии маводи композитӣ мувофиқи Роквелл, НРС	107
Микросаҳтии маводи композитӣ мувофиқи Виккерс, МПа	3427
Гармиустувории маводи композитӣ, °С	600
Ҳарорати ғудозиши маводи композитӣ, °С	1300

Дар натиҷаи таҳқиқот маълум карда шуд, ки МК-6-и коркардшуда нисбат ба таъсири ҳароратҳои тағйирёбанда тобовар аст. Композитсия қодир аст, ки ба шиддатҳои термикӣ бидуни ташаккули микротаркишҳо дар сатҳи он тобоварад: вай то 45 сикли гармшавӣ дар ҳарорати 600°C ва сардшавии яқбори он; то 38 сикли гармшавӣ дар ҳарорати 700°C ва сардшавии яқбори он; то 30 сикли гармшавӣ дар ҳарорати 800°C ва сардшавии яқбори он; то 23 сикли гармшавӣ дар ҳарорати 900°C ва сардшавии яқбори он тобовар мебошад. Муайян карда шуд, ки хусусияти

микротарқишҳои омӯхташуда дар сатҳи МК-6 ба ҳарорати муҳити атроф вобаста набуда, балки ба миқдори сиклҳои гармшавӣ ва якбора сардшавӣ вобаста аст – ҳангоми зиёд шудани шумораи сиклҳо, андозаҳои геометрии микротарқишҳо дар маводи композитӣ ва дараҷаи паҳншавии онҳо аз рӯйи микросохтори композити коркардшуда низ меафзояд. МКА -и коркардшуда дар муқоиса бо монандаҳои мавҷуда бо хосиятҳои механикӣ ва истифодабарӣ хеле беҳтар фарқ мекунад ва метавонад барои таъмини бехатарии радиатсионии кормандони хидматрасонӣ ва муҳити зист аз афканишоти ионофар самаранок истифода шавад ва инчунин маводи вородотивазкунанда бошад.

## ХУЛОСАҲО

### *1. Натиҷаҳои асосии илмӣ диссертатсия:*

1.1.Натиҷаи таҳлили маъхазҳои адабиётӣ мавҷуда барои сохтан ва муқоисаи масолеҳи композитии дорои хусусиятҳои баланди истифодабарӣ ва радиатсионӣ-муҳофизатӣ бо истифода аз захираи хомашёи маҳаллии Тоҷикистон маҳзани маълумоти муфид мебошад [5, 19-М].

1.2.Қайд карда мешавад, ки таркиби коркардшудаи омехтаи хушки сохтмонӣ бо истифода аз концентрати магнетитӣ суштшавии самараноки афканишоти ионофарро аз доираи васеи радионуклидҳо бо қабати тунуктар нисбат ба маводҳои сохтмонӣ маълум таъмин менамояд. Муайян карда шуд, ки ҳангоми 10 мм будани ғафсии қабати таркиби пешниҳодшуда суштшавии афканишоти радионуклидҳои гуногунро барои манбаи  $^{137}\text{C}$  то 1,18 маротиба ва барои шуоъҳои рентгенӣ то 824 маротиба таъмин менамояд. Дар баробари зиёд шудани ғафсии қабат, самаранокии суштшавӣ зиёд мешавад [1, 5, 20-М].

1.3.Технологияи ҳосил кардани композит барои пӯшонидани сатҳи паспартовгоҳҳои радиоактивӣ коркард шудааст. Муқаррар карда шудааст, ки ҳангоми бо ғафсии 0,45 м пӯшонидани омехтаи пешбинишудаи радиатсионӣ-муҳофизатӣ ба камшавии 25-қаратаи қимати МЭД-и гамма-афканишот ва камшавии 4-қаратаи зичии сели радон нисбат ба қиматҳои ибтидоӣ мусоидат менамояд [3, 6-14, 16, 21-М].

