

Издательский дом

МЕДИА ПАБЛИШЕР

Заказ журналов:

- по каталогу "Роспечать" (индекс 80714)
 - в редакции (t-comm@yandex.ru)

Региональные подписные агентства
<http://www.media-publisher.ru/raspr.shtml>

Периодичность выхода — 12 номеров в год

Стоимость одного экземпляра 500 руб.

Целевая аудитория по распространению

- Телекоммуникационные компании
- Дистрибуторы телекоммуникационного оборудования и услуг
- Разработчики и производители абонентского оборудования
- Энергетические компании
- Автотранспортные предприятия
- Компании, занимающиеся железнодорожными, воздушными и морскими перевозками
- Провайдеры охранно-поисковых услуг
- Геодезические и картографические организации
- Государственные ведомства и организации;
- Строительные компании
- Профессиональные учебные заведения

Тираж 3000 экз. + Интернет-версия

Адрес редакции

111024, Россия, Москва,
ул. Авиамоторная, д. 8, офис 512-514
e-mail: t-comm@yandex.ru
Тел.: +7 (495) 957-77-43

Издательство

(495) 957-77-43

(926) 218-82-43

info@media-publisher.ru



ПОЛНЫЙ ЦИКЛ ПОДГОТОВКИ КНИГ, ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ И РЕКЛАМНОЙ ПРОДУКЦИИ – ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИЗАЙН

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ЛИТЕРАТУРНОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННАЯ ОФСЕТНАЯ И ЦИФРОВАЯ ПЕЧАТЬ В КРАТЧАЙШИЕ СРОКИ

ДОСТАВКА ГОТОВОГО ТИРАЖА

РЕДАКЦИЯ

Издатель

Светлана Дымкова (ds@media-publisher.ru)

Директор отдела развития и рекламы
Ольга Дорошкевич (ovd@media-publisher.ru)

Отдел распространения и подписки
info@media-publisher.ru

Предпечатная подготовка
ООО "ИД Медиа Паблишер"

Поддержка Интернет-портала
Сергей Александров

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС77-27364.

Язык публикации: русский, английский.

Мнения авторов не всегда совпадают с точкой зрения редакции.
За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет

Материалы, опубликованные в журнале – собственность ООО "ИД Медиа Паблишер". Перепечатка, цитирование, дублирование на сайтах допускаются только с разрешения издателя

Плата с аспирантов за публикацию рукописи не взимается

© ООО "ИД Медиа Паблишер", 2015

Индексирование журнала T-Comm

научно-технический журнал

T-Comm

Телекоммуникации и Транспорт

Ulrich's Periodicals Directory

ULRICH'SWEB[®]
GLOBAL BUSINESS DIRECTOR

NEICON

NEICON
ИННОВАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
СОВРЕМЕННОЙ РОССИЙСКОЙ ИНДУСТРИИ

CyberLeninka (Open Science)

БИБЛИОТЕКА
Научная электронная библиотека
«БИБЛИО.РУ»

Bielefeld Academic Search Engine (BASE)

BASE
БИБЛИОТЕКА
БИБЛИОТЕКА

NORMA CS
NORMACS

Система нормативов

Registry
of Open Access Repositories (ROAR)

WorldCat[®]

WorldCat[®]
БИБЛИОТЕКА

ISSN 2072-8735 (Print) ISSN 2072-8743 (Online)

Barcode

Журнал включен в перечень периодических научных изданий, рекомендуемый ВАК Минобрзования России для публикации научных работ, отражающих основное научное содержание кандидатских и докторских диссертаций.

Учредитель
ООО "Издательский дом Медиа Паблишер"

Главный редактор
Тихвинский Валерий Олегович

Издатель
Дымкова Светлана Сергеевна
ds@media-publisher.ru

Редакционная коллегия

Аджемов Артём Сергеевич
(д.т.н., профессор, ректор МТУСИ), Россия

Алексеев Евгений Борисович
(д.т.н., профессор, МТУСИ), Россия

Бугаев Александр Степанович
(академик РАН), Россия

Вааль Альберт
(д.т.н., старший научный сотрудник Ганноверского университета им. Лейбница на кафедре коммуникационной техники), Германия

Головачев Юлиус
(управляющий консультант
Defacon International GmbH), Германия

Дулкейтс Эрик
(д.т.н., старший исполнительный директор корпорации Defacon), Силиконовая долина, США

