

На правах рукописи

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Восточно-Сибирский
государственный технологический университет»

Дондоков Ананда Цыдыпович

**ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ВОЛОКНИСТОЙ
СТРУКТУРЫ ИЗ БАЗАЛЬТА, ПОЛУЧЕННЫЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАЗМЕННОДУГОВОЙ
ОБРАБОТКИ**

Специальность 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

**Научный
руководитель:** доктор технических наук, профессор
Буянтуев Сергей Лубсанович

**Официальные
оппоненты:** доктор технических наук, профессор
Битуев Александр Васильевич

кандидат технических наук
Сиденов Сергей Александрович

Ведущая организация: ГОУ ВПО Читинский
государственный университет

Защита состоится 31 октября 2007 г. в 11 часов на заседании
диссертационного совета Д 212.039.01 Восточно-Сибирского
государственного технологического университета по адресу:
670013, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40 «в», зал Ученого совета

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Восточно-Сибирского государственного технологического
университета

Автореферат разослан 29 сентября 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Урханова Л.А

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Решение задач экономии энергетических ресурсов требует создания эффективных, экологически чистых и пожаробезопасных теплоизоляционных материалов. Всем этим требованиям удовлетворяют теплоизоляционные материалы на основе базальтовых волокон.

Россия обладает неограниченными ресурсами горных пород, таких как базальт, габбро, диабаз, порфирит и другие, представляющих ценность не только в качестве облицовочных материалов, но и как однокомпонентное сырье для производства базальтовых волокон с уникальными свойствами. Зачастую в традиционных технологиях применяется подшишковка известняком для получения тех или иных требуемых характеристик.

Базальтовое волокно – экологически чистый материал, который производится из расплава горных пород и используется в качестве тепло-, звуко- и виброизоляции в виде холста, представляющего собой штапельные волокна, скрепленные между собой силами естественного сцепления, в виде ковров, а также в виде плит на основе связующих материалов.

Базальтовые волокна нетоксичны, обладают высокими физико-механическими характеристиками, повышенной по сравнению с минеральными и стеклянными волокнами устойчивостью к кислотам и щелочам, низким коэффициентом теплопроводности, более высокой температурой применения по сравнению с другими теплоизоляционными материалами. Эти свойства базальтовых волокон обусловили актуальность проблемы дальнейшего развития и создания высокоэффективных строительных и технических материалов и изделий для различных отраслей промышленности, во многих случаях способных заменить асбест, металл, древесину, пластик, стекловату, шлаковату.

При этом едва ли не главной проблемой, наряду с соблюдением требований ГОСТ к качеству волокнистых материалов, всегда была и остается проблема снижения энергозатрат и себестоимости производства теплоизоляционных материалов. Решение этих сложных, порой противоречивых проблем требует проведения предварительных экспериментальных и теоретических исследований сырья с

целью выработки практических рекомендаций для производства теплоизоляционных материалов с использованием современных достижений науки и новых технических решений.

Работа выполнена в рамках Программы социально-экономического развития Агинского Бурятского автономного округа на 2003-2007 гг.

Цель работы: получение теплоизоляционных материалов волокнистой структуры из базальта Судунтуйского месторождения Читинской области с применением плазменнодуговой обработки и исследование их свойств.

Для достижения намеченной цели решались следующие задачи:

1. Анализ физико-химических свойств теплоизоляционных материалов из базальта и характеристика существующих методов получения базальтоволокнистых материалов.

2. Исследование базальта Судунтуйского месторождения Читинской области на предмет использования для производства базальтовых волокон.

3. Термодинамический анализ и определение удельных энергозатрат для получения расплава из базальтов Судунтуйского месторождения.

4. Определение и оптимизация технологических параметров получения расплава и волокон из базальта Судунтуйского месторождения с применением плазменнодуговой обработки.

5. Исследование физико-химических свойств и структуры полученных базальтовых волокон.

6. Разработка технологии получения волокнистых материалов требуемого качества с низкими энергозатратами из базальта Судунтуйского месторождения.

Научная новизна работы:

1. Исследована и выявлена возможность получения волокнистых теплоизоляционных материалов требуемого качества из базальта Судунтуйского месторождения Читинской области.

2. Проведены исследования теплофизических свойств базальта в широком диапазоне температур, на основе которых при условии термодинамического равновесия определены оптимальные значения температур и удельных энергозатрат для получения расплава.

3. Исследованы технологические режимы получения расплава из базальта в модульной двухкамерной плазменнодуговой печи, дающей возможность плавного безинерционного регулирования температуры расплава и поддержания требуемой температуры струи на выходе из летки.

4. Получено базальтовое волокно с высокими физико-химическими и теплозащитными свойствами, отвечающими требованиям ГОСТ (высокой термостойкостью, механической прочностью, химической устойчивостью, экологичностью).

Практическая значимость:

1. Разработана энергосберегающая технология получения базальтосилокнистых материалов с высокими физико-химическими свойствами при снижении энергозатрат по сравнению с существующими технологиями в 2 раза.

2. Разработан комплекс оригинального оборудования (двухкамерная плазменнодуговая печь, двухпостовой источник питания с переключением полярности электродов), который дает возможность плавного регулирования температуры, вязкости, текучести расплава равномерно по всему объему печи и позволяет снизить инерционность процесса и энергозатраты по сравнению с традиционными технологиями при сохранении требуемого по ГОСТ качества волокна.

3. Полученные результаты могут быть применены в технологическом процессе при строительстве заводов по производству теплоизоляционных материалов.

4. Результаты исследований могут быть использованы в учебном процессе при подготовке инженеров по специальностям 270100 “Строительство” и 270106 “Производство строительных материалов и конструкций”.

Внедрение. Результаты исследований, полученные в работе, использованы при строительстве завода теплоизоляционных материалов в п. Агинское Читинской области.

На защиту выносятся:

1. Результаты исследования химического состава, теплофизических и физико-химических свойств базальта, используемого для получения волоконистых материалов.

2. Термодинамические расчеты процесса высокотемпературной плавки базальта, позволившие определить диапазон температуры плавления и удельных энергозатрат.

3. Результаты исследований физических и химических свойств волокна, полученного из базальта Судунтуйского месторождения с применением плазменнодуговой обработки.

4. Технология получения базальтовых волокон из базальта с использованием энергосберегающей технологии.

Апробация работы. Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях Восточно-Сибирского государственного технологического университета (г. Улан-Удэ, 2003-2007 гг.) и Бурятского государственного университета (г. Улан-Удэ, 2005-2007 гг.); на международной научно-практической конференции «Энергосберегающие и природоохранные технологии на Байкале» (г. Улан-Удэ, 2005 г.), международной научно-практической конференции по теплоизоляционным материалам (г. Бийск 2006, 2007 гг.), международной научно-практической конференции “Строительный комплекс России: наука, образование, практика” (г. Улан-Удэ, 2006 г.).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 8 работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых журналах по списку ВАК МОиН РФ.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 5-ти глав, выводов, списка литературы, включающего ___ наименований. Работа изложена на ___ страницах машинописного текста, включает ___ рисунков, ___ таблицы и приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы, дана общая характеристика работы, её научная новизна и практическая ценность, сформулированы цели и задачи работы, а также основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена обзору и сравнению характеристик существующих методов получения теплоизоляционных материалов.

На сегодняшний день в мировой практике наиболее распространены следующие печи расплавления базальтового сырья

для производства базальтовых изделий: ваннные печи, электродуговые печи, индукционные печи, плазменные реакторы. Выбор типа печи зависит, в основном, от вида сырья и наличия в данном регионе видов топлива или электроэнергии.

Известно, что свойства расплава оказывают значительное влияние на расход топлива, производительность печей и требуют различных конструкционных решений тепловых агрегатов. При проектировании печей для плавления горных пород типа базальтов также необходимо учитывать свойство их расплавов: кристаллизационную способность, вязкость, текучесть, поглощательную способность, обусловленную содержанием оксидов железа.

Исходя из этого, была определена цель настоящей работы и задачи, решение которых необходимо для ее достижения.

Во **второй главе** исследованы свойства базальтов Судунтуйского месторождения Читинской области с целью получения волокнистых материалов.

Базальт - широко распространенная вулканическая порода, образующая базальтовые лавы. Цвет их черный или почти черный, строение от тонкозернистого до стекловидного.

Для изучения структуры базальта Судунтуйского месторождения был выполнен рентгенофазовый анализ (рис.1).

По результатам РФА на рентгенограмме присутствуют линии минералов базальта с характерными дифракционными максимумами d/n (Å): лабрадора $\text{Na}_{0,5}\text{Ca}_{0,5}\{\text{Al}_{1,5}\text{Si}_{2,5}\text{O}_8\}$ (3,22), анортита $\text{Ca}\{\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8\}$ (4,01; 3,62; 3,19; 3,17). Также отмечены линии оливина $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ (2,79) и форстерита $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ (3,72).

Таким образом, из результатов рентгенофазового анализа видно, что базальты Судунтуйского месторождения состоят из лабрадора, анортита и оливина, т.е. оливиновые базальты.

По результатам исследований выявлено, что базальты Судунтуйского месторождения имеют следующий химический состав, масс. %: SiO_2 – 48,43; TiO_2 – 3,15; Al_2O_3 – 14,23; Fe_2O_3 – 5,46; FeO – 6,90; CaO – 8,58; MgO – 3,58; MnO – 0,15; Na_2O – 3,36; K_2O – 2,20; P_2O_5 – 1,15; CO_2 – 0,24; H_2O – 1,02.

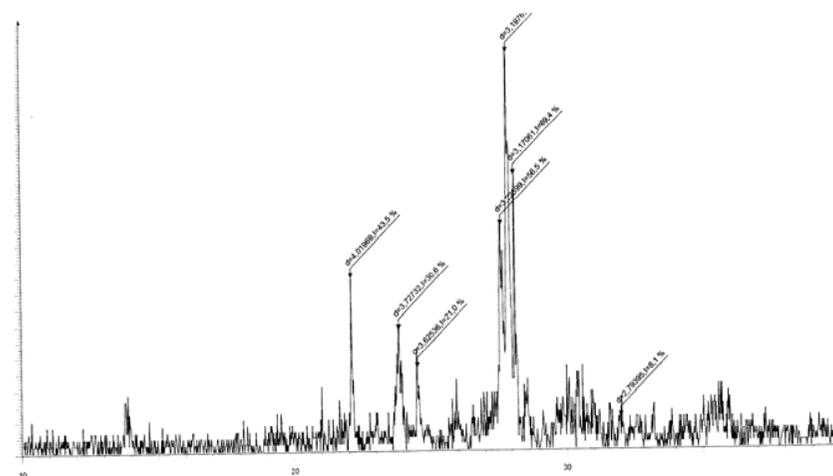


Рис. 1. Рентгенограмма базальта

Химический состав исходного сырья влияет на выработочные свойства расплава и качество продукции. Модуль кислотности базальта $M_k=5,12$, что говорит о хороших выработочных свойствах и возможности его применения для получения супертонких и тонких волокон.

При изучении физико-химических характеристик сырья и свойств полученных материалов использован комплексный метод, включающий в себя химический, рентгенофазовый, количественный анализы и термодинамические исследования.

Химический анализ выполнен на атомно-абсорбционном спектрофотометре SOLAAR-M. Рентгенофазовый анализ проводился на порошковом автоматическом дифрактометре D8 Advance фирмы Brukeraxs. Количественный микроанализ выполнялся на электронно-сканирующем микроскопе LEO 1430 VP с последующей обработкой результатов на энергодисперсионном анализаторе INCA Energy 300. Термодинамические исследования процесса высокотемпературной плавки (переработки) базальта проведены на модифицированном программном комплексе

АСТРА-4. Комплекты термодинамических свойств рассчитывали с помощью программы ТЕРМОС.

Для проведения исследований по получению минерального волокна из базальта Судунтуйского месторождения с помощью плазменнодуговой обработки проведены расчёты процесса высокотемпературной плавки (переработки) базальта. Методическую основу расчета составляют фундаментальные законы термодинамики совместно с законами сохранения массы и энергии электрического разряда. Это позволяет для закрытых термодинамических систем построить математическую модель для общего случая образования в равновесии газообразных и конденсированных веществ, электронейтральных и ионизированных компонентов.

В соответствии с обобщённой моделью для расчёта была использована универсальная программа термодинамических расчётов АСТРА-4, отработанная в широком интервале высоких температур.

На рисунке 2 показан состав расплава фазы базальта.

Как показали расчеты, в области $T = 800-2800^{\circ}\text{C}$ концентрация триоксида алюминия Al_2O_3 постоянна и составляет 15,648 %. Содержание моносиликата кальция CaSiO_3 в интервале температуры $1200-1400^{\circ}\text{C}$ уменьшается и в интервале температур $1400-1800\text{K}$ составляет 21,747% в связи с появлением в этом интервале CaTiO_3 . В интервале $800-1400^{\circ}\text{C}$ присутствует TiO_2 с незначительной концентрацией.

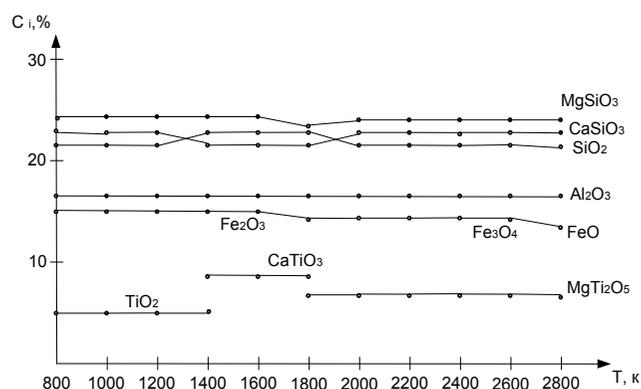


Рис. 2. Состав расплава фазы базальта

На основе расчетов было установлено, что оптимальная температура, при которой достигается текучесть расплава, составляет 1450°C , а удельные энергозатраты - $3\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$. Для сравнения необходимо отметить, что удельные затраты электроэнергии в известных высокочастотных промышленных плавильных установках составляют $5-6\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$. Из полученных режимных параметров определили электрическую мощность установки, которая составляет не более 120кВт .

Таким образом, на основе термодинамического расчета определены энергетические характеристики установки, диапазон температур и удельные энергозатраты процесса высокотемпературной плавки базальта.

Одним из важных свойств, определяющих пригодность породы для получения волокон, является конечная температура плавления, которая обычно составляет более 1400°C .

В таблице 1 приведен температурный интервал плавления (начала- $T_{\text{н.пл}}$ и конца $T_{\text{к.пл}}$) базальта Судунтуйского месторождения в сравнении с известными данными из литературных источников.

Таблица 1

Температурный интервал плавления разностей, слагающих пробу

Наименование разностей	$T_{\text{н.пл.}}^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{к.пл.}}^{\circ}\text{C}$
Долерит порфиновый	1140	1400
Анемезит	1170	1380
Долерит кварцевый	1140	1450
Судунтуйский базальт	1150	1450

Как видно из таблицы, конечная температура плавления исследуемого базальта составляет 1450°C . Следовательно, чтобы получить качественное волокно, температура струи расплава на выходе из летки и на входе в раздувочное устройство должна быть не ниже 1450°C .

К важным технологическим свойствам расплавов относятся вязкость, кристаллизационная способность и склонность к волокнообразованию. Вязкость определяли

методом ротационного вискозиметра рабочими поверхностями цилиндр-цилиндр.

Кристаллизационная способность расплава оценивалась по температуре верхнего предела кристаллизации. Анализ данных показывает, что базальты Судунтуйского месторождения образуют расплавы с вязкостью 3,8 Па·с.

Таким образом, исследованные базальты являются сырьем, пригодным для получения различного вида волокон. По составу исследованные базальты являются близкими к известным из литературных источников базальтам Берестовецкого и Марнеульского месторождений.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований для получения расплава из базальта.

Для исследования получения расплава из базальта с помощью плазменнодугового нагрева разработана установка, принципиальная схема которой показана на рисунке 3.

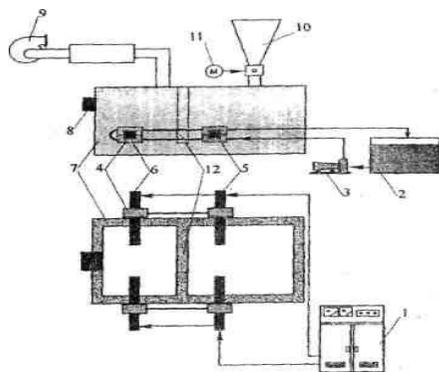


Рис. 3 Экспериментальная установка:
1 - источник постоянного тока; 2 - бак с водой; 3 - центробежный насос; 4 - рубашка охлаждения; 5, 6 - электроды графитовые; 7 - плавильный бассейн печи; 8 - летка; 9 - вентиляторы; 10 - дозатор; 11 - двигатель постоянного тока; 12 - протоковый брус (перегородка).

Для энергопитания двух пар электродов 5, 6 используется источник питания 1 постоянного тока с плавным регулированием по току и максимальным рабочим напряжением 250 В. Потребляемая мощность при номинальном токе 400 А не более 120 кВт, КПД не менее 84 %. В качестве электродов используются графитовые стержни размером 50×50×500 мм, установленные горизонтально в продольных стенах печи. Межэлектродное расстояние регулируется от 40 до 70 мм.

Двухкамерный плавильный бассейн печи 7 выложен из брусьев, изготовленных из огнеупорного материала с высоким содержанием диоксида циркония и глинозема–

бадделеитокорундового сплава (бакора). На передней стенке печи расположены летка 8, выполненная из графитового материала, и отверстие для слива расплава при остановке печи. Бассейн печи разделен протоковым брусом 12 на две зоны - варки и выработки. В зоне варки, предназначенной для нагрева и последующего расплавления засыпаемого материала, установлена первая пара электродов 5, в зоне выработки – дополнительная пара графитовых электродов 6. В источнике питания имеется устройство для переключения полярности электродов с целью уменьшения их износа и достижения равномерности нагрева и регулирования температуры расплава в зонах варки и выработки.

Для охлаждения электродов изготовлены рубашки охлаждения 4, установленные на них с внешней стороны печи. Система охлаждения представляет собой циркулирующий поток жидкости – воды в замкнутой системе: бак с водой 2 → центробежный насос 3 → рубашка охлаждения 4 → бак 2.

Для подачи материала на крышке печи устанавливается дозатор 10. Дозирование материала регулируется изменением частоты вращения якоря двигателя постоянного тока 11.

Образование расплава наблюдалось в течение 15÷20 мин после подачи напряжения на электроды и поджига электродуговой плазмы. По мере заполнения расплавом рабочего объема печь выводилась на стабильный режим работы. При протекании тока в межэлектродном промежутке второй пары электродов расплав базальта равномерно распределялся в объеме печи и вытекал на распылочное устройство.

В последующих экспериментах для достижения чистоты расплава, снижения износа огнеупора и износа электродов, графитовые электроды были заменены молибденовыми.

Следует отметить, что данная установка для расплава и получения производства базальтовых волокон является более эффективной по удельному потреблению энергоносителей: примерно в 2÷3 раза экономичнее по сравнению с известными установками для получения волокнистых материалов при тех же качествах расплава и базальтового волокна, вполне приемлемых для строительных целей и удовлетворяющих требованиям ГОСТ.

В четвертой главе представлены результаты исследований физико-химических свойств базальтового волокна, полученного с применением плазменнотермической обработки.

Был выполнен количественный микроанализ базальтового волокна. На рисунке 4 показан спектр состава базальтового волокна. В таблице 2 представлены результаты анализа в 5 точках обработки волокна на анализаторе.

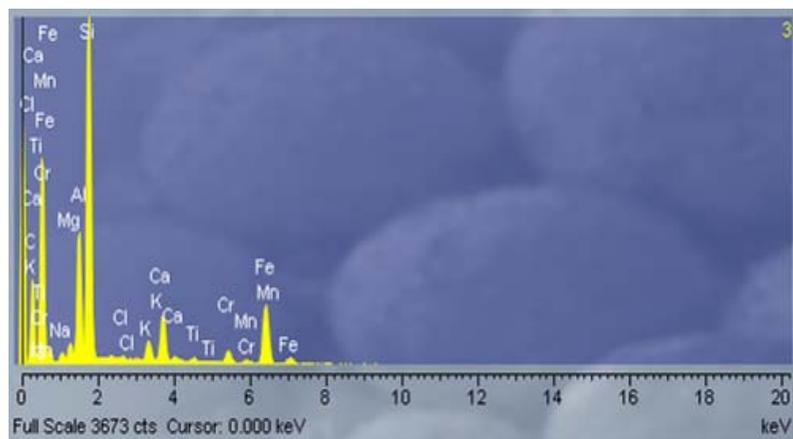


Рис. 4. Спектр состава базальтовых волокон

Таблица 2

Анализ состава базальтовых волокон

Спек. метка	C	O	Na	Al	Si	K	Ca	Fe	Всего
1	47,12	32,53	0,54	4,48	4,04	0,43	0,67	2,74	132,85
2	59,78	88,57		57,71	0,92		0,48	1,27	212,93
3	55,16	80	1,22	9,11	23,65	1,95	4,61	17,59	198,52
4	76,52	54,01	0,85	0,36	0,77	0,38	20,81	1,64	180,12
5	179,58	51,95	51,81	0,45	0,75	0,86	0,89	2,35	357,46
Макс.	179,58	88,57	51,81	57,71	23,65	1,95	20,81	17,59	
Мин.	47,12	32,53	0,54	0,36	0,75	0,38	0,48	1,27	

Как видно из данных таблицы, базальтовое волокно содержит большое количество кислорода и углерода. Высокое количество кислорода свидетельствует о содержании элементов в окисленной форме, наличие углерода объясняется системой пробоподготовки путем дисперсии волокна в полимерной органической матрице.

Базальтовые волокна применяют в различных отраслях промышленности, в частности, для производства теплоизоляционных материалов. Для определения пригодности использования полученного базальтового волокна в качестве теплоизоляционного материала была определена его теплопроводность по ГОСТ 7076, которая зависит от диаметра элементарных волокон и их объемной плотности. Полученное тонкое волокно из базальта Судунтуйского месторождения имеет теплопроводность 0,028 Вт/(мК), а супертонкое волокно - 0,018 Вт/(мК). Низкая теплопроводность супертонких волокон обусловлена их высокоразвитой поверхностью, создающей огромное количество микропор, препятствующих конвекции и тепловому излучению воздуха.

Базальтоволокнистые материалы обладают такими прочностными характеристиками, как прочность на сжатие и прочность на отрыв слоев, что позволяет использовать изделия для утепления плоских кровель, утепления фасадов с устройством тонкослойной штукатурки и других конструкций, где необходима прочность материала. Материалы из базальтового волокна в меньшей степени подвержены влиянию ветровой эмиссии (выдувания и уноса волокон утеплителя). Высокая плотность материала исключает потерю теплоизоляционных свойств при механических воздействиях на материал.

На рисунке 5 приведены кривые зависимости прочности исследованных базальтовых волокон Судунтуйского месторождения от диаметра для двух видов волокон.

Из рисунка видно, что чем больше диаметр волокна, тем меньше его прочность. Волокно, полученное из базальта Судунтуйского месторождения, по прочностным характеристикам превосходит волокна, полученные вертикальным раздувом.

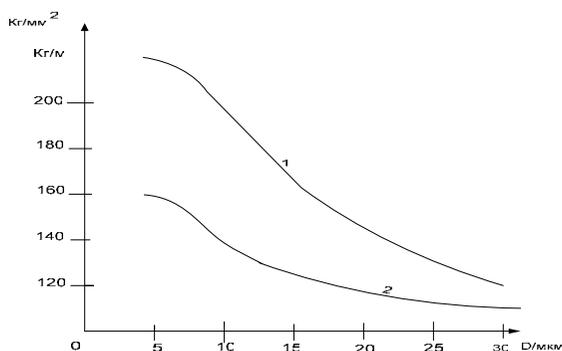


Рис 5. Зависимость прочности базальтовых волокон от диаметра

- 1 – базальтовое непрерывное волокно Судунтуйского месторождения
2 – БВРВ (базальтовое волокно, полученное вертикальным раздувом)

При определении физико-химических свойств базальтовых волокон необходимо изучить их стойкость в агрессивных средах. Результаты данных исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

Химическая устойчивость базальтовых волокон

Месторождение	d, мкм	Значение показателя после обработки в агрессивной среде					
		H ₂ O		2N HCl		2N NaOH	
		Δ m, г	χ, %	Δ m, г	χ, %	Δ m, г	χ, %
Судунтуйское	9,7	0,037	99,20	1,616	53,32	0,549	84,77
Марнеульское	8,4	0,010	99,60	1,219	60,50	0,643	77,30
Берестовецкое	11,4	0,035	99,30	0,994	78,34	0,524	88,58

Из табличных зависимостей видно, что у всех волокон достаточно высокая водостойкость. Базальтовые волокна

обладают достаточно хорошей стойкостью к воздействию щелочей, что объясняется содержанием SiO₂, с увеличением которого щелочестойкость волокон повышается. По устойчивости к воздействию кислот волокна, полученные из базальта Судунтуйского месторождения, уступают волокнам, полученным из базальтов известных месторождений.

Базальтовая вата и изделия на ее основе обладают высокой термостойкостью. Для исследования были отобраны образцы базальтовой ваты из супертонкого волокна, полученного методом плазменнодуговой обработки. Зависимость усадки и потери массы базальтовой ваты от температуры представлена в таблице 4.

Как видно из таблицы, потеря массы базальтового волокна в результате термической обработки незначительна и связана с удалением свободной воды при 100-300°C; межслоевой – при 300-500°C; химически связанной – при 600-700°C.

Таблица 4

Зависимость линейных показателей базальтового волокна от температуры

Показатели, %	Температура обработки, °C							
	100	200	300	400	500	600	700	800
Усадка	0,98	1,37	2,11	2,94	3,61	5,45	20,84	66,29
Потеря массы	0,19	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,33	0,53

Структура базальтовых волокон после термической обработки в диапазоне температур до 600°C практически не меняется и представляет собой стеклообразную фазу алюмосиликатного состава. При нагревании и интервале температур 700-800°C начинается процесс раскristаллизовывания материала. Происходит окисление Fe²⁺ до Fe³⁺, обусловленное воздействием кислорода воздуха. Наиболее быстро FeO переходит в Fe₂O₃ при температуре выше 600°C а при 800-1000°C наблюдается полный переход FeO в

Fe₂O₃. Полученный после обработки при температуре 800°С материал представляет собой не вату, а базальтовый картон. Цвет волокон изменяется от серого до желто-коричневого, что свидетельствует о процессах кристаллизации железосодержащих фаз. Уменьшение толщины образца базальтовой ваты при воздействии температуры 600°С составляет 5,45%, а после воздействия 700°С – резко возрастает и при температуре 800°С составляет 66,29%. Поскольку интенсивная кристаллизация волокна связана с уменьшением объема материала, это обуславливает повышенную хрупкость волокон, потерю их эластичности и прочности. Поэтому базальтовую вату, полученную с применением плазменнодуговой обработки, можно использовать до 600°С.

В пятой главе приведено технико-экономическое обоснование производства базальтовых волокон Судунтуйского месторождения с применением плазменнодуговой обработки.

Предусмотренные капитальные затраты позволяют организовать высокоэффективное производство экологически чистых, пожаробезопасных изделий на основе базальтового утеплителя для жилищного, в том числе индивидуального, гражданского и промышленного строительства со сроком окупаемости 3,7 года.

Проведенные расчеты показывают экономическую целесообразность организации производства, обеспечивающего высокую прибыльность и бюджетную эффективность. Продукция конкурентоспособна, не имеет аналогов на рынке Агинского Бурятского Автономного Округа и в близлежащих регионах

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Проведен комплекс исследований свойств базальта Судунтуйского месторождения Читинской области, на основании которых показана возможность получения базальтовых волокон и теплоизоляционных материалов высокого качества.

2. Проведены термодинамические исследования теплофизических свойств базальта в широком диапазоне температур, на основе которых определены оптимальные

значения температур, удельных энергозатрат для получения расплава.

3. На основе экспериментальных исследований разработана новая конструкция плавильной печи производительностью 50 кг/ч, дающая возможность регулирования режимов плавки и поддержания стабильной температуры струи на выходе из летки.

4. Получены волокна с высокой химической стойкостью, упругостью и прочностью, соответствующие требованиям ГОСТ.

5. Разработана энергосберегающая технология получения базальтового волокна с удельными энергозатратами 2÷3 кВт·час на 1 кг полученного изделия, что в 2÷2,5 раза меньше, чем в существующих технологиях.

6. Разработан новый комплекс оборудования, позволяющий получить расплав и волокно из базальта с высокими физико-химическими свойствами при низких энергозатратах.

7. Разработаны технические и технологические решения по организации производства теплоизоляционных материалов из базальта по новой технологии.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Дондоков А.Ц. Использование базальтов Забайкалья для производства строительных материалов / С.Л. Буянтуев, В.Д. Сультимова, А.Ц. Дондоков // Сборник научных трудов, серия: Технические науки. – Вып. 10, Т. 3. – Улан-Удэ, 2004. – С. 44-47.

2. Дондоков А.Ц. Изучение возможности получения теплоизоляционных изделий из базальтовых пород по энергоэффективной технологии / С.Л. Буянтуев, Д.Р. Дамдинова, А.Ц. Дондоков, М.Е. Заяханов и др. // Энергосберегающие и природоохранные технологии: Матер. III междунар. науч.-практ. конф. – Улан-Удэ, 2005. – С.102-104.

3. Дондоков А.Ц. Оптимизация процесса получения минеральной ваты плазменной технологией / А.Ц. Дондоков, Н.В. Былкова, В.Д. Сультимова // Физика и техника: Вестник Бурятского университета, сер. 9, вып. 4 – Улан-Удэ, 2005. – С. 139-143.

4. Дондоков А.Ц. Производство теплоизоляционных строительных материалов с использованием электроплазменной обработки / С.Л. Буянтуев, В.Д. Сультимова, М.Е. Заяханов, Г.Г. Волокитин, А.Ц. Дондоков, С.А. Цыренов // Строительный комплекс России: наука, образование, практика: Матер. междунар. научн.-практ. конф. – Улан-Удэ, 2006. – С. 161-163.

5. Дондоков А.Ц. К вопросу снижения энергозатрат при получении волокнистых материалов из базальта / С.Л. Буянтуев, В.Д. Сультимова, А.Ц. Дондоков, Г.Г. Волокитин и др. // Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья: Докл. VI всероссийской научн.-практ. конф. – М., Изд-во ФГУП “ЦНИИХМ”, 2006. – С. 27-30.

6. Дондоков А.Ц. Теплоизоляционные материалы на основе базальтовых волокон / С.Л. Буянтуев, Д.Р. Дамдинова, В.Д. Сультимова, А.Ц. Дондоков и др. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2006. - №12. – С. 30-31.

7. Дондоков А.Ц. Волокнистые материалы из базальта Судунтуйского месторождения Читинской области / С.Л. Буянтуев, М.Е. Заяханов, А.Ц. Дондоков, С.А. Цыренов, Г.Г. Волокитин, А.А. Никифоров и др. // Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья: Докл. VII всероссийской научн.-практ. Конф. 22-24 мая 2007 г. (г. Белокураха). – М.: ЦЭИ “Химмаш”, 2007. – С. 8-12.

8. Дондоков А.Ц. Теплоизоляционные материалы из базальтового волокна, полученные с применением электродуговой плазмы / С.Л. Буянтуев, А.Ц. Дондоков, Б. Насанбуянгийн // Строительные материалы. - 2007. - №9. – С. 32-33.

Подписано в печать 26.09.2007 г. Формат 60x84/16.
Гарнитура Таймс. Печать операт., бумага писч. Усл. печ. л. 1,16
Тираж 100 экз. Заказ № 217

Издательство ВСГТУ
670013, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в.