1.4.Технологияи тайёр кардани панели радиатсионӣ-муҳофизатӣ аз захираи хомашёи маҳаллии Тоҷикистон коркард шудааст. Ба бартаҳои панели пешниҳодшуда аз захролудшавии пасти маводҳои аввалия дар муқоиса бо сурб мансуб аст. Панели ташаккулёфта бо ғафсии 10 мм коэффитсиенти суштшавии гамма-шуоъҳои радионуклиди  $^{137}\text{C}$ -ро 0,0332 маротиба, инчунин панел бо ғафсии 30 мм коэффитсиенти суштшавии шуоъҳои рентгениро (дар тавоноии 3820 мкЗв/ст ҳангоми афканишоти самтнок дар масофаи 0,7 м) 0, 27 маротиба таъмин мекунад [15-М].

1.5.Технологияи ҳосил кардани маводи композитӣ дар асоси матритсаи алюминие, ки бо гематити модификатсияшуда ва чӯяни сафед пур карда шудааст, коркард шуд. пуркунанда бо роҳи гидроксилзатсияи сатҳи заррачаи он бо ёрии ионҳои бо фазаи дисперсӣ яхелаи  $\text{Fe}^{3+}$ , ки аз маҳлули оби нитрати оҳан ( $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ҷаббида мешаванд, амалӣ карда мешавад [1, 2, 4-М].

1.6.Имконияти модификатсия кардани шаклҳои оксиди оҳан дар намуди фазаҳои магнетитӣ ва гематитӣ бо ионҳои алюминий аз маҳлулҳои оби

нитрати алюминий ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) нишон дода шудааст. Муқаррар карда шудааст, ки гуруҳҳои гидроксиди сатҳи оксидҳои оҳан навъи асосии марказҳои реаксионӣ мебошанд, ки тавассути онҳо модификатсияи сатҳи онҳо рӯй медиҳад [1, 2, 4, 17-М].

1.7 Модификатсияи сатҳи гематит бо пардаҳои алюминооксидӣ ба зиёд шудани устуворӣ мусоидат мекунад, яъне: худуди мӯҳкамӣ ба фишурдашавӣ ба қадри 30%, худуди мӯҳкамӣ ба қатшавӣ ба қадри 29,5% ва худуди мӯҳкамӣ ба ёзониш ба қадри ва 19,5% меафзояд [18-М].

1.8. Хусусиятҳои асосии истифодабарӣ ва физикӣ-механикии композити навъи МКА омӯхта шуданд. Муайян карда шуд, ки композити коркардшуда дорои хусусияти баланди радиатсионӣ-муҳофизатӣ ва мушаххасаҳои устуворӣ буда, ба сарбории берунии то 923 МПа дар ҳарорати то 600°C тоб оварда метавонад. Ин маводро ҳангоми шуоъхӯрӣ бо фотонҳои энергияи то 1,2 МэВ ( $^{60}\text{Co}$ ) ва бо дозаи фурурафта то 17,5 МГр истифода бурдан мумкин аст [17, 18-М].

## *2. Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо:*

2.1. Муаллиф тавсия додааст, ки истифодаи композитро бо таркибҳои зерин тавсия додааст, масса %: концентрати магнетит - 70; портландсементи М-500 - 15; оҳаки мурда - 15; об - боқимонда, барои андова кардани деворҳои муассисаҳои тиббии истифодакунанда аз манбаъҳои афканишоти ионофар ҷиҳати бехатарии радиатсионии ҳайати кормандони хизматрасон ва муҳити зист.

2.2. Таркиби омехта аз чузӯҳои зерин, масса %: сулфур - 25; бентонит - 15; магнетит - 15; реҗи кварсӣ - 20; шағали кварсӣ - 25 барои пӯшонидани сатҳи паспартовгоҳҳои радиоактивӣ бо мақсади кам кардани ТДМ-и гамма-шуоъҳо ва ҷудо кардани радон барои истифода тавсия додла мешавад.

2.3. Панели радиатсионӣ-муҳофизатии аз чузӯҳои зерин ҳосилшуда, масса %: устухони чорвои калони шохдор - 40; магнетит - 10; барити табиӣ - 30; бентонит - 10, портландсементи М-500 - 10; об - боқимонда барои дар муассисаҳои тиббӣ дар ҳучраҳои рентгенӣ барои ҳифзи мизочон, ҳайати кормандони хизматрасон, таҷҳизот ва муҳити зист аз гамма-шуоъҳо ва шуоъҳои рентгенӣ тавсия карда мешавад.

2.4. Дари аз радиатсионӣ муҳофизаткунанда аз чузӯҳои зерин ҳосилшуда, масса %: концентрати сурб - 33%; концентрати магнетит - 33%; концентрати барит - 33%; ва об, боқимонда барои истифода дар ҳучраҳои рентгенӣ тавсия дода мешавад, то кормандон, меҳмонон ва муҳити зистро аз шуоъҳои гамма ва рентгенӣ муҳофизат намояд.

2.5. Маводи композитии коркардшудаи навъи МКА аз рӯйи хосиятҳои асосии физикӣ ва механикӣ устувор буда, онро ҳамчун маводи сохтмонӣ барои муҳофизат аз манбаъҳои афканишоти ионофар истифода бурдан мумкин аст.

## **ФЕҲРИСТИ ИНТИШОРОТИ ДОВТАЛАБИ ДАРЁФТИ ДАРАҶАИ ИЛМӢ**

*Мақолаҳо дар маҷаллаҳои тақризиаванда*

[1-М]. Назаров, Х.М. Переработка молибденитовых руд месторождения Чорух-Дайрона: проблемы и перспективы. Монография / Х.М.Назаров А.А.Кадиров, **Д.И.Мирзоев** – Хучанд: Нури маърифат. 2022. - 164 с.

[2-М]. **Мирзоев, Д.И.** Алюминий-матричные композиты с гематитовым и чугунным наполнителями / Д.И.Мирзоев, Х.М.Назаров, И.Мирсаидзода, У.М.Мирсаидов // Материаловедение. РАН. 2020. №12. - С.24-30. DOI: 10.31044/1684-579X-2020-0-12-24-30.

[3-М]. **Мирзоев, Д.И.** Композиция для покрытия поверхности радиоактивного хвостохранилища / Д.И.Мирзоев, Х.М.Назаров, Х.И.Тиллобоев, Б.Д.Бобоев // Учёные записки ХГУ. Серия естественные и экономические науки. 2020. №4(55). - С.48-52.

[4-М]. **Mirzoev, D.I.** Aluminum Matrix Composites with Hematite and Cast Iron Fillers / D.I.Mirzoev, Kh.M.Nazarov, I.Mirsaidzoda, U.M.Mirsaidov // ISSN 2075-1133, Inorganic Materials: Applied Research, 2021, V.12, No.4, pp.1014-1020. DOI: 10.1134/S2075113321040286.

[5-М]. **Мирзоев, Д.И.** Радиационно-защитная смесь с магнетито-баритовым наполнителем / Д.И.Мирзоев // Учёные записки ХГУ. Серия естественные и экономические науки. 2022.

***Мақолаҳо ва фишурдаи интишорот дар маҷмӯаи маводи конфронсҳо:***

[6-М]. **Мирзоев, Д.И.** Современное состояние отработанных отходов уранового производства / Д.И.Мирзоев, А.И.Ерашов // Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века». – Минск. Республика Беларусь. 2015. - С.209-210.

[7-М]. **Мирзоев, Д.И.** Радонная активность в жилых помещениях в зоне влияния хранилищ отходов переработки урановой руды / Д.И.Мирзоев, А.И.Ерашов // Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века». – Минск. Республика Беларусь. 2015. - С.216-217.

[8-М]. **Мирзоев, Д.И.** Экологическое состояние хранилища отходов урановых руд / Д.И.Мирзоев, А.И.Ерашов // Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века». – Минск. Республика Беларусь. 2015. - С.217-218.

[9-М]. **Мирзоев, Д.И.** Эколого-экономическая оценка методов рекультивации карьеров / Д.И.Мирзоев, Е.А.Любенкова, В.В.Гордийчук, А.И.Белехов, А.С.Силицкий, О.И.Родькин // Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века». – Минск. Республика Беларусь. 2015. - С.259-260.

[10-М]. **Мирзоев, Д.И.** Поступления радона-222 и его дочерние продукты распада в организм людей / Д.И.Мирзоев, М.М.Юнусов, Х.М.Назаров // Республиканской научно-практической конференции, посвященной дню Независимости Республики Таджикистан «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых». – Чкаловск. 2015. С.11-13

[11-М]. **Мирзоев, Д.И.** Валовое и подвижное распределение форм тяжелых металлов в почвах, прилегающих к хвостохранилищу радиоактивных отходов / Д.И.Мирзоев, М.М.Юнусов, М.М.Мавлонов, М.А.Мирхоликова, Х.М.Назаров, З.А.Содикова, Дж.Р.Алфатшоева // Международной научно-практической конференции «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых». – Бустон. 2016. С.140-143.

[12-М]. **Мирзоев, Д.И.** Анализ сравнения методов измерения плотности потока радона с земной поверхности в Согдийской области Республики



Таджикистан / Д.И.Мирзоев, М.М.Юнусов, М.М.Мавлонов, Х.М.Назаров, Ф.Ю.Маллаева, З.А.Содикова // Международной научно-практической конференции «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых». – Бустон. 2016. - С.143-145.

[13-М]. **Мирзоев, Д.И.** Суточная динамика плотности потока радона с земной поверхности в согдийской области северного Таджикистан / Д.И.Мирзоев, М.М.Юнусов, Х.М.Назаров // Международной научно-практической конференции «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых». – Бустон. 2016. - С.145-148.

[14-М]. **Мирзоев, Д.И.** История возникновения и нынешнее состояние Гафуровского хвостохранилища отходов уранового производства / Д.И.Мирзоев, М.М.Юнусов, Х.М.Назаров, Т.Б.Абдуллоева // Международной научно-практической конференции «Интеграция науки и производства как механизм развития горно-металлургической отрасли Республики Таджикистана». – Бустан. 2016. - С.70-73.

[15-М]. **Мирзоев, Д.И.** Композиционный материал для защиты от радиации / У.Мирсаидов, Х.М.Назаров, Д.И.Мирзоев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Инновационное развитие науки». – Душанбе. Государственное научное учреждение «Центр исследования инновационных технологий». 2020. - С.96-97.

[16-М]. **Мирзоев, Д.И.** Композиция для снижения экскалляции радона / И.Мирсаидзода, Х.М.Назаров, Д.И.Мирзоев, Б.Д.Бобоев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Инновационное развитие науки». – Душанбе. Государственное научное учреждение «Центр исследования инновационных технологий». 2020. - С.109-111.

[17-М]. **Мирзоев, Д.И.** Радиационно-защитный композит на основе магнетита / Д.И.Мирзоев, Х.М.Назаров, Б.Б.Баротов, Н.Н.Рахматов, И.Мирсаидзода // Материалы республиканской научно-практической конференции «Инновационное развитие науки». – Душанбе. Государственное научное учреждение «Центр исследования инновационных технологий». 2020. - С.120-122.

[18-М]. **Мирзоев, Д.И.** Исследование по измерению шероховатости композиционных материалов / Х.М.Назаров, Д.И.Мирзоев, У.Н.Назаров // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы металлургической промышленности» – Душанбе. ТТУ. 2021. - С. 241-243

[19-М]. Назаров, Х.М. Особенности формирования радиационно-защитных композиционных материалов / Х.М.Назаров, **Д.И.Мирзоев** // Материалы Международной научно-практической конференции “Использование природных ресурсов, экология и устойчивое развитие” – Бустон. ГМИТ. 2022. - С.32-36.

#### *Патентҳои ихтироъ.*

[20-М]. Нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон №ТҶ 1222. Сухая отделочная строительная смесь (варианты) / Мирсаидзода И., **Мирзоев Д.И.**, Назаров Х.М., Баротов Б.Б., Хомидов Ф.А., Муродов Ш.Р., Мирсаидов У. // №2001474; опубл.20.12.2021, Бюл.178, 2021. 10с.

[21-М]. Нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон №ТҶ \_\_\_\_ . Способ создания искусственной корки на поверхности хранилища для защиты мелкодисперсных отходов от распыления / Назаров Х.М., Тиллобоев Х.И., Бободжонова З.Х., **Мирзоев Д.И.**, Мирсаидзода И., Бахронов С.М. // натиҷаи мусбӣи экспертизаи расмӣи №296/01.4 аз 03.02.2023, № ариза 2201644 аз 28.02.2022.

## АННОТАЦИЯ

диссертации Мирзоева Далера Иномжовича на тему: «Физико-химические и технологические основы получения композитов специального назначения из местных сырьевых материалов Таджикистана», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ.

**Ключевые слова:** активация, модификация, гематит, магнетит, барит, объемная активность радона, хвостохранилище, мощность экспозиционной дозы, ионизирующее излучение.

**Объектом исследования** – являются полученные неорганические радиационно-защитные композиты на основе концентрата барита, магнетита, модифицированного гематита и белого чугуна.

**Предметом исследования** – являются изучение структуры, эксплуатационных, физико-механических и радиационно-защитных свойств разработанных композитов.

**Целью исследования** является разработка физико-химических и технологических основ получения композитов специального назначения из местных сырьевых материалов Таджикистана.

**Научная новизна исследования.** Установление возможности получения новых видов композиционных материалов специального назначения на основе концентрата барита, магнетита, бентонита, железосодержащих отходов, белого чугуна и металлического алюминия.

Разработанный состав смеси обеспечивает эффективное ослабление ионизирующего излучения широкого ряда радионуклидов при меньшей толщине слоя, чем известные строительные материалы. При толщине слоя в 10 мм предлагаемый состав обеспечивает ослабление ионизирующих излучений различных радионуклидов до 1,18 раза для источника  $^{137}\text{Cs}$  и до 824 раза для рентгеновского излучения.

Показано, возможность модифицирования железо оксидных форм в виде магнетитовых и гематитовых фаз ионами алюминия из водных растворов нитрата алюминия ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), с целью их физико-химического совмещения с алюминиевым расплавом. Установлено, что гидроксильные группы поверхности оксидов железа являются основным типом реакционных центров, по которым происходит модифицирование их поверхности.

**Область применения.** Полученные радиационно-защитные композиты рекомендуются использовать в медицинских учреждениях для рентген кабинетов и других, а именно к способу защиты посетителей, обслуживающего персонала, оборудования и окружающей среды от гамма- и рентгеновского излучения.

## АННОТАТСИЯИ

диссертатсияи Мирзоев Далер Иномчонович дар мавзӯи: “Асосҳои физикию химиявӣ ва технологияи ҳосил кардани композитҳои таъйиноти махсус аз маводи хомашёи маҳаллии тоҷикистон”, барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси 05.17.01 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ, ки пешниҳод карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** фаълонкунӣ, модификатсиякунӣ, гематит, магнетит, барит, фаълнокии ҳаҷмии радона, маҳфузгоҳ, тавоноии дозаи муодил, афканишоти ионофар.

**Объекти таҳқиқотӣ** омӯзиши сохт, хосиятҳои истифодабарӣ, физикӣ-механикӣ ва радиатсионӣ муҳофизатии композитҳои сохташуда мебошад.

**Мавзӯи таҳқиқот** асосҳои физикию химиявӣ ва технологияи ҳосил кардани композитҳои таъйиноти махсус аз маводи хомашёи маҳаллии тоҷикистон иборат мебошад.

**Мақсади таҳқиқот** коркарди асосҳои физикию химиявӣ ва технологияи ҳосил кардани композитҳои таъиноти махсус аз маводҳои хомашёи маҳаллии Тоҷикистон мебошад.

**Навгониҳои илмӣ таҳқиқот.** Бори аввал имконияти ҳосил кардани навҳои нави маводҳои композитии таъиноти махсус дар асоси концентрати барит, магнетит, бентонит, партовҳои оҳандор, чӯяни сафед ва алюминийи металлӣ (филизӣ) муқаррар карда шудаанд.

Таркиби коркардшудаи омехта сустшавии самаранокӣ афканишоти ионизатсионии доираи васеи радионуклидҳоро дар ғафсии ками қабат нисбат ба қабати маводҳои маълуми сохтмонӣ таъмин мекунад. Ҳангоми 10 мм будани ғафсии қабат, таркиби пешниҳодшуда сустшавии афканишоти ионизатсионии радионуклидҳои гуногунро то 1,18 маротиба барои манбаи  $^{137}\text{Cs}$  ва то 824 маротиба барои афканишоти рентгенӣ таъмин мекунад.

Имконияти модификатсиякунии охани шакли оксидӣ дар намуди фазаҳои магнетитӣ ва гематитӣ бо ионҳои алюминий аз маҳдудҳои оби нитрати алюминий ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) бо мақсади пайвастунии физикию химиявии онҳо бо гудохтаи алюминий нишон дода шудааст. Муқаррар карда шудааст, ки гурӯҳҳои гидроксилҳои сатҳи оксидҳои оҳан навъи асосии марказҳои реаксионӣ мебошанд, ки аз рӯйи онҳо модификатсиякунии сатҳи онҳо амалӣ карда мешавад.

**Соҳаи истифодабарӣ.** Композитҳои радиатсионӣ-муҳофизатии ҳосилкардашуда ҷиҳати истифода дар муассисаҳои тиббӣ барои ҳучраҳои рентгенӣ ва ғайра, маҳз барои муҳофизати мизочон, ҳайати хизматрасонҳо, таҷҳизот ва муҳити зист аз гамма-шуоъҳо ва шуоъҳои рентгенӣ тавсия дода мешаванд.

## ANNOTATION

dissertation of Mirzoev Daler Inomzhovich on the topic: "Physical-chemical and technological bases for obtaining special-purpose composites from local raw materials of Tajikistan", submitted for the degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.17.01 - Technology of inorganic substances.

**Keywords:** activation, modification, hematite, magnetite, barite, radon volumetric activity, tailings, exposure dose rate, ionizing radiation.

**Objects of the study** are obtained inorganic radiation-protective composites based on barite concentrate, magnetite, modified hematite and white cast iron.

**The objective of the work** are the study of the structure, operational, physical-mechanical and radiation-protective properties of the developed composites.

**Research methods** is the development of physico-chemical and technological bases for the production of special-purpose composites from local raw materials in Tajikistan.

**The scientific novelty of the work.** Establishing the possibility of obtaining new types of composite materials for special purposes based on concentrate of barite, magnetite, bentonite, iron-containing waste, white cast iron and metallic aluminum.

The developed composition of the mixture provides effective attenuation of ionizing radiation from a wide range of radionuclides with a thinner layer than known building materials. With a layer thickness of 10 mm, the proposed composition provides attenuation of ionizing radiation from various radionuclides up to 1.18 times for the  $^{137}\text{Cs}$  source and up to 824 times for X-rays.

It is shown that it is possible to modify iron oxide forms in the form of magnetite and hematite phases with aluminum ions from aqueous solutions of aluminum nitrate ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) in order to combine them physically and chemically with aluminum melt. It has been established that the hydroxyl groups of the surface of iron oxides are the main type of reaction centers, along which their surface is modified.

**Application area.** The obtained radiation-protective composites are recommended to be used in medical institutions for x-ray rooms and others, namely, to the method of protecting visitors, attendants, equipment and the environment from gamma and x-ray radiation.