Зубарев Юрий Борисович
(д.т.н., член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, зам. председателя экспертного совета ВАК по электронике, радиотехнике и связи), Россия

Кирхгесснер Юрий
(д.т.н., Директор IncotelygyLtd.), Великобритания

Корбетт Ровэлл
(д.т.н., директор по исследованиям в научно-исследовательском центре China Mobile Research Institute, профессор университета Назарбаева), Гон-Конг (Китай), США

Кузовкова Татьяна Алексеевна
(д.и.н., декан экономического факультета МТУСИ), Россия

Кюркчан Александр Гаврилович
(д.ф.-м.н., профессор ФГОУ ВПО МТУСИ), Россия

Сейлов Шахмаран Журсинбекович
(д.э.н., Президент Казахской академии инфокоммуникаций), Казахстан

Сысоев Николай Николаевич
(д.ф.-м.н., декан физического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова), Россия

Шарп Майкл
(д.э.н., вице-президент европейского института стандартизации – ETSI), Великобритания

СОДЕРЖАНИЕ

СВЯЗЬ

- Ворожцов А.С., Тутова Н.В., Тутов А.В.
Оптимизация размещения облачных серверов в центрах обработки данных 4
- Гребешков А.Ю., Зуев А.В.
Исследование доступа к каналам передачи в реконфигурируемых когнитивных сетях связи следующего поколения 9
- Росляков А.В., Лысиков А.А.,
Халиуллина Ю.Т.
Задачи планирования и оптимизации наложенных сервисных сетей 15
- Санников В.Г., Алёшинцев А.В.
Многочастотный модем как один из основных элементов системы "интеллектуальное здание" при удаленном управлении объектами 21
- Фролов А.А., Шинаков Ю.С.
Исследование и разработка многочастотной сверхширокополосной системы с ДЧ сигналами 28
- Конкин В.В.
Варианты построения единой системы радиоконтроля московского региона 34

ЭЛЕКТРОНИКА. РАДИОТЕХНИКА

- Елизаров А.А., Шаймарданов Р.В.
Анализ методов и устройств для трансуретральной микроволновой термотерапии биотканей 38
- Корниухин В.И., Седов В.М.
Расчет и экспериментальные исследования плоской печатной двухслойной антенны 44
- Shuvalov V.P., Minina E.A., Mitroshina N.O.
Reasonability of dependability differentiated service of connection requests 84

Гайнутдинов Т.А., Гаранкина Н.И.,
Кочержевский В.Г.

Двухзвенное согласующее устройство
длинноволновых радиовещательных
антенн 48

Кравченко Н.П., Мухин С.В.,
Пресняков С.А.
Замедляющие системы
миллиметрового диапазона 57

Мозговой Ю.Д., Хриткин С.А.
Особенности взаимодействия встречных
электронных потоков в трубе дрейфа 64

Нефедов В.Н., Мамонтов А.В.,
Симонов В.П., Чебыкин А.Е.
Оценка применимости микроволнового
излучения для термообработки базальта
и изделий из него 70

ЭКОНОМИКА

Бойченко И.В., Сердотецкая Л.К.
Оценка взаимосвязи между
удовлетворенностью и лояльностью
тезритеелей как потребителей
телеизионной рекламы 74

ПУБЛИКАЦИИ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Yahya Al-Naggar.
A novel clustering method for wireless body
area sensor networks using fuzzy logic 78

Shuvalov V.P., Minina E.A., Mitroshina N.O.
Reasonability of dependability differentiated
service of connection requests 84

CONTENT

COMMUNICATIONS

Vorozhtsov A.S., Tutova N.V., Tutov A.V.
Optimal cloud servers placement
in data centers

4

Grebeshkov A.Y., Zuev A.V.
Exploring access procedure to transmission
channel in the next generation
reconfigurable cognitive networks

9

**Roslyakov A.V., Lysikov A.A.,
Haliullina Ju.T.**
Planning and optimization problems
of service overlay networks

15

Sannikov V.G., Alyoshintsev A.V.
High frequency modem as one of the main
elements of the "Smart building" system
as part of a remote objects control

21

Frolov A.A., Shinakov Yu.S.
Research and development
of multifrequency uwb systems
with DF signals

28

Konkin V.V.
Options for the construction of a unified
system of radio monitoring in Moscow
region

34

ELECTRONICS. RADIO ENGINEERING

Yelizarov A.A., Shaymardanov R.V.
The analysis of methods and devices
for biofabrics transurethral microwave
thermotherapy

38

Konyukhin V.I., Sedov V.M.
Calculation and pilot studies
of the flat printing two-layer aerial

44

**Gainutdinov T.A., Garankina N.I.,
Kocherzhewski V.G.**

Two-unit matching device
of the long-wave broadcasting
antennas

48

**Kravchenko N.P., Mukhin S.V.,
Presnyakov S.A.**
Millimeter-band slow-wave structures

57

Mozgovoi Yu.D., Khrlikin S.A.
Features of interaction of counter-
propagating electron beams
in the drift tube

64

**Nefedov V.N., Mamontov A.V.,
Simonov V.P., Chebykin A.E.**
Evaluation of microwave radiation
applicability for the heat treatment
of basalt and its products

70

ECONOMY

Boychenko I.V., Serdotetskaya L.K.
Assessment of relationship between
satisfaction and loyalty of tv audience
as consumers of TV advertising

74

PUBLICATIONS IN ENGLISH

Yahya Al-Naggar.
A novel clustering method
for wireless body area sensor
networks using fuzzy logic

78

**Shuvalov V.P., Minina E.A.,
Mitroshina N.O.**
Reasonability of dependability
differentiated service of connection
requests

84

T•Comm
Telecommunications and transport
Volum 9. №6-2015

The journal is included in the list of scientific publications, recommended Higher Attestation Commission Russian Ministry of Education for the publication of scientific works, which reflect the basic scientific content of candidate and doctoral theses.

Founder
"Media Publisher", Ltd.

Publisher
Dymkova Svetlana Sergeevna
ds@media-publisher.ru

Editor in Chief
Dr. Valery Tikhvinskiy

Editorial board

Adzhemov Artem S.
Professor, Rector MTUCI, Russia

Alekseev Evgeny B.
Full Professor, MTUCI, Russia

Bugaev Alexander S.
Academician of the RAS, Russia

Corbett Rowell
Full Professor: Electronic & Electrical Engineering Nazarbayev University, Hong Kong (China), USA

Golovachyov Julius
Managing Consultant Detecon International GmbH, Germany

Dulkeyts Eric
Ph.D., chief executive officer of the corporation Detecon, USA

Kirhgessner Yuri
Ph.D., Director IncotologyLtd., United Kingdom

Kuzovkova Tatyana A.
Ph.D, Dean of the Faculty of Economics MTUCI, Russia

Kyurkchan Alexander G.
Doctor of sciences, Professor MTUCI, Russia

Seilov Shakhmaran Zh.
PhD, President of the Kazakh Academy of Infocomm, Kazakhstan

Sharpe Michael
PhD, vice-president of the European Standards Institute – ETSI, United Kingdom

Sysoev Nikolai N.
Doctor of sciences, Dean of the Faculty of Physics of Moscow State University Lomonosov, Russia

Waal Albert
Ph.D., Senior Research Fellow University of Hanover. Leibniz at the Department of Communications Technology, Germany

Zubarev Yuri B.
Ph.D., corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of Russia, Deputy Chairman of the Expert Council WAC electronics, radio and communications, Russia

All artocles and illustrations are copyrght. All rights reserved.
No reproduction is permitted in whole or part without the express
consent of Media Publisher Joint-Stock Company

© "Media Publisher", 2015

www.media-publisher.ru



ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ БАЗАЛЬТА И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕГО

Нефедов Владимир Николаевич,
д.т.н., профессор, Национальный исследовательский
университет "Высшая школа экономики" (НИУ ВШЭ),
Москва, Россия, 6034348@mail.ru

Мамонтов Александр Владимирович,
к.т.н., доцент, Национальный исследовательский
университет "Высшая школа экономики" (НИУ ВШЭ),
Москва, Россия, a.mamontov@hse.ru

Симонов Валентин Павлович,
д.т.н., профессор, Национальный исследовательский
университет "Высшая школа экономики" (НИУ ВШЭ),
Москва, Россия, vsimonov@hse.ru

Чебыкин Алексей Евгеньевич,
Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики" (НИУ ВШЭ), Москва, Россия,
leksei932@rambler.ru

Ключевые слова: СВЧ-устройство, распределение
температуры, диэлектрический материал, источник
СВЧ-энергии, базальтовое волокно, микроволновый нагрев.

Рассмотрены вопросы применения микроволновых технологий нагрева диэлектриков на примере экспериментальных исследований по оценке эффективности СВЧ сушки базальтового картона и плавления сырья для его производства. Актуальность работы обусловлена поиском инновационных технологий, проводимым многими производственными компаниями в России и за рубежом. Существующие на сегодняшний день технологии для производства изделий из базальтового волокна (штапельного или непрерывного) характеризуются значительными энергетическими затратами, связанными с использованием сжиженного топлива (газ, кокс). Кроме того, для обеспечения существующих норм экологической безопасности производства вынуждены идти на дополнительные затраты, которые впрямую сказываются на конечной цене продукта. В то же время использование микроволн для целей технологического нагрева, как характеризующийся высоким КПД и экологической чистотой процесса термообработки, способно поднять на более высокий уровень показатели самих технологических процессов с одновременным улучшением потребительских свойств обрабатываемого продукта. Базальт и изделия из него (в данной работе – картон значительной толщины) были выбраны в качестве исследуемого объекта не случайно: производство базальтовых волокон растёт год от года с одновременным расширением сфер их применения. Сдерживание расширения рынка сбыта базальтового волокна связано в основном с его относительно высокой стоимостью по сравнению, например, со стекловолокном. Данное экспериментальное исследование направлено в основном на оценку эффективности применения микроволнового нагрева при производстве, как самих базальтовых волокон, так и изделий из них. Приведены результаты экспериментальных исследований процесса плавления базальта, которые позволили определить энергетические затраты, приведённые к весу нагреваемого образца базальта. Эти энергетические затраты составили 0,8кВт·час/кг, что практически на порядок меньше энергетических затрат на плавление базальта при традиционных технологиях. Также представлены результаты применения СВЧ излучения для сушки теплоизолятора в виде картона из базальтового волокна толщиной 24 мм. Показано, что энергетические затраты уменьшаются на 45% по сравнению с сушкой утеплителя по традиционной технологии.

Для цитирования:

Нефедов В.Н., Мамонтов А.В., Симонов В.П., Чебыкин А.Е. Оценка применимости микроволнового излучения для термообработки базальта и изделий из него // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2015. – Том 9. – №6. – С. 70-73.

For citation:

Nefedov V.N., Mamontov A.V., Simonov V.P., Chebykin A.E. Evaluation of microwave radiation applicability for the heat treatment of basalt and its products. T-Comm. 2015. Vol 9. No.6, pp. 70-73. (in Russian).

Современное производство всё большее внимание уделяет поиску новых технологических решений, отвечающих требованиям экологической чистоты, сбережения энергетических ресурсов с одновременным повышением эффективности технологических процессов. Разрабатываются новые материалы, отвечающие современным требованиям, производство которых требует внедрения новых технологических процессов, так как традиционно используемые технологии в этом случае либо оказываются малоэффективными, либо вовсе не способны привести к требуемому результату.

Примером практического исследования возможности применения современных технологий для обработки материалов может служить данная работа.

Предпосылкой для проведения данного исследования явилась необходимость модернизации технологии производства базальтового картона на одном из российских предприятий. Существующий технологический процесс включает в себя формование полотна картона из базальтовых волокон, пропитку сформованного полотна связующим веществом с помощью водной эмульсии и последующее удаление влаги из полотна.

Сушка базальтового картона традиционно производится потоком горячих газов, получаемых от газовой горелки высокой производительности. Такой способ сушки, приемлемый для толщины картона в пределах 4-6 мм, оказался совершенно неприменим для сушки толщин от 15 мм и выше. В связи с этим был предложен способ сушки с применением энергии электромагнитных волн сверхвысокой частоты.

Выбор данного способа нагрева обоснован рядом преимуществ использования СВЧ энергии в качестве источника, в частности, равномерность прогрева значительных толщин материала вне зависимости от его теплопроводности, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую энергию (до 100%), экологическая чистота процесса и ряд других.

Экспериментальные исследования по удалению влаги из базальтового картона, пропитанного водной эмульсией связующего вещества, проводились на образцах картона размерами 140x140мм и толщиной 24 мм. Каждый из образцов был набран из шести отдельных листов картона толщиной 4мм каждый. В среднем начальный вес каждого из образцов составлял немногим более 500 грамм, вес после сушки – около одной-двух десятых от начального веса образца.

Экспериментальные испытания проводились на камерной СВЧ установке лучевого типа мощностью 540 Вт. Для равномерности нагрева образца использовался вращающийся стол с расположенной на нём подставкой из радиопрозрачного диэлектрика. Высота подставки выбиралась исходя из условия расположения нагреваемого материала напротив излучающего волновода камеры. Схематично установка представлена на рис. 1.

Во время проведения эксперимента через равные промежутки времени фиксировались следующие параметры: вес образца, температура внутри образца и температура на поверхности. В связи с малым отклоне-

нием температуры от точки к точке на поверхности картона в расчёт принималась температура в центре площади образца.

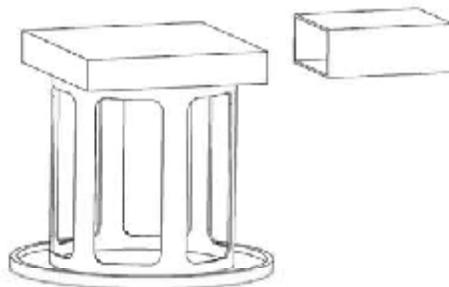


Рис. 1. Схема установки для экспериментального исследования процесса СВЧ сушки базальтового теплоизолятора: 1 – излучающий волновод; 2 – образец исследуемого материала; 3 – диэлектрическая подставка; 4 – вращающийся стол

На рис. 2 представлены результаты измерений для образца базальтового картона, пропитанного эмульсией связующего вещества на основе ПВА.

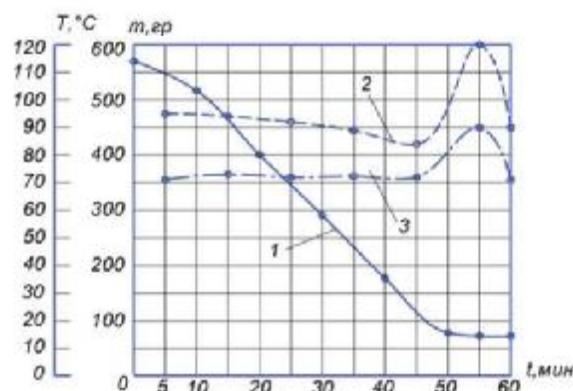


Рис. 2. Экспериментальные зависимости изменения температуры и веса образца от времени нагрева (связующее – ПВА): 1 – кривая изменения веса; 2 – кривая температуры в объёме образца; 3 – кривая температуры на поверхности образца

Как видно из полученных графиков образец картона полностью высушен за 55 минут, изменив свой вес с начальных 570 грамм до конечных 68 грамм. Поведение температуры образца до 45-й минуты нагрева приблизительно линейно и её небольшой спад можно объяснить постепенным выходом воды из объёма, то есть снижением количества основного поглотителя СВЧ энергии в мокром картоне, как раз ответственного за преобразование энергии СВЧ в тепло. Однако при практически полном обезвоживании образца можно предположить, что основным объектом нагрева становится именно связующее вещество картона, так как сами волокна базальта являются радиопрозрачными. Этим можно объяснить резкий скачок температуры после 50-й минуты нагрева. Дальнейший спад строго

объяснить пока не представляется возможным, но, предположительно, он может быть связан с преобразованиями связующего вещества, после которых оно перестаёт поглощать СВЧ энергию.

Проведённые эксперименты показали высокую эффективность процесса сушки базальтового картона с применением нагрева в полях СВЧ. Кроме того показана возможность сушки толстых образцов картона, что недостижимо при традиционной технологии с использованием горячих газов и воздуха. Таким образом, существует возможность существенного улучшения показателей сушки, в частности, сокращения времени обработки, что приведёт и к снижению энергетических затрат.

В технологическом цикле производства изделий из базальта наиболее затратным и хлопотным является процесс получения нитей из расплава базальтового щебня, как обладающий рядом недостатков:

- Длительный этап запуска плавильной печи (несколько дней);
- Топливом для плавильной печи является кокс или газ (реже электроэнергия);
- Необходимость использования для плавления щебня базальта только определённых фракций;
- При технических сбоях на последующих после плавления технологических этапах (формование, отверждение) плавильная печь для поддержания температуры вынужденно работает вхолостую, продолжая потреблять топливо.
- Ряд других недостатков.

Для освобождения от этих недостатков были проведены экспериментальные исследования по оценке возможности применения энергии электромагнитных волн сверхвысокой частоты в процессе плавки базальтового сырья, используя преимущества данного способа нагрева, указанные выше.

Экспериментальным исследованиям подвергся образец кондопожского базальта весом около 700 грамм при объёме в 400 см³. Образец нагревался в СВЧ камере, питаемой одним источником СВЧ мощностью 600 Вт. С целью снижения теплоотдачи в окружающее пространство, образец помещался в теплоизоляционную оболочку из радиопрозрачного материала с низкой теплопроводностью. Для контроля температуры в образце было проделано не-сквозное отверстие небольшого диаметра (2 мм), заканчивавшееся приблизительно в геометрическом центре объёма образца. Такое расположение отверстия обусловлено объёмным характером нагрева образца при воздействии СВЧ излучения и ожидаемым максимумом температуры именно в середине нагреваемого объёма.

Измерение температуры проводилось термопарным датчиком в течение нескольких секунд после извлечения базальта из камеры нагрева. К сожалению, возможности используемого измерительного оборудования не позволили подняться в измерениях выше 500°C. Результаты проведённых измерений представлены в табл. 1.

Таблица 1

t, мин	0	2	2	2	2	2
T, °C	22	110	200	300	380	450

После проведения последнего измерения, указанного в таблице, образец был помещён в камеру, где подвергся непрерывному нагреву до появления видимого даже сквозь теплоизолятор яркого свечения. Это время нагрева составило 20 минут. После этого образец был извлечён из камеры и расколот на две части.

После разделения двух частей расплавленная внутренняя область образца вытянулась в стекловидные нити разной толщины, что свидетельствует о достижении необходимой для этого температуры. Принимая во внимание текучесть расплава, температуру внутренней области сразу после прекращения нагрева можно оценить в приблизительно 1500°C. Результаты проведённых экспериментальных исследований в виде зависимости температуры нагрева от времени воздействия СВЧ мощности графически представлены на рис. 3.

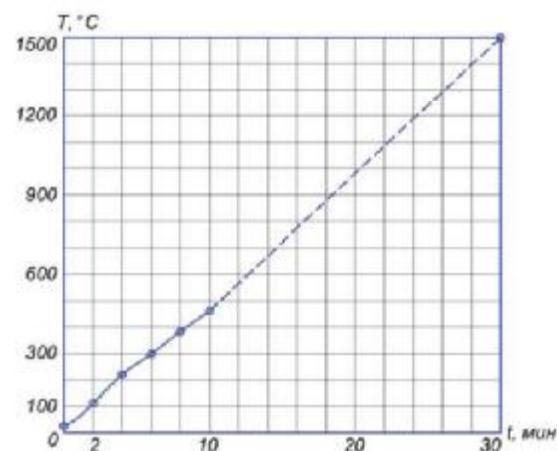


Рис. 3. Зависимость температуры образца базальтового щебня от времени нагрева в СВЧ камере

Сплошная линия, проведённая через экспериментально полученные точки, практически совпадает по своему характеру с экстраполированным участком, изображённым пунктиром. Общий вид графика демонстрирует практически линейную зависимость роста температуры внутри образца со временем нагрева в СВЧ камере. Кроме того, полученные данные (масса и объём образца, время нагрева до конечной температуры, мощность источника СВЧ камеры) позволили оценить энергозатраты, приведённые к объёму нагреваемого материала, которые составили 1,5 МВт/м³.

Обобщая полученные данные измерений в ходе проведения экспериментальных исследований, можно вполне обоснованно сделать заключение о практической перспективе применения СВЧ нагрева в технологии плавления базальта.

При этом такая технология будет обладать несомненными преимуществами по сравнению с традиционно используемыми на сегодня, такими как быстрый запуск процесса плавления; отсутствие горючего топлива и, как следствие, резкое снижение вредных выбросов в атмосферу; возможность плавить практически любые фракции базальтового щебня; возможность получения очень высокой температуры для обеспечения нужной текучести расплава; выгодные энергетические характеристики, обусловленные "адресным" характером СВЧ нагрева; отсутствие транспортов для топлива (к примеру, трубопроводов для газа) и затрат на их обслуживание и т.д.

Литература

1. Мамонтов А.В., Назаров И.В., Нефедов В.Н., Потапова Т.А. Микроволновые технологии, Москва, ГНУ "НИИ ПМТ", 2008. – 308 с.
2. Swaminathan G., Datta A.B., Satapathy L.N. Microwave sintering of abrasion resistant alumina liner tiles, p.5 of the Proceedings of

the Fourth World Congress on Microwave and Radio Frequency Applications, Austin, Texas, (7-12 November 2004).

3. Mehdizadeh M. Microwave/RF methods for detection and drying of residual waterin polymers, p.32 of the Proceedings of the Fourth World Congress on Microwave and Radio Frequency Applications, Austin, Texas, (7-12 November 2004).

4. Мамонтов А.В., Нефедов В.Н., Тув А.Л., Языков Д.А. Исследование возможности плавления базальта с помощью СВЧ энергии // Измерительная техника, №9, 2012, с. 49-51

5. Мамонтов А.В., Нефедов М.В., Нефедов В.Н., Савченко И.М. Термообработка листового теплоизоляционного материала с использованием микроволнового излучения // Метрология. – 2010. – № 11. – С. 38-42.

6. Мамонтов А.В., Нефедов В.Н. Уничтожение биологических вредителей в изделиях из шерстяных тканей методом СВЧ нагрева // Материалы международной научно-технической конференции "Инновационные информационные технологии", Прага – 2012, изд-во МИЭМ, 2012. – С. 488-491.

7. Мамонтов А.В., Назаров И.В., Нефедов М.В., Нефедов В.Н., Савченко И.М. Микроволновый метод создания равномерного распределения температуры в объемных диэлектрических материалах // Метрология. – 2010. – №12. – С. 36-42.

EVALUATION OF MICROWAVE RADIATION APPLICABILITY FOR THE HEAT TREATMENT OF BASALT AND ITS PRODUCTS

Nefedov V.N., Mamontov A.V., Simonov V.P., Chebykin A.E., Moscow, Russia

Abstract

In the article the questions of application of microwave heating technology of dielectrics are examined by the example of experimental studies assessing the efficacy of microwave drying of basalt cardboard and melting of raw materials for its production. The relevance of this work stems from the search for innovative technologies by numerous production companies in Russia and abroad. Existing technologies for production of basalt fiber (staple or uninterrupted) are characterized by significant energy costs associated with the use of fuel burned (natural gas, coke). In addition, to ensure the existing standards of environmental safety manufacturers are forced to make additional expenses that directly affect the final price of the product. At the same time, the use of microwaves for the purpose of heating technology, characterized by high efficiency and environmental friendliness of the process of heat treatment, is capable to increase indicators of the manufacturing processes to a higher level and simultaneously improve consumer properties of the processed product. Basalt and articles thereof (in this paper, cardboard of considerable thickness) were selected as the investigated object not accidentally: the production of basalt fibers is growing year by year with the simultaneous expansion of their scope. Deterrence of expanding the market of basalt fiber is mainly due to its relatively high cost compared to, for example, fiberglass. This experimental study is aimed mainly to evaluate the effectiveness of microwave heating in the production of both the basalt fibers and products. The paper presents the results of experimental studies of basalt melting, which allowed determining the energy costs refer to the weight of the heated sample of basalt. These energy costs amounted to 0.8 kW?h/kg, that is almost an order less than energy consumption for basalt melting using traditional technology. Also the results of applying the microwave radiation for drying the basalt fiber thermoinsulator in the form of cardboard with thickness of 24 mm are presented. It is shown that the energy costs are reduced to 45% as compared to the drying process with the use of traditional technology.

Keywords: microwave device, temperature distribution, dielectric material, microwave source, basalt fiber, microwave heating

References

1. Mamontov A.V., Nazarov I.V., Nefedov V.N., Potapova T.A. (2008), Mikrovolnovye tekhnologii [Microwave technologies], GNU NIIPMT, Moscow, Russia. [in Russian]
2. Swaminathan G., Datta A.B., Satapathy L.N. (2004), "Microwave sintering of abrasion resistant alumina liner tiles", Proceedings of the Fourth World Congress on Microwave and Radio Frequency Applications, Austin, Texas, USA, 7-12 November 2004, pp. 5-9.
3. Mehdizadeh M. (2004) "Microwave/RF methods for detection and drying of residual waterin polymers", Proceedings of the Fourth World Congress on Microwave and Radio Frequency Applications, Austin, Texas, USA, 7-12 November 2004, pp. 32-35.
4. Mamontov A.V., Nefedov V.N., Tuv A.L., Yazykov D.A. (2012), "An investigation of the possibility of melting basalt using microwave energy", Measurement Techniques, vol.55, No. 9. pp. 1068-1070. [in Russian]
5. Mamