

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ 16.07.2013. GM/T.10.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК ПРИ НАВОЙСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ ГОРНОМ ИНСТИТУТЕ, ТАШКЕНТСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ,  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ МИНЕРАЛЬНЫХ  
РЕСУРСОВ, ИНСТИТУТЕ СЕЙСМОЛОГИИ,  
ИНСТИТУТЕ ГЕОЛОГИИ И РАЗВЕДКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА, ИНСТИТУТЕ  
ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ**

---

**НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

**КУРБАНОВ АБДИРАХИМ АХМЕДОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ  
РАЗНОТИПНЫХ БАЗАЛЬТОВ УЗБЕКИСТАНА**

**04.00.14–Обогащение полезных ископаемых  
(технические науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

**НАВОИ – 2016**

**Тема докторской диссертации зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за 30.09.2014/В2014.5.Т291.**

Докторская диссертация выполнена в Навоийском государственном горном институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице по адресу: [www.nggi.uz](http://www.nggi.uz) Информационно-образовательном портале «ZiyoNET» по адресу: ([www.ziyo.net.uz](http://www.ziyo.net.uz)).

**Научный консультант:** **Абдурахмонов Сойиб**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Тусупбаев Несипбай Куандыкович**  
доктор технических наук, профессор

**Ходжаев Омонулло Файзуллоевич**  
доктор химических наук, профессор

**Искандарова Мастура Искандаровна**  
доктор технических наук, профессор

**Ведущая организация:** **Ташкентский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится «\_\_\_» «\_\_\_\_\_» 2016 года в \_\_\_ часов на заседании научного совета 16.07.2013.GM/T.10.01. (Адрес: 210100, г.Навои, ул. Жанубий27а. Зал заседаний Навоийского государственного горного института. Тел.: (0436) 770-29-30; факс (0436) 225-12-30, e-mail: [nggi@nggi.uz](mailto:nggi@nggi.uz)).

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горного института (зарегистрирован за №\_\_\_) Адрес: 210100, г.Навои, ул. Жанубий,27а. Здание горного факультета НГГИ, 1-этаж, 104-каб. Тел.: (0436) 225-38-95; факс: (0436) 225-38-95.

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» «\_\_\_\_\_» 2016 года.  
(реестр протокола рассылки № \_\_\_ от «\_\_\_\_\_» 2016 г.)

**К.С.Санакулов**  
Председатель Научного совета по  
присуждению ученой степени доктора наук, д.т.н.

**Ш.Ш.Заиров**  
Ученый секретарь Научного совета по  
присуждению ученой степени доктора наук, к.т.н.

**Ю.Д.Норов**  
Председатель Научного семинара при  
Научном совете по присуждению ученой  
степени доктора наук, д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Комплексное освоение природных минеральных сырьевых ресурсов, разработка рациональной технологии получения конкурентоспособной промышленной продукции остается одной из актуальных задач горно-металлургической промышленности мира. За последние 50 лет мировое потребление металлозаменителей и заменителей бумаг, получаемых из природных минеральных сырьевых ресурсов, увеличилось в 2-3 раза, а огнеупорных, композиционных и кислотостойких материалов – в 2,5-3,8 раза. В настоящее время в развитых странах мира основными направлениями современной науки обогащения полезных ископаемых является изучение эффективных путей освоения минеральных ресурсов, их переработка и внедрение на практике достижения передовой технологии. В выполнении поставленной задачи особое место отводится переработке природных минеральных богатств металлургической промышленности.

В последние годы растет потребность Узбекистана в новой, дешевой, конкурентоспособной продукции из местных сырьевых ресурсов, которая непосредственно связана с расширением и развитием возможностей горно-металлургической и перерабатывающей отраслей, опирающейся, в основном, на широкое внедрение на практике переработки и обогащения полезных ископаемых.

Для производства новой, альтернативной, экологически чистой и качественной продукции рекомендуются базальтовые породы. Растущий спрос на базальтовую продукцию способствует усовершенствованию комплексной переработки базальтов и производству изделий различного назначения на основе заданных параметров химических и физико-механических свойств породы. В таких условиях решение вышеперечисленных задач является весьма актуальной проблемой и требует проведения комплексных исследований свойств и состава базальтов, направленных на дальнейшее повышение эффективности использования местных базальтовых сырьевых ресурсов, их обогащения и организации производства новой, качественной и экологически чистой продукции.

Особое внимание необходимо уделять комплексному исследованию химических и физико-механических свойств и состава пород, созданию технологии очистки базальтовой породы от шламов, гидроксидов, солей (далее шламов), типизации и обогащению базальтов, а также на разработку современных технологий производства качественной продукции. Очистка, типизация и обогащение базальтов являются весьма востребованными и позволяют создать новые технологии по организации производств, таких как электротехнические изоляторы различного потенциала; плитки, используемые в кислотных средах; базальтовые фильтры для обезвоживания пульпы с целью использования сточной воды в обороте водоснабжения и фильтров для очистки газов от пыли в горно-металлургической промышленности. Это способствует повышению производственной мощности предприятия, созданию новых технологий в промышленности по выпуску

экологически чистой продукции различного назначения и дополнительных рабочих мест.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-1442 от 15 декабря 2010г. «О приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан в 2011-2015 годах», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии приоритетного направления развития науки и технологий республики VIII. «Науки о земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

**Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации.** Научные исследования, направленные освоению базальтовых природных минеральных сырьевых ресурсов осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе: Technische Universität Bergakademie Freiberg (Германия), экономическом институте минеральных ресурсов (Российская Федерация), Glyndŵr University (Великобритания), научном центре «BV&KM» (Китай), научно-исследовательском центре компании «Vectorply Corporation» инженерно-проектном центре «Arnold» компании «Rockwell» (США), исследовательском центре «GC Prosthо» и «Apple» компании «Kengo Kuma & Associates» (Япония).

В результате исследований, проведенных в мире по переработке базальтов, получены ряд научных результатов, в том числе: разработаны технологии изготовления базальтовой продукции такой как: тротуарные плиты, строительные материалы, демпферные устройства, опоры для столбов электропередач и другие несущие конструкции, волокнистые материалы (Technische Universität Bergakademie Freiberg, Германия); проводятся геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых, даны определения способов эксплуатации, экономической эффективности и себестоимости продукции (экономический институт минеральных ресурсов, Российская Федерация); разработаны технологии изготовления огнеупорных и кислотоустойчивых материалов, литых продуктов различного назначения (Укрпромбудбазальт и ЧП «Автодеталь», Украина); организован выпуск продукции медицинского назначения, теплоизоляционные материалы («BV&KM», Япония); проводятся исследования, направленные на разработку новых механических способов переработки базальтов (исследовательские центры «GC Prosthо» и «Apple» компании «Kengo Kuma & Associates», Япония).

В мире по изучению базальтовых горных пород по ряду приоритетных направлений проводятся исследования, в том числе: разработка новых технологий переработки базальтов; совершенствование способов, направленных на организацию выпуска качественных огнеупорных и композиционных материалов, металлозаменителей, кристаллических

волокон.

**Степень изученности проблемы.** Известен механизм извержения вулканов, физические процессы образования базальтов, их минеральный и химический состав, с которым связано образование базальтов и другие особенности, проведены исследования процессов формирования магматических образований и на их основе установлены физико-химические условия минеральной кристаллизации магматического расплава базальтов.

В работах ученых В.В. Дашкеевича, А.Л.Смирнова, О.О.Семенова, А.О.Третьякова, А.Е.Воробьева, Т.В.Чекущиной, Е.В. Чекущиной, Д.Д. Джигариса, М.Ф. Маховой, В.П.Шевченко, С.Т.Токунова, Д.Д. Гуламовой, В.Л.Бондеревой, У. Брега, Н.С. Водера, В.К. Пуртова, Р.В. Медведева, А.Н. Заварицкого, А.А.Полканова, В.И. Лучицкого, И.Розенбуша, Э. Искандарова, Г.М.Додиса, А. Буллаха, А. Мусаева, И.Х. Хамрабаева, И. Турчаниновой, М.Park, Н.Не, L.Yang, M.Paton, A.Zindler, S.R.Hart, K.Velde, P.Kiekens, H.Shuaib, В.А.Симоновой, И.Кудиновой, Г.Ф.Макаренко, Л.Г.Дацинского, М.П.Шаскольской, И.А.Ливицкого, Ю.А.Салимсакова, А.С.Ибадуллаева и др. изложены результаты различных теоретических и прикладных вопросов. В этой области посвящены многочисленные монографии, научные статьи и сборники статей.

Вопросы по исследованию ионных соединений кристаллических решеток жидких базальтов, переработки базальтов в кислотных растворах, анализ состояния базальтовых месторождений Узбекистана: «Асмансай», «Айдаркуль», «Гавасай» и определение сырьевых запасов базальтов изучены достаточно. Однако мало внимания было уделено комплексному использованию сырьевого потенциала базальтовых месторождений и качеству сырья, детальное исследование состава и свойств базальтов. До сих пор промышленность страны испытывает острый дефицит в экологически чистой и дешевой продукции различного назначения из местного базальтового минерального сырья.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных проектов Навоийского государственного горного института по темам: А5-030 – «Разработка эффективной технологии получения из местного сырья огнеупорных и композиционных материалов» (2006-2008 г.г.) и К6-018 – «Разработка эффективной технологии получения из местного базальтового сырья огнестойких материалов» (2009-2011 г.г.).

**Целью исследования** является разработка рациональной технологии переработки разнотипных базальтов и комплексное изучение их химических, физико-механических свойств и химико-минералогического состава.

**Задачи исследования:**

изучить современное состояние обогащения и переработки базальтов;  
определить вещественный, элементный, химико-минералогический состав базальтов и выполнить комплексные исследования химических и

физико-механических свойств;

изучить качество базальтовых пород и их продукции;

разработать критерии типизации базальтов разных месторождений, определить оптимальные технологические параметры обогащения и сортировки базальтов (дробление, грохочение, промывка, измельчение, обжиг, магнитная сепарация);

разработать технологию получения теплоизоляционных материалов, фильтров, электрических изоляторов различного потенциала и кислотостойкой плитки;

создать технологию обезвоживания пульпы через базальтовые фильтры, оценка возможности использования сточной воды в обороте водоснабжения;

разработать технологию изготовления базальтовых фильтров с целью повышения эффективности фильтрации газов от пыли в машиностроительной промышленности;

разработать рекомендации по использованию полученных результатов исследования для решения актуальных производственных задач.

**Объектом исследования** являются базальтовые месторождения Узбекистана: «Гавасай», «Асмансай», «Айдаркуль».

**Предмет исследования:** разнотипные базальтовые породы Узбекистана.

**Методы исследований.** При выполнении диссертационной работы использованы комплексные методы исследований, включающие научные обобщения, электромагнитный метод, термический анализ, химический метод анализа, полуколичественный спектральный анализ, радиометрический и гамма-спектрометрический метод определения природно-активных изотопов, минералогический метод изучения состава базальтов, лабораторные и полупромышленные испытания по обогащению базальтов, математико-статистический метод; компьютерная технология обработки информации.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

доказано, что у базальтов месторождения «Гавасай» преимущественно содержится оливин –  $(Mg,Fe)_2SiO_4$  ( $T_{пл}=1250^{\circ}C$ ) и пироксен –  $R_2[Si_2O_6]$ , ( $T_{пл}=1450^{\circ}C$ ), у базальтов месторождений «Айдаркуль» и «Асмансай» выявлено высокое содержание плагиоклаза (варианты альбит –  $Na[AlSi_3O_8]$  ( $T_{пл}=1250^{\circ}C$ ) и анортит –  $Ca[Al_2Si_2O_8]$  ( $T_{пл}=1450^{\circ}C$ ) с учетом суммы оксидов кремния, магния, титана в базальтах месторождений «Гавасай», «Асмансай», «Айдаркуль» с содержанием 52,4; 52,6; 57,05% соответственно, совокупность которых определяет температуры плавления базальтов  $1300^{\circ}C$ ,  $1450^{\circ}C$  и  $1550^{\circ}C$ , соответственно.

доказано, что увеличение содержания в базальтах с выше:  $SiO_2$  – 50 %,  $TiO_2$  – 2,5% и  $MgO$  – 10 %, способствует повышению температуры их плавления, а повышенное содержание  $CaO$ ,  $MnO$  и  $P_2O_5$  способствует её снижению от 1500 до  $1200^{\circ}C$ , с соответственным уменьшением вязкости жидкой массы и ухудшением литейных свойств;

выявлено, что повышение содержания макрокомпонентов  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$  и  $Al_2O_3$  способствует повышению электропроводимости базальтов,

следовательно, ухудшению диэлектрической восприимчивости. Содержание FeO и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> выше 6% влияет на структуру, огнеупорность и кислотоустойчивость полученных материалов;

доказаны изменения качества товарного базальтового продукта в зависимости от химического состава примесей и разработана технология очистки базальтов от шламов и выданы рекомендации для учета данной технологии при разработке новых стандартов;

разработаны критерийные оценки по химическому составу пород базальтовых месторождений и рекомендации по переработке базальтов, которые базируются на результатах исследования системы: «дробление, грохочение и промывка базальтовой породы, измельчение, обжиг с последующим магнитным обогащением, типизация базальтов и изготовление продукции»;

разработаны технологии изготовления базальтовой продукции такой как: теплоизоляционные материалы, фильтры, электрические изоляторы различного потенциала и кислотоустойчивые плитки;

впервые доказано влияние на работоспособность базальтовых фильтрующих материалов таких параметров, как: механическая прочность, гигроскопичность, набухаемость, пористость, механическая изгибная жесткость, теплостойкость, коэффициент растяжения, сопротивляемость фильтра жидкой среде.

#### **Практические результаты исследования:**

разработана технология очистки базальтов месторождений «Гавасай», «Асмансай» и «Айдаркуль» от шламов;

определено содержание до 1÷2 % шламов в базальтах и разработана технология обогащения базальтовой породы перечисленных месторождений, которая является основой для получения различного ассортимента экологически чистой и высококачественной продукции;

разработаны методики: «Методика исследования и определения рациональных энергетических параметров работы печи»: «Методика исследования специфических особенностей базальтовой магмы, её плавление при высоких температурах и отпуск в разных средах»; «Методика определения скорости фильтрации пульпы через фильтр «Базальтовая вата» МВИ НГМК Ц-34.20-39:2010» и «Методика определения скорости фильтрации газовой среды от вредных химических веществ через базальтоволокнистый фильтрующий материал МВИНГМК Ц-34.20-106:2011»;

разработана технология изготовления качественных базальтовых теплоизоляционных материалов, которая позволяет использовать их на магистральных трубопроводах диаметром 0,9 м. Тем самым, продлевает срок службы материала на 5 лет и сокращает появление коррозии на трубопроводах на 45÷50%;

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования обеспечивается корректностью постановки задач, достаточным и статистически обоснованным объемом лабораторных и промышленных

испытаний по определению химических и физико-механических свойств, а также химико-минералогического состава различных типов базальтов.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования:**

Научная значимость результатов исследования состоит в создании теоретической основы современной технологии переработки базальтов, в обосновании комплексного исследования вещественного состава и свойств, а также теоретической основы обогащения и переработки базальтов с использованием компьютерной программы.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что на основании разработки способов очистки базальтов месторождений «Гавасай», «Асмансай» и «Айдаркуль» от шламов и использовании эффективных технологических решений на практике, позволило получить качественные теплоизоляционные и огнеупорные материалы, электротехнические изоляторы различного потенциала и фильтры.

#### **Внедрение результатов исследования.**

Разработанные качественные базальтовые теплоизоляционные материалы внедрены на магистральных трубопроводах диаметром 0,9 м тепло-электро станции г. Навои (справка № ДИ-01-21/1930 от 11 мая 2016 года акционерного общества «Узбекэнерго» Республики Узбекистан). В результате внедрения научных исследований продлен срок службы материала на 5 лет исократилось появление коррозии на трубопроводах на 45-50%.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования изложены в виде лекции и прошли апробацию в 14 международных и республиканских научно-практических конференциях, в том числе: «Инфотекстиль-2005» (Ташкент, 2005); «Инновация-2007» (Ташкент, 2007); «Чтения памяти В.Р. Кубачека и посвященной 70-летию кафедры Горных машин и комплексов» (Екатеринбург, 2009); «Ресурс воспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Таллин, 2009); «Автоматизация, проблемы, решения, идеи» (Тула, 2009-2013); «ISTIQLOL» - (Навои, 2005 - 2008 и 2013).

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 54 научных работ. Из них 5 патентов и 5 удостоверений на программы ЭВМ Республики Узбекистан, 2 монографии, 20 научных статей, в том числе 19 в республиканских и 1 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторской диссертации.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации составляет 200 страниц.



## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность приведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

Первая глава диссертационной работы «**Современное состояние технологии переработки базальтовой породы**» посвящена анализу современного состояния технологии базальтоперерабатывающих предприятий страны. В ранних литературных источниках обнаружено мало информации, в частности, о базальтовых месторождениях Узбекистана. Единственным научным источником можно считать работу профессора Санкт-Петербургского университета (Россия) П.Н. Венюкова, которая была опубликована в 1885 году под названием «О некоторых базальтах Северной Азии» (современная Средняя Азия).

Базальты - это совокупность образовавшихся силикатных соединений: оливина, пироксена и плагиоклаза. Доля оливина в базальтах колеблется в пределах  $11 \div 21\%$ , пироксена –  $19 \div 29\%$ , плагиоклаза –  $31 \div 61\%$ , а иногда их сумма достигает  $90 \div 95\%$ . Эти три компонента определяют структуру, состав, физические и другие свойства базальтовой породы.

Оливин –  $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$  состоит, в основном, из  $\text{MgO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{CaO}$ , температура его плавления достигает  $1250^\circ\text{C}$ ; пироксен –  $\text{R}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$ , состоит, в основном, из  $\text{R} - \text{Mg}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Al}$  и  $\text{Na}$ , температура его плавления достигает  $1450^\circ\text{C}$ ; плагиоклазы –  $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_3]$ , в основном, состоят из  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  и из примесей  $\text{K}$  и  $\text{F}$ , встречается в двух формах: альбит –  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  - температура плавления  $1250^\circ\text{C}$  и анортит –  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ , температура плавления которого может достигать иногда  $1550^\circ\text{C}$ .

Базальты Узбекистана залегают на поверхности земли, на небольшой глубине, в виде отдельных кусков, средний диаметр которых в основном колеблется в пределах  $250 \div 300$  мм. Объем сырьевых запасов базальтовой породы до конца не изучен. Базальты добываются, в основном, на месторождениях «Гавасай», «Айдаркуль» и «Асмансай». Объем добычи и переработки базальтов составляет, примерно,  $25 \div 30$  тонн в день, что не отвечает требованиям внутреннего рынка. Основной продукцией являются теплоизоляционные и утеплительные материалы и портландцемент.

Исследования показывают, что часто базальты вызывают коррозию трубопроводов, где их используют в качестве теплоизоляционных материалов. На практике породу после дробления отправляют в плавильную печь. Примеси предварительно не удаляют, и они вместе с базальтами бросаются в печь. Из базальта получают теплоизоляционный материал низкого качества и с высокой гигроскопичностью. Производители не учитывают такие факторы, как: зерновой или фракционный состав породы; содержание на базальте пылевидных и глинистых частиц, а также слабых пород; форма зерен базальта и содержание вредных примесей; засоленность

почвы по месту расположения базальтового месторождения.

Таким образом, становится очевидным, что качество породы, её состав и свойства не являются основными критериями качества продукции для организации производства продукции различного назначения. Анализ состояния базальтоперерабатывающих предприятий до сих пор недостаточно изучены и поэтому отсутствуют планы развития производств. Поэтому разработка эффективной и рациональной технологии обогащения и переработки базальтов представляет научный и практический интерес, основополагающими факторами которого являются заданные параметры химико-минералогического состава, химические и физико-механические свойства породы, а также состояние предприятия. Для решения поставленных задач необходимо выполнить следующее:

изучить современное состояние по добыче, обогащению и переработке базальтовой породы; выполнить комплексные исследования химических и физико-механических свойств, а также определить химико-минералогический состав базальтов; изучить процесс очистки базальтовой породы от шламов; установить критерии типизации базальтовой породы разных месторождений; произвести отбор оптимальных технологических параметров обогащения и сортировки базальтов (дробление, грохочение, промывка, измельчение, восстановительный обжиг и магнитная сепарация); изучить, причины низкой производительности оборудования, процессы плавления, тягучести расплавленных базальтов и разработать оптимальную технологию получения продукции; изучить физико-химические и диэлектрические свойства базальтов и разработать технологию получения электрических изоляторов различного потенциала и кислотостойких плиток; изучить процессы фильтрации через базальтовые фильтры пульпы и газов для разделения фаз в реакционных средах для горно-металлургической промышленности и разработать рекомендации для их использования.

Во второй главе диссертации **«Исследование состава, структурных особенностей и физико –химических свойствразнотипных базальтов Узбекистана»** изложены результаты исследования химического и структурного состава, а также химические, физико-химические свойства базальтов (по стандартным методам ГОСТ 3816-61и ГОСТ 17177-94). Закономерности изменения физико-химических свойств базальтов от химического и минералогического состава исследованы на примере образцов базальтов месторождений «Айдаркуль», «Гавасай» и «Асмансай». Технологические характеристики базальтов были получены при помощи гамма-спектрометрического, микроскопического и химического анализов.

Гамма-спектрометрический анализ позволил определить активность образцов породы на единицу массы. Анализ показал, что удельная эффективная активность естественных радиоактивных элементов в базальте составляют, (Bk/kg): месторождения «Айдаркуль»–251, «Асмансай»–312 и «Гавасай»–202, что соответствует санитарным нормам 370 Bk/kg СанПиН-0193-06.

Исследован химический состав базальтовой породы всех трех рассматриваемых месторождений. Исследование химического состава проб базальтовой породы методом химического анализа, с учетом влаги и потери

веса при прокаливании, позволило определить содержание оксидов: кремния, алюминия, титана, кальция, железа, магния, калия, натрия, серы общей и серы сульфатной. Результаты изучения показали, что содержание оксида кремния в образцах базальта месторождения «Айдаркуль» достигало 50÷60%, против 47,0÷53%, в других базальтовых месторождениях мира; окиси магния - до 5%, против 10%; кальция – 15%, против 3%; окиси натрия - 3,6%, против 3% и железа -7,37% , против 9% и т.д.

В составе базальтовой породы месторождений «Айдаркуль» и «Асмансай» выявлены заметно высокие содержание таких химических компонентов, как:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , но у базальтов месторождения «Айдаркуль» такие компоненты, как:  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  встречаются, в процентном соотношении, в меньшем количестве, чем у «Асмансай». Выявлено заметно, высокое содержание химических компонентов таких как:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в составе базальтовой породы обеих месторождений.

Отмечено, что оксиды кальция, магния и окиси железа способствуют понижению вязкости и улучшения кристаллизационной способности расплавов. В случае пониженного содержания кремнезема (менее 42%) расплав имеет пониженную вязкость, при охлаждении он быстро твердеет с образованием стекловидной микроструктуры и появлением трещин.

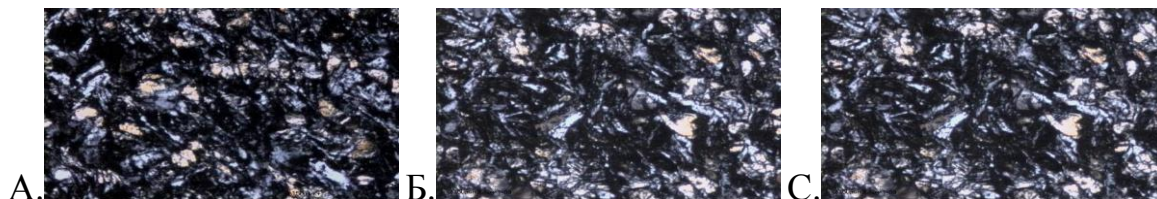
В диссертации приведены сравнительные показатели химического состава образцов пород Узбекистана с другими базальтами.

Определена температура плавления базальтов месторождений «Айдаркуль», «Гавасай» и «Асмансай», которые имеют разницу от 200 до 250 °С. Установлено, что чем выше содержание  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  и  $\text{MgO}$  в базальте, тем выше температура плавления.

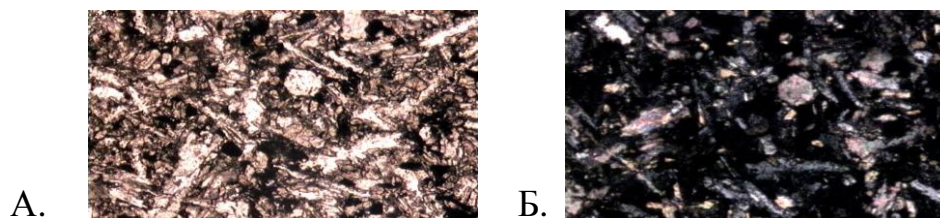
В целом выявлено, что процентное соотношение оксидов в составе базальтов может влиять на физико-химические и механические свойства, а именно, на: электропроводимость, устойчивость к коррозии и химическим реакциям, огнеупорность и температура плавления, что немаловажно при производстве продукции.

Во всех исследованных образцах базальтовой породы месторождения «Айдаркуль», проведенных методом полуколичественного спектрального анализа, не было обнаружено вышекларковое содержание таких элементов, как: Zn, Cd, Ag, Bi, Ge, Sb, W, Sn, In, As и P, а в базальтах месторождения «Асмансай» было замечено вышекларковое или околосларковое содержание вышеперечисленных элементов. Отмечено также, что в базальтах особенно выделяются связи между Al, Fe, Mg, K, N, Ti и Si с кислородом. Связь кислорода с химическими элементами металлов образует оксиды, которые, в целом, и составляют основу силикатного соединения базальта. Так как основная часть базальтов состоит из  $\text{SiO}_2$ , то в такой цельной структуре большое место отводится кремне-кислородным связям. На рис. 1 и 2 показана микроструктура базальтов месторождения «Айдаркуль» и «Асмансай». Базальты месторождения «Айдаркуль» проявляются в виде редко- и мелкопорфировой породы с афировой, аллотриаморфно зернистой структурой. Базальты состоят, примерно, из равного количества совершенно неправильных зерен плагиоклаза и пироксена, по оптическим свойствам близкого к диопсиду-авгиту  $C:N_g = 36\div 43^0$ . Размеры зерен плагиоклаза, в основной массе, не превышают 0,01 mm и в очень редких порфирных

областях -  $0,5\div 0,7$  mm. Кристаллы авгита более изометричны, по сравнению с удлиненными зернами плагиоклаза. Они образуют мелкие таблетчатые кристаллы, размеры большинства которых в основной массе породы не превышают  $0,01$ mm. Отдельные места в породе заняты более крупными кристаллами авгита, образующего мелкие порфиновые выделения, размеры которых достигают до  $0,5\div 0,7$  mm.



**Рис.1. Микроструктура базальта месторождения «Айдаркуль»: а) мелкопорфировая, б) афировая, в) скрученная структура (николи скрещены, увеличение 150 х)**



**Рис.2. Микроструктура базальта месторождения «Асмансай»: левый поляризованный, правый проходящий свет (увеличение 150х)**

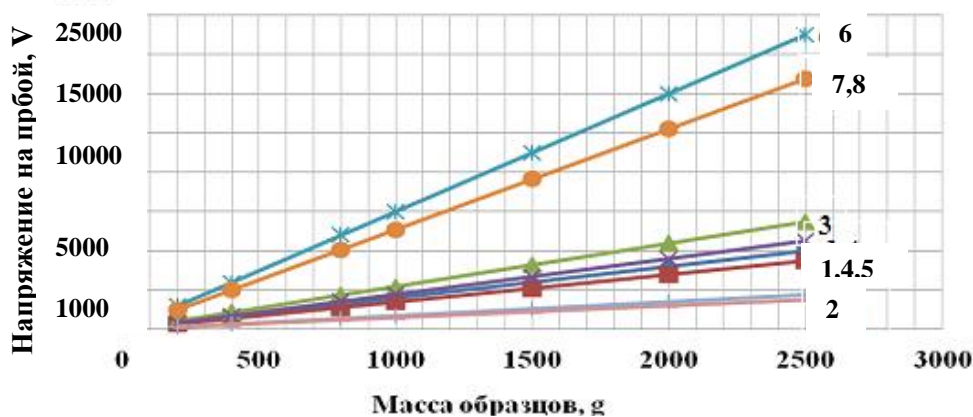
В целом, в составе породы месторождения «Айдаркуль» обнаружен: оливин в пределах  $13,7\div 18,7\%$ , пироксен в пределах  $19,3\div 23\%$  и плагиоклаз в пределах  $34,6\div 54\%$ . Минералогический состав базальта месторождения «Асмансай» содержит: оливин в пределах  $11,7\div 23,7\%$ , пироксен в пределах  $17,3\div 21\%$  и плагиоклаз  $31,6\div 50,1\%$ . Выявлено, что температура плавления базальтов месторождения «Айдаркуль» выше, чем «Асмансай» и достигает  $1500\div 1550^{\circ}\text{C}$ .

В результате изучения основания шлифа базальтов месторождения «Асмансай» обнаружено, что в состав породы входит оливин, пироксен и плагиоклаз, авгит; вторичные минералы: кальцит, эпидот, цоизит, сфен, хлорит; рудные: магнетит, лейкоксен; структура базальта-гиалопилитовая, местами пойкилоофитовая, интерсертальная. Порода мелкозернистая, мелко и редко порфировая. Выяснилось, что она сформировалась, как продукт подводного излияния основной магмы с характерной миндалекаменной текстурой, интерсертальной, на отдельных участках со спойкиллоофитовой структурой. Выявлено, что состав базальтов месторождений «Айдаркуль» и «Асмансай» заметно отличаются друг от друга. В обоих рассмотренных случаях типичным силикатным соединением является оливин, образовавшийся в составе базальта. Оксиды в оливине имеют разные процентные соотношения, которые колеблются в пределах  $13\div 22\%$ .

В итоге выявлено, что для установления режима переработки базальтов требуется обязательный учет химического состава, гигроскопичности и влагоотдачи. Способность литого базальта не поглощать влагу открывает в перспективе большие возможности для изготовления из неё водоупорных изделий камнелитейного производства.

Выявлено, что содержание в составе базальта  $MnO_2$  и уменьшение процентного соотношения  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  и  $TiO_2$  повышает изоляционные свойства продукции литой формы. Более эффективными оказались базальты, которые содержат не более 13%  $Al_2O_3$  и незначительное содержание компонентов ( $FeO+Fe_2O_3$ ).

В целом, для изготовления электротехнических изоляторов различного потенциала рекомендуется выбирать базальты с низким содержанием этих компонентов. Установлено, что такими свойствами обладают базальты, в которых содержание  $SiO_2$  не превышает 50 %,  $MgO$  – 12%, ( $FeO \cdot Fe_2O_3$ ) не более 8%, минимальное значение  $CaO$  и ( $K_2O + Na_2O$ ) не более 6%. Выявлено, что базальтовые породы месторождений «Айдаркуль» и «Асмансай» по своим физическим свойствам больше подходят для производства вышеперечисленной продукции. Основные критерийные параметры базальтов определяют направление их переработки, а также примерный ассортимент продукции. На рис.3 показаны графики зависимостей изоляционной способности различных материалов от электрического напряжения.



**Рис. 3. Графики зависимостей изоляционной способности базальта и действующих изоляторов: 1-сухая базальтовая порода; 2- мокрая базальтовая порода; 3- сухая базальтовая вата; 4- мокрая базальтовая вата; 5- сухой, литой базальт; 6-мокрый, литой базальт; 7-сухой фарфоровый изолятор; 8- мокрый фарфоровый изолятор**

Выявлено, что с повышением твердости базальтов повышаются и их изоляционные свойства. Низкая электропроводимость базальтов и устойчивость литого базальта с теплостойкостью до  $800^{\circ}C$  позволяет использовать их для производства электротехнических изоляторов. Для изготовления изоляторов различного потенциала определено предельно допустимое содержание в базальтах  $SiO_2 43,7 \div 49,3\%$ . В таких случаях особенно подходит литой базальт, полученный из породы месторождений «Айдаркуль» и «Гавасай». Базальтовые изоляторы, могут работать при температурах от  $-260^{\circ}C$  до  $800^{\circ}C$ . На практике доказано, что наилучшими литейными свойствами обладают расплавы с химическим составом, (в%):  $SiO_2 - 43,5 \div 49,0$ ;  $Al_2O_3 - 11,0 \div 20,0$ ;  $CaO - 9,0 \div 16,0$ ;  $MgO - 5,0 \div 11,0$ ;  $FeO - 2,0 \div 7,0$ ;  $(Na_2O + K_2O) - 1,2 \div 5,5$ .

Базальты всех трех рассматриваемых месторождений успешно могут быть использованы для производства теплоизоляционных волокнистых

материалов. Выявлено, что для изготовления теплоизоляционных материалов требуются базальтовые породы, в составе которых содержится (в %):  $\text{SiO}_2$  – 43÷47;  $\text{MgO}$  до 7;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  до 20;  $\text{CaO}$  до 10 и ( $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ) не более 3,5. Содержание ( $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и  $\text{TiO}_2$  в составе базальтов не влияет на теплопроводимость породы. Установлено, что в базальтах месторождения «Айдаркуль» содержание  $\text{SiO}_2$  достигает 60%,  $\text{TiO}_2$  до 3 %, а  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 9,2÷10,2%, что приводит к повышению температуры плавления. Такие базальты больше подходят для производства продукции по системе: дробление, грохочение, промывка, измельчение, сушка и обжиг, которые не требуют плавления породы и позволяют получить плитки, устойчивые к кислотным и щелочным средам.

Были изготовлены образцы плиток из базальтов всех трех месторождений, которые испытывались на устойчивость к воздействию соляной и серной кислот. В результате эксперимента выяснилось, что соляная кислота воздействовала на базальты месторождения «Айдаркуль» сильнее, чем на другие. А воздействие серной кислоты было незначительным, особенно это наблюдалось у плиток, изготовленных из базальтов месторождения «Гавасай».

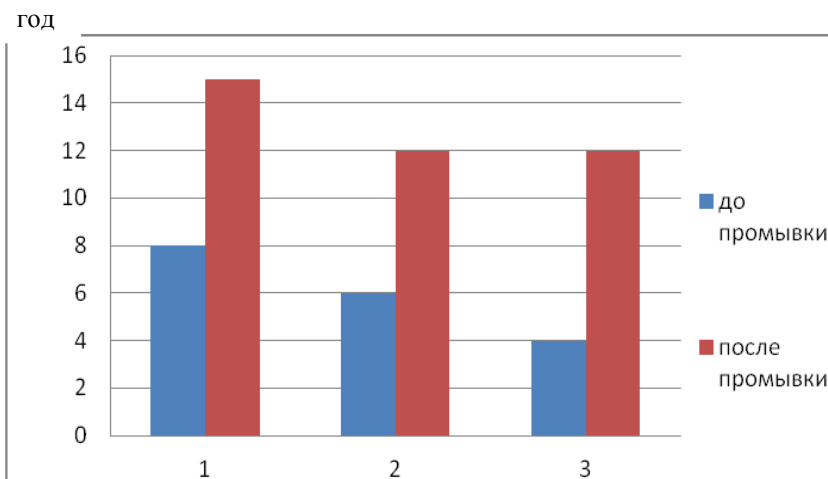
Установлено также, что во всех случаях разбавленная кислота оказывала на базальты более сильное воздействие, чем концентрированная. Это явление объясняется воздействием на разбавленные кислоты лишние ионы, которые при растворении базальтов создают дополнительные ионные соединения, стремящиеся изменить структуру минерала. Таким образом, опытным путем установлено, что кислото- и щелочустойчивые плитки могут быть изготовлены из базальтов всех трех рассматриваемых месторождений. Кислотоустойчивость базальтов является одним из критериев оценки химических свойств. Выявлено, что основополагающие факторы, влияющие на способы переработки и на производимую из них продукцию, тесно связаны с физико-химическими и другими свойствами породы.

Изменяя параметры и свойства базальтов, можно получить сырьё с заданными физико-химическими характеристиками, на основе которых можно получить режим их переработки, а, следовательно, создать условия для выпуска различной продукции. Разработанные электротехнические изоляторы различного потенциала защищены охранными документами Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

В третьей главе диссертационной работы «**Исследование процесса обогащения базальтов**» изложены результаты исследования возможностей получения чистого базальта путем промывки, осуществления процесса обогащения базальтов, удалением из его состава оксида железа после обжига и магнитной сепарации, разделения базальтов на типы, в зависимости от заданных параметров свойств породы, и разработки технологии получения продукции различного назначения.

Изучена причина появления коррозии после длительного времени использования базальтового материала в качестве теплоизоляционного. Для этого на отдельные участки магистральных трубопроводов были намотаны теплоизоляционные материалы, полученные из очищенных и неочищенных от шламов базальтов. Использовались теплоизоляционные материалы базальтов всех трех месторождений.

На рис. 4 показана гистограмма с указанием времени появления коррозии на трубопроводах, где использовалась базальтовая вата, полученная как из неочищенного, так и из чистого базальта. Наблюдение за состоянием трубопроводов велось в течение 12÷15 лет, т.е., до момента появления коррозии на трубопроводах. Гистограмма показывает, что самое длительное использование наблюдалось у базальтовой ваты месторождения «Гавасай».



**Рис. 4. Гистограммы коррозии при использовании теплоизоляционной базальтовой ваты, полученной до и после промывки породы: 1- показатели базальтов «Гавасай», 2- показатели базальтов «Асмансай» и 3- показатели базальтов «Айдаркуль»**

Выявлено, что теплоизоляционные материалы, полученные из неочищенных базальтов «Айдаркуль», вызывают коррозию трубопроводов максимум через 4 года, а теплоизоляционные материалы, полученные из неочищенных базальтов «Асмансай» и «Гавасай» – через 6 лет использования. Базальтовая вата, полученная из очищенного базальта, увеличивает срок использования до 15 лет. «Базальтовая вата», полученная из очищенных базальтов, сократила время появления коррозии на трубопроводах, примерно, в три раза.

Эксперименту подвергались образцы базальтов трех месторождений: «Гавасай», «Асмансай» и «Айдаркуль». В начале эксперимента был изучен состав воды до и после промывки. Выявлено, что после промывки базальтов водой, концентрация ионов – катионов и анионов в составе воды, отличалась от их начальных показателей. В целом получены следующие результаты:

I- для базальтов месторождения «Гавасай», в  $\text{mg/dm}^3$ : снижение содержания катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  на 1,6 и 6,4; повышение содержания катионов  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  и  $\text{NH}_4^+$  на 6,41 и 0,5 соответственно, и  $\text{Fe}^{3+}$  без изменения; снижение содержания анионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{NO}_3^-$  на 2,17 и 1,21; повышение содержания анионов  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  на 2,0; 2,60; 0,03, соответственно, и  $\text{CO}_3^{2-}$  н/обн. Сухой остаток увеличился на 197,4  $\text{mg/dm}^3$ .

II- для базальтов месторождения «Асмансай», в  $\text{mg/dm}^3$ : снижение содержания катионов  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{NH}_4^+$  на 9,49 и 0,08; повышение содержания катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  и на 4,58 и 6,16, соответственно, и  $\text{Fe}^{3+}$  без изменения; снижение содержания анионов  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{NO}_3^-$  на 10,0 и 0,92; повышение содержания анионов  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{NO}_3^-$  на 1,49; 10,0; 1,29 и 0,05

соответственно. Сухой остаток увеличился на 218,2 mg/dm<sup>3</sup>.

III- для базальтов месторождения «Айдаркуль», в mg/dm<sup>3</sup>: снижение содержания катионов Ca<sup>2+</sup> на 2,12; повышение содержания катионов Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup> и NH<sub>4</sub><sup>+</sup> на 0,33; 1,25 и 0,6, соответственно, и Fe<sup>3+</sup> –без изменения; снижение содержания анионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup> и NO<sub>3</sub><sup>-</sup> на 0,23; 0,64 и 3,91; повышение содержания анионов CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> на: 1,3; 3,83; 1,01, соответственно. Сухой остаток увеличился на 185,7 mg/dm<sup>3</sup>.

Установлено, что после процесса дробления масса примесей невелика и составляет 0,1÷0,2 % от общей массы перерабатываемой породы. Выявлено, что с повышением засоленности почвы в районе месторождения повышается и масса выделяемых примесей, поэтому самый большой по массе сухой остаток обнаружен у базальтов «Айдаркуль» и «Асмансай». На основании вышеизложенного разработана технологическая схема переработки и разделения базальтовой породы на типы, согласно установленным критериям, где отдельное место отводится промывке базальтов. По предложенной схеме рекомендовано проводить промывку базальтов на специализированной бутаре, подделанной под грохочение. Отмечено, что удаление примесей по такому варианту становится выгодным, так как процесс грохочения и промывка базальтовой породы происходят одновременно, тем самым сокращается время технологического цикла. На рис. 5 показана технологическая схема базальтовой породы для выпуска промышленной продукции различного назначения.

Самым результативным оказалось использование подрешётчного продукта в качестве одного из компонентов композиционного материала. Установлено, что использование подрешётчного продукта для изготовления композиционного материала, в состав которого, кроме базальта, входит каолин, представляет практический интерес. Где каолин играет роль связывающего звена и повышает прочность продукции.

Исследование показало, что положительные результаты могут быть достигнуты, если соотношение компонентов «базальт+каолин» будет 50:50 или 60:40, о чем было изложено во второй главе данной диссертационной работы. Но результативным оказалось соотношение масс «базальт+каолин» 50:50. Двухстадийное дробление базальтовой породы сопровождается сухим измельчением её до фракции класса -0,074mm, затем после обжига для надрешётчной фракции применяется магнитная сепарация.

Изучение и анализ переработки базальтов по рекомендуемой схеме показывает простоту и технологичность процесса, расширяя возможности производственного цикла. Отмечено, что используя эти параметры, можно расчетным путем определить интенсивность измельчения базальтов, исходя из величины поверхности соприкосновения взаимодействующих тел и силы давления на перерабатываемые базальты со стороны тел, которые производят удар. Зная заранее среднюю массу базальтовой породы, а также технические и энергетические параметры оборудования, можно рассчитать силовые параметры двух взаимодействующих тел в начальной стадии переработки породы.

На основании проведенного исследования построены графики зависимости тонины помола базальтовой породы от продолжительности измельчения в течение 30, 60, 90 и 120 min. На рис. 6 показана зависимость

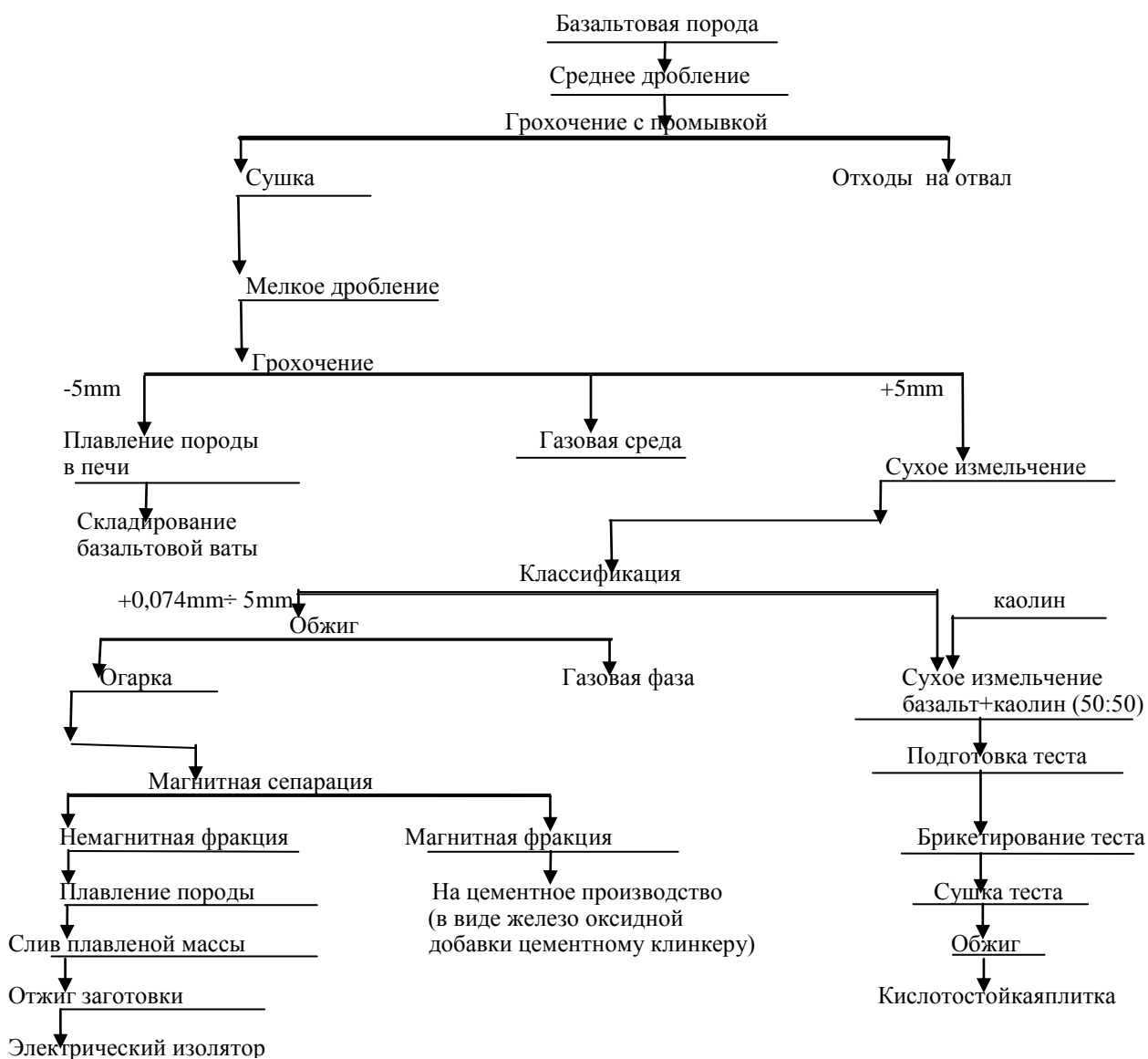


изменения фракционного состава пробы с различным соотношением базальта и каолина 50:50 (А) и 60:40 (В) от времени измельчения.

$\beta_{(FeO+Fe_2O_3)}$  – массовая доля оксидов железа в составе базальта, %.

$\beta_{-0,074}$  – содержание класса крупности  $-0,074$  mm, %.

$\varepsilon_{(FeO+Fe_2O_3)}$  – массовая доля, извлеченных оксидов железа (магнетит), %.

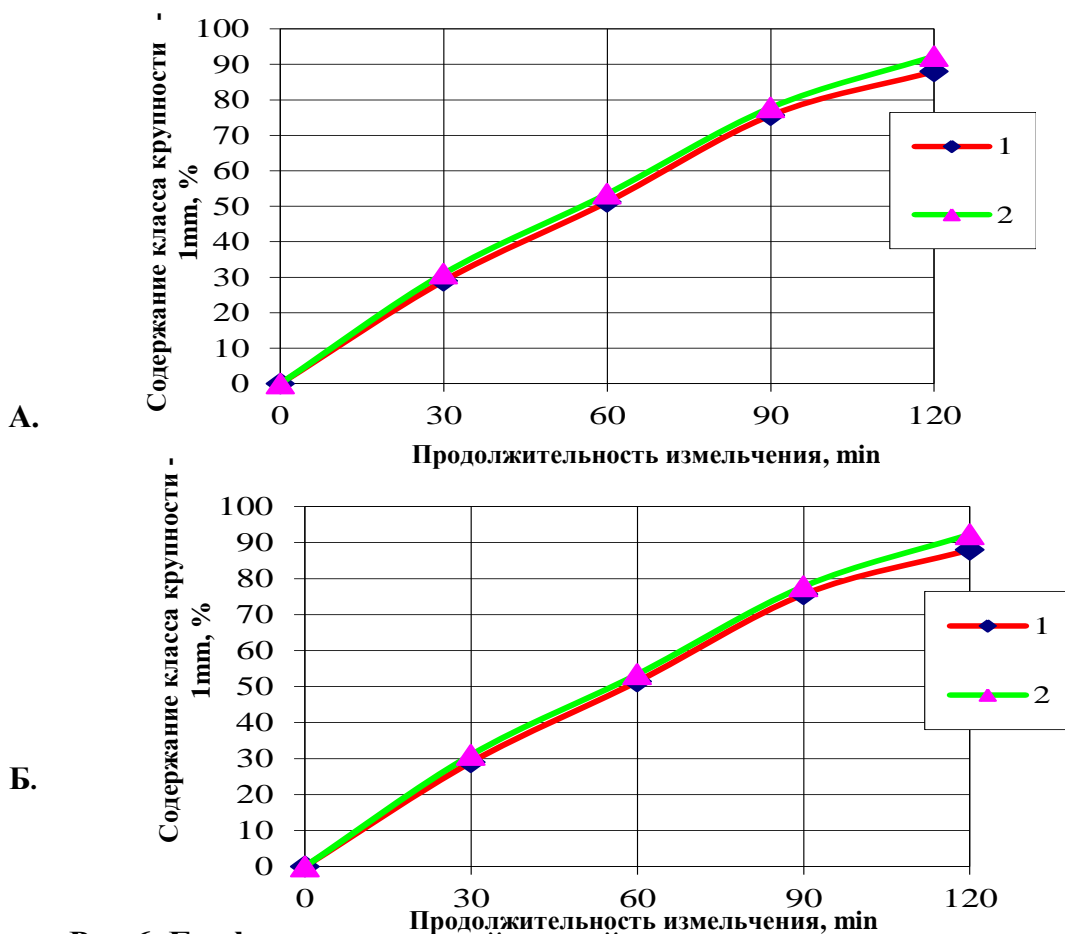


**Рис. 5. Технологическая схема переработки базальтовой породы для выпуска разнообразной промышленной продукции**

Графики показывают результативность добавления каолина в смесь для производства кислотоустойчивой плитки, которая положительно влияет на распределение дисперсности зерен и играет важную роль в реструктуризации состава смеси при обжиге. Установлено, что наилучшие показатели измельчения достигнуты в процессе обработки сырьевых материалов с пропорциями 50:50 и 60:40. Доказана целесообразность применения каолина для получения плотной массы теста, т.к. без него тесто трудно поддается изменению.

В целом, была доказана приемлемость переработки базальтов по рекомендованной технологической схеме, которая опирается на заданные

параметры физико-механических и химических свойств базальтов.

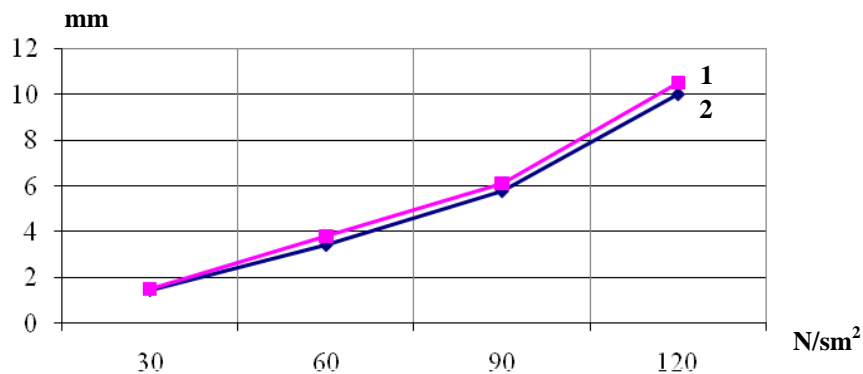


**Рис.6. График зависимости разной пропорции тонины помола от продолжительности измельчения базальтов: рисунок – А – 50:50; рисунок -Б – 60:40 (1-базальт «Айдаркуль», 2- базальт «Асмансай, время измельчения (базальт+каолин) 120 min)**

Четвертая глава диссертационной работы «Исследование и разработка технологии получения различного ассортимента продукции из разнотипных базальтов Узбекистана и исследование их функциональных свойств» посвящена исследованию возможности изготовления из базальтов промышленной продукции различного назначения с заданными параметрами физико-механических и химических свойств породы. Изложены результаты исследования состояния предприятий. Отмечено, что недостаточно изучены вопросы рационального использования топливно-энергетических ресурсов и технологических параметров базальтоплавильных печей, которые занимают важное место в плавильных операциях петругигического производства.

Установлена закономерность изменения теплового баланса базальтоплавильной печи от условий подачи топливно-энергетических ресурсов и обнаружена заметная потеря тепла в действующих печах.

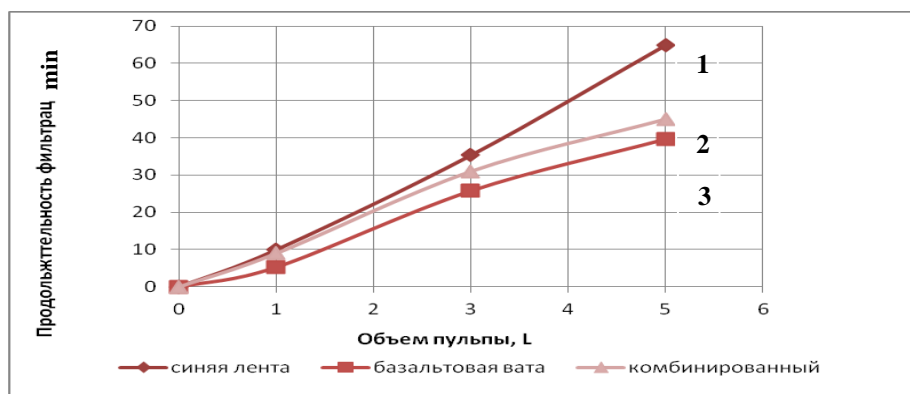
По результатам исследования построен график зависимости величины прогиба материала фильтра, от силы давления жидкости (при диаметре фильтра 120 mm и толщины 10 mm), который показан на рис. 7.



**Рис. 7. График зависимостей величин прогиба материала фильтра «Базальтовая вата» от силы давления жидкости (геометрические параметры фильтра «Базальтовая вата» приравнены к действующему): 1-теоретические показатели; 2- экспериментальные показатели**

Выявлены основные факторы, влияющие на качество работы фильтрующих материалов. Ими могут являться изгибная жесткость, сила давления, механическое сопротивление и пористость. Была исследована закономерность фильтрования через материал «Базальтовая вата», в зависимости от их геометрических и силовых параметров, а также величины давления потоков жидкости или газа.

Была исследована водопроницаемость фильтра «Базальтовая вата». Выявлен пропорциональный рост параметров изгибной жесткости и деформации фильтрующего материала. Установлено, что изгибная жесткость кристаллических волокон меняется в зависимости от давления потока газа или жидкости и определяет величину механического напряжения материала фильтра. Выявлена полная работоспособность фильтра «Базальтовая вата» до конца эксперимента. На основании полученных результатов исследования произведена проверка в лабораторных условиях пригодности фильтра «Базальтовая вата» для гомогенизации золотосодержащей пульпы. Полученные результаты исследования показаны на рис. 8.



**Рис. 8. График изменения времени фильтрации золотосодержащей пульпы при использовании различного вида фильтрующих материалов: 1-действующего; 2-базальтовой ваты и 3- комбинированного**

График показывает, что самое продолжительное время фильтрации наблюдалась в процессе использования действующего фильтра. Хотя материал фильтра «Базальтовая вата» имеет больше пор по сравнению с

действующим фильтром, но самым результативным оказалось применение комбинированного фильтра. В этом случае на одном проходе были использованы фильтры из материалов «Базальтовая вата» и действующего фильтра. В данной комбинации фильтр «Базальтовая вата» играл роль вспомогательного фильтрующего объекта, который способствовал ускорению процесса фильтрации.

В целом, установлено, что применение базальтового фильтра при фильтрации пульпы объемом один литр, по сравнению с «синей лентой», сократило время фильтрации в 1,1 раза, объемом 3 литра - в 1,9 раза и объемом 5 литров 1,8 раза. Кривые графика подтверждают преимущество комбинированного фильтрующего материала с применением базальтоволокнистого материала «Базальтовая вата». Использование фильтрующего материала «Базальтовая вата» до действующего фильтра, позволило устранять накопления крупных отходов на поверхности действующего фильтра, что ранее задерживало очистку жидкой фазы от крупных частиц примесей.

Данный фильтр «Базальтовая вата» в производственном процессе позволяет быстро обезвоживать пульпу, тем самым достигается использование сточной воды в обороте водоснабжения.

В диссертационной работе выделено отдельное место для изучения и решения экологической проблемы, где были рассмотрены процессы выброса в атмосферу ядовитых веществ (в виде пыли) металлургических заводов. Как известно, коэффициент улавливания пыли в момент ее выделения и выброса в атмосферу зависит от термической стойкости фильтра и его жесткости, коэффициента сопротивляемости, механической прочности, отсутствия гигроскопичности и набухаемости. С целью повышения значения коэффициента улавливания была изучена возможность использования «Базальтовой ваты» для очистки газов от пыли (при термостойкости материала фильтра 600÷650 °С).

Исследована возможность использования в качестве сырья для «Базальтовой ваты» породы месторождений «Гавасай», «Айдаркуль» и «Асмансай» и рекомендован следующий химический состав базальтов, (в%):  $\text{SiO}_2$ —42,7÷47,3;  $\text{TiO}_2$ —0,5÷1,51;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —14,2÷20,2;  $\text{CaO}$ —7,2÷8,42;  $\text{MgO}$ —3,7÷6,0;  $\text{FeO}$ —2,6÷4,0;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —3,1÷6,37;  $\text{K}_2\text{O}$ —0,2÷0,49;  $\text{Na}_2\text{O}$ —1,80÷2,60,  $\text{MnO}_2$ —0,09÷0,11 и прочих, которые не влияют на качество конечного продукта. Выявлено, что по мере накопления частиц на фильтре уменьшается газопроницаемость фильтрующего материала, поэтому периодически требуется регенерировать фильтр.

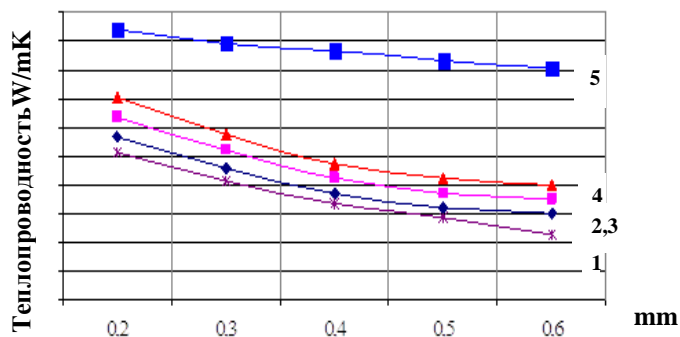
Результаты исследования показали, что из-за высокой концентрации пыли в отходящих газах, низкой степени их улавливания базальтовыми фильтрами и высоким сопротивлением отходящих газов, невозможно использовать предлагаемые фильтры взамен системы «мокрой» очистки и до системы «мокрой» очистки. Поэтому рекомендовано комбинированное использование фильтров различной плотности (последовательно № 1, 2, 3), которые позволяют увеличить срок использования фильтра и степен доочистки отходящих газов от пыли. Была выявлена концентрация твердых частиц в отходящих газах после очистки базальтоволокнистыми фильтрами № 1, 2 и 3, которая составила при исходной концентрации 18,0 mg/m<sup>3</sup>

соответственно 9,9; 8,1 и 5,4 mg/m<sup>3</sup>. При этом степень улавливания пыли фильтрами № 1, 2 и 3 составила 45,0; 55,0; 70,0 % соответственно.

Установлено, что время непрерывной работы фильтров № 1, 2 и 3 с весом 1,6 kg при объемной скорости отходящего газа 500 м<sup>3</sup>/h составило 1,5; 2,25 и 3,0 дня, а время непрерывной работы фильтров № 1, 2, 3 с массой 70,0 kg, при объемной скорости отходящего газа 500 м<sup>3</sup>/h составляет 3,0; 4,5; 6,0 месяцев. Принимая во внимание, что способ доочистки отходящих газов от пыли с «Базальтовой ватой», после действующего мокрого пылеулавливания, позволяет увеличить степень очистки отходящих газов от содержания пыли: CO<sub>2</sub>; SO<sub>2</sub>; MnO<sub>2</sub>; SiO<sub>2</sub> и др., до 92÷97% (дополнительно на 5÷6 %), рекомендуется провести опытно-промышленные испытания данных фильтрующих материалов в условиях производства, что может позволить уменьшить выброс пыли в атмосферу в 2,0 ÷ 3,5 раза.

Таким образом, доказана пригодность фильтра типа «Базальтовая вата» в газоочистительных сооружениях литейных цехов. В перспективе рекомендуется изготовление тканевых фильтрующих материалов из базальтовых волокон, которые позволяют успешно применять их в машиностроительных и других предприятиях.

В диссертационной работе изложены также результаты исследования базальтовой ваты на теплопроводность. Произведен сравнительный анализ показателей теплопроводности минеральных волокнистых материалов. Результаты сравнительного анализа теплопроводности волокнистых материалов показаны на рис. 9.



**Рис. 9. График зависимости теплоизоляционных свойств и толщины минеральных волокнистых материалов: 1- базальтовая вата «Асмансайского» месторождения; 2- базальтовая вата «Айдаркульского» месторождения; 3- базальтовая вата «Асмансайского» месторождения; 4- асбестовая вата и 5-стекловолокно**

На рисунке показаны кривые зависимости теплоизоляционных свойств минеральных волокнистых материалов от толщины ваты. Выявлено, что «Базальтовая вата» породы «Гавасай» имеет теплопроводность в 2,74 раза ниже, чем у стекловаты и в 4,35 раза ниже, чем у асбестовой ваты. «Базальтовая вата» породы «Асмансай» и «Айдаркуль» имеет теплопроводность в среднем в 3,78 раза ниже, чем у стекловаты и в 5,98 раза ниже, чем у асбестовой ваты.

Установлено, что теплоизоляционные свойства базальтовой ваты, рассмотренных месторождений, показали низкую теплопроводность и

высокую эксплуатационную эффективность. Особенно важно отметить высокое качество «Базальтовой ваты», очищенной от шламов базальтов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по докторской диссертации на тему: «Разработка рациональной технологии переработки разнотипных базальтов Узбекистана» представлены следующие выводы:

1. Экспериментально выявлено, что естественная радиоактивность базальтов (в Вк/kg): месторождения «Айдаркуль» равна, 251; «Гавасай» - 202 и «Асмансай» - 312, что ниже установленной СанПИН-00193-06, нормы, которая составляет 370 Вк/kg.

2. Исследованиями установлено, что базальты месторождения «Айдаркуль», «Асмансай» и «Гавасай», в состав которых входят: оливин, пироксен и плагиоклазы (90÷95% содержание их в породе), определяют технологические свойства сырья.

3. Установлены закономерности изменения химических и физико-механических свойств базальтовых пород от их химического состава, например: с повышением в базальтах содержания  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  с выше (в%): 1,5, 6 и 10, возрастает электропроводимость; повышенное содержание  $CaO$  10% и более,  $P_2O_5$  1,0% и более снижает температуру плавления от  $1550^{\circ}C$  до  $1200^{\circ}C$ ; при содержании в базальтах месторождений «Гавасай», «Асмансай» и «Айдаркуль» суммы оксидов кремния, магния, титана 52,4; 52,6; 57,05% соответственно, температуры плавления повышаются до  $1250^{\circ}C$ ,  $1450^{\circ}C$  и  $1550^{\circ}C$ , соответственно. При наличии в составе базальтов более 6 % оксидов железа ( $FeO$  и  $Fe_2O_3$ ) порода легче подвергается плавлению, а при снижении доли этих соединений повышается огнеупорность, кислотостойкость и снижается электропроводимость.

4. Исследованы зависимости: устойчивости к коррозии и химическим воздействиям, температуры плавления, прочности, долговечности, теплостойкости, огнеупорности электрической восприимчивости базальтовой продукции от изменения их вещественного состава, на основе которого разработана методика инженерного расчета определения рациональных энергетических параметров работы базальтоплавильной печи и составлены компьютерные программы на языке BorlandDelphi 7,0.

5. Получены данные, характеризующие качество, состав и свойства базальтовой продукции, выявлены основные критерии качества продукции, соответствующие нормативным показателям выпускаемой продукции, для организации производства качественных изделий различного назначения, которые зависят от заданных параметров химических и физико-механических свойств пород.

Впервые установлена зависимость качества выпускаемой продукции от содержания балластных примесей и разработана схема удаления из базальтовой породы балластных примесей промывкой породы водой на бутаре специализированной под грохочение и позволяющей получить очищенные от шламов базальты.

6. Разработан и экспериментально проверен способ термического до окисления железосодержащих компонентов в базальтах до  $Fe^{3+}$ ,

эффективность которого зависит также от тонины помола базальтов (до - 0,074mm). Образовавшиеся искусственные магнетиты подвергаются магнитной сепарации, что создает условия разделения базальтовой массы на железосодержащие магнитные и немагнитные фракции.

7. Создана научная основа и определены условия переработки базальтов, базирующиеся на результатах исследования по схеме: «дробление, грохочение с промывкой, измельчение, типизация базальтов, восстановительный обжиг с последующей магнитной сепарацией и последующим изготовлением продукции». Впервые установлено, что:

-базальты месторождений «Айдаркуль» и «Асмансай» состоящие, в основном, из оливинов, пироксенов и плагиоклазов с химическим составом, (в %):  $\text{SiO}_2$  -43,7÷49,3;  $\text{TiO}_2$ -0,8÷1,0;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -8,7÷13;  $\text{CaO}$ -9,42÷12,0;  $\text{MgO}$ -5,7÷11,6;  $\text{FeO}$ -2,6÷3,9;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -2,89÷3,37;  $\text{K}_2\text{O}$ -0,14÷0,99;  $\text{Na}_2\text{O}$ -1,1÷2,0;  $\text{MnO}_2$ -0,09÷0,41;  $\text{P}_2\text{O}_5$ -0,45÷0,73 рекомендуются для изготовления продукции литьевым способом: электротехнических изоляторов, щелочестойких плиток и металлозаменителей;

-базальты всех трех месторождений «Айдаркуль»«Гавасай» и «Асмансай» с химическим составом, (в%):  $\text{SiO}_2$ -50,3÷60,0; $\text{TiO}_2$ -0,63÷1,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -10,22÷15,0;  $\text{CaO}$ -8,42÷13,0;  $\text{MgO}$ -2,7÷4,0;  $\text{FeO}$ -1,6÷2,9;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -1,19÷2,5;  $\text{K}_2\text{O}$ -0,3÷0,99;  $\text{Na}_2\text{O}$ -1,80÷2,6, рекомендованы для изготовления кислотостойкой плитки, огнеупорных и композиционных материалов, портландцемента;

-базальты месторождений «Айдаркуль»,»Асмансай» и «Гавасай» с химическим составом, (в%):  $\text{SiO}_2$ -42,7÷47,3;  $\text{TiO}_2$ - 0,5÷1,51;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -14,2÷20,2;  $\text{CaO}$ -7,2÷8,42;  $\text{MgO}$ -3,7÷6,0; $\text{FeO}$ -2,6÷4,0;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -3,1÷6,37;  $\text{K}_2\text{O}$ -0,2÷0,49;  $\text{Na}_2\text{O}$ -1,80÷2,60;  $\text{MnO}_2$ -0,09÷0,11 и т.д., рекомендуются для изготовления продукции фильерным способом: теплоизоляционных материалов и утеплительной плитки, строительных материалов, лечебных поясов и фильтров.

8. Разработана теоретическая основа для расширения эффективности использования сырьевого потенциала базальтов посредством разделения породы на типы, в зависимости от дробленной массы базальта, на основе заданных параметров физико-механических и химических свойств породы, позволяющих за один последовательный технологический цикл получить базальтовую продукцию различного назначения.

9. Установлено, что за счет высокой плотности теплоизоляционного материала, теплопроводность базальтовой продукции в среднем, 2,7÷3,8 раза ниже, чем у стекловаты и в 4,3÷6,0 раза ниже, чем у асбестовой ваты, что доказывает высокие эксплуатационные свойства базальтовых изделий.

10. На основе зависимости изгиба материала фильтра от степени его деформации, изгибной жесткости и механического напряженного состояния разработана методика определения скорости фильтрации пульпы с применением базальтового фильтрующего материала. Для выполнения инженерного расчета составлена компьютерная программа на языке Borland Delphi 7,0.

Использование базальтовых фильтрующих материалов в производственном процессе позволяет быстро обезвоживать пульпу, и тем самым, создает возможность использования сточной воды в обороте

водоснабжения.

11. Установлена эффективность улавливания твердых частиц при высокой концентрации пыли в отходящих газах (более  $18,0 \text{ mg/m}^3$ ) через базальтовые фильтры различной плотности (12; 18 и  $22 \text{ mg/m}^3$ ), при этом степень улавливания пыли составляет  $92\div 97\%$ , что в  $5\div 6\%$  больше, по сравнению с традиционной технологией очистки. На основе проведенных исследований разработана методика выполнения измерений по улавливанию пыли из отходящих газов с применением базальтового фильтра. Опытно-промышленные испытания в ПО НМЗ показали целесообразность их использования наряду с действующей системой мокрого пылеулавливания.

12. Разработана технология изготовления и экспериментально проверены в промышленных условиях базальтовые электротехнические изоляторы различного потенциала, обеспечивающие высокую электроизоляционную способность токоведущих частей установок и отмечен рост электроизоляционной способности базальтовых изоляторов на  $52\%$ .

13. Разработана технология изготовления и экспериментально проверена в промышленных условиях базальтоволонистых теплоизоляционных материалов, очищенных от шламов, которые позволили продлить срок службы изоляции трубопроводов от двух до пяти лет и сократить время появления коррозии на поверхности трубопроводов от одного до четырех лет.

Экономический эффект от внедрения качественных базальтовых теплоизоляционных материалов на каждый 1000 метров трубопроводов диаметром  $0,9 \text{ m}$  составляет  $25,3$  млн сум в год (акт внедрения ТЭС Навои от 23.04.2015 г.).

Значимость практической реализации предложенных разработок, подтверждена актами внедрения и опытными-промышленными испытаниями, экспертными заключениями, расчетами экономической эффективности.



## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ Їбўлим (Їчасть; partI)

1. Курбанов А.А. Специфические особенности базальтов Кызылкума. –Ташкент: Фан, 2009. – 160 с.
2. Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А., Тураев А.С. Основы переработки базальта Кызылкумов. –Ташкент: Фан, 2010. – 178 с.
3. Курбанов А.А., Каримов С., Тураев А.С., Мирзаев А. О тепловом балансе печи для плавления базальтового камня// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2005. –№4. –С. 89-90 (05.00.00; №7).
4. Курбанов А.А., Жумаев З.Ш. Базальт магмасини эритиш жараёнини ҳисоблаш// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2006. –№4. –С. 65-68 (05.00.10; №7).
5. Курбанов А.А. Условие получения новых огнестойких материалов// ToshTҮMI Axboroti. – Ташкент, 2007. – №3-4. –С. 28-33 (05.00.00; №7).
6. Курбанов А.А. Новые особенности и условия применения базальтовых волокон// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2007. – №2. –С. 125-127 (05.00.00; №7).
7. Курбанов А.А., Тураев А.С. Краткий обзор о базальте и получаемых базальтовых материалах// Горный вестник Узбекистана.–Навои, 2007. –№3.–С. 82-85(05.00.00; № 7).
8. Курбанов А.А. Специфические особенности базальтовых материалов// «Горный вестник Узбекистана». – Навои, 2007. – № 4. –С. 48-50 (05.00.00; № 7).
9. Курбанов А.А., Ахмеджанов Ф.О диэлектрических материалах// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2008. – №1.–С.73-76 (05.00.00; №7).
10. Курбанов А.А., Мельникова Е.Г. Условие получения базальтоволокнистого материала// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2008. – №3. –С. 98-100 (05.00.00; №7).
11. Курбанов А.А. Базальт толасини тараш жараёнини ҳисоблаш// «Горный вестник Узбекистана». – Навои, 2005. –№4. –С. 84-85 (05.00.00; № 7).
12. Курбанов А.А. Базальтоволокнистый фильтр в состоянии статики и динамики// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2009. – №3. –С. 89-92 (05.00.00; №7).
13. Курбанов А.А. Расчет изгиба базальтоволокнистого фильтра// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2009. – № 4. –С. 82-86 (05.00.00; №7).
14. Курбанов А.А. О проблемах фильтрации газа, жидкости и о материалах фильтров// Горный вестник Узбекистана.–Навои, 2010.–№1. –С.75-78 (05.00.00; № 7).
15. Курбанов А.А. Силовой расчет взаимодействия базальтовой балки с материалом основы// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2010.–№1. –С.110-113(05.00.00;№7).
16. Курбанов А.А., Эшов О.К., Набиева И.А. Анализ современного состояния изготовления огнестойких материалов из минеральных волокон//

«Горный вестник Узбекистана». – Навои, 2010. – №2. –С. 105-110 (05.00.00; №7).

17. Курбанов А.А. Термодинамика деформирования базальта в процессе плавления// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2010. – №3. –С. 115 -117 (05.00.00; №7).

18. Курбанов А.А. Кизилкум базальтининг гранулометрик хоссалари тўғрисида// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2010. – №4. –С. 100-101 (05.00.00; №7).

19. Курбанов А.А. К вопросу изучения влияния очистки базальтов на качество продукции// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2011. – №1. –С. 130-132 (05.00.00; № 7).

20. Kurbanov A.A. Structural research of Uzbekistan basalts// RMZ – «Materials and Geoenvironment», periodical for mining, metallurgy and geology. – Slovenia, 2012. - vol. 1, - pp. 55-70. (04.00.00; № 4).

21. Курбанов А.А. Перспективные направления использования базальтовых сырьевых ресурсов Узбекистана // Горный вестник Узбекистана. – Навоий, 2014. – №1. –С. 35-38 (05.00.00; №7).

22. Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А., Буранов Д. Пути повышения качества базальтовой продукции // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2014. – № 3. –С. 84-88 (05.00.00; №7).

23. Патент РУз № IAP 03024. Способ получения огнестойкой ткани / Курбанов А.А., Собиров Б.Б., Тўраев А.С., Каюмов С.С., Рахимов Н., Нематов Б. // Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан 21.02.2003.

## **II бўлим (II часть; part II)**

24. Патент РУз № FAP 00280. Лечебный пояс / Курбанов А.А., Носиров А.М., Собиров Б.Б., Тўраев А.С., Абдурахмонов С.А., Ҳасанов А.С. // Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан 13.07.2006.

25. Патент РУз № FAP 00322. Изолятор / Курбанов А.А., Норов Ю.Д., Ҳасанов А.С., Саъдуллаев М. // Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан 13.07.2007.

26. Патент РУз № FAP 00362. Устойчивый пояс/ Курбанов А.А., Носиров А.М. // Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан 22.05.2007.

27. Патент РУз № FAP 00493. Изолятор высоковольтной линии/ Курбанов А.А., Ахмеджанов Ф. // Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан 14.12.2007.

28. Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А., Норов Ю.Д., Уринов Ш. Плавления базальтов// Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 01187.22.12.2006 г.

29. Курбанов А.А., Уринов Ш. Процесс прочесывания базальтового волокна// Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU

01503. 15.04.2008 г.

30.Курбанов А.А., Примов А.П., Уринов Ш. Тепловой режим печи при плавлении базальта// Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 01535.19.06.2008 г.

31.Курбанов А.А., Носиров У.Ф. Динамический расчет базальтового фильтра// Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 01860. 06.11.2009 г.

32.Курбанов А.А.Уринов Ш., Абдурахмонов С.А. Расчет изгиба базальтоволокнистого фильтра// Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 01891. 19. 02.2009 г.

33.Курбанов А.А., Капустина Л. Методика исследования специфических особенностей базальтовой магмы, плавление её при высоких температурах и отпуск в разных средах. – Навои: НГГИ, 2006 . –48 с.

34.Курбанов А.А., Тураев А.С. Методика исследования и определения рациональных энергетических параметров работы печи. – Навои: НГГИ, 2007. –48 с.

35.Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А., Тураев А.С. Новый лечебный пояс из волокон базальтовой горной породы// Геотехнология, инновационные методы недропользования в XXI веке: Материалы Республиканской научно-технической конференции (с международным участием) «ISTIQLOL». – Навои, 2007. –С. 97-98.

36.Курбанов А.А. Гигроскопичность и влагоотдача базальтовых материалов// Инновация-2007: Материалы международной научной конференции. – Ташкент, 2007. –С. 129-130.

37.Курбанов А.А. Базальт толасининг янги имкониятлари// Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития: Материалы Республиканской научно-технической конференции (с международным участием) «ISTIQLOL». – Навои, 2008. –С. 74-76.

38.Курбанов А.А. О создании прочеса базальтоволокнистого материала// Сб. науч. трудов Уральского государственного горного университета. – Екатеринбург (Россия), 2009. –С. 316-320.

39.Курбанов А.А. Анализ процесса плавления базальта фирмы «Гизоль» // Сб. науч. трудов Уральского государственного горного университета. – Екатеринбург (Россия), 2009. –С. 321-324.

40.Курбанов А.А., Носиров У.Ф. О новом материале на упругом основании// Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Материалы VIII международной научно-технической конференции. – Таллин: Таллиннский технический университет. Горный институт, 2009. –С. 88-90.

41.Курбанов А.А. Анализ взаимодействия базальтовой балки с материалом основы// Автоматизация: проблемы, идеи, решения (АПИР-14): Материалы международной научно-технической конференции. –Тула (Россия): Тульский государственный университет, 2009. –С. 205-211.

42.Курбанов А.А., Абдурахманов С.А., Музаффаров М. Методика

определения скорости фильтрации пульпы с применением фильтра - «Базальтовая вата». – Навои: ЦНИЛ-ГП НГМК, НГГИ, 2010. –8 с.

43.Курбанов А.А., Курбанов Ш.К. Базальты Кызылкумов новая сырьевая база горно-металлургической отрасли Узбекистана// Автоматизация: проблемы, идеи, решения (АПИР-15): Материалы международной научно-технической конференции. –Тула (Россия): Тульский государственный университет, 2010. –С.178-181.

44.Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А., Музаффаров М., Бучко И.А. Методика выполнения измерений по улавливанию вредных химических веществ с применением базальтоволоконного фильтрующего материала. – Навои: ЦНИЛ-ГП НГМК, НГГИ, 2010. – 8 с.

45.Абдурахмонов С.А., Курбанов А.А. Оценка критерий пригодности разнотипных базальтов для расширения ассортимента продукции// Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития: Материалы Республиканской научно-технической конференции (с международным участием) «ISTIQLOL». – Навои, 2011. –С. 75-76.

46.Тураев А.С, Курбанов А.А., Дониёров Н. Добыча и обогащение базальтосодержащей породы// Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития: Материалы Республиканской научно-технической конференции (с международным участием) «ISTIQLOL». – Навои, 2011. –С. 81-82.

47.Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А, Ражабов А.А., Курбанова У.А., Утеплительные свойства базальтовых волокон// Автоматизация: проблемы, идеи, решения (АПИР-16): Материалы международной научно-технической конференции. –Тула (Россия): Тульский государственный университет, 2011. –С. 242-247.

48.Курбанов А.А., Курбанова У.А., О химическом составе и свойствах базальтов Узбекистана// Автоматизация: проблемы, идеи, решения (АПИР-16): Материалы международной научно-технической конференции. –Тула (Россия): Тульский государственный университет, 2011. –С. 280-286.

49.Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А., Тураев А.С. Об основных проблемах переработки базальтовой породы// Инновационные технологии горно-металлургической отрасли: Материалы республиканской научно-практической конференции. – Навои, 2011. – С. 189-192.

50.Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А., Курбанова У.А. О новых свойствах базальта и его материалов// Инновационные технологии горно-металлургической отрасли: Материалы республиканской научно-практической конференции. – Навои, 2011. – С. 222-225.

51.Курбанов А.А., Ражабов А.А., Тураев А.С., Курбанова У. Гамма-спектрометрический и полуколичественный спектральный анализ базальтов Узбекистана// Современные технологии и инновации горно-металлургической отрасли: Материалы республиканской научно-практической конференции. – Навои, 2012. –С. 75.

52.Курбанов А.А., Абдурахмонов С.А., Тураев А.С., Нормуродов У.С.

Новая сырьевая база металлургической отрасли Узбекистана// Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития Материалы VI Международной научно-технической конференции. – Навои, 2013. –С. 145-146.

53.Курбанов А.А., Нормуродов У.С. О электропропускаемости базальтового материала// Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития: Материалы VI Международной научно-технической конференции. – Навои, 2013. –С. 147-147.

54.Курбанов А.А., Нормуродов У.С., Сатторов Л.Х. Новое в переработке базальтов Узбекистана// Автоматизация: проблемы, идеи, решения (АПИР-118): Материалы международной научно-технической конференции. –Тула (Россия): Тульский государственный университет, 2013. –С. 127-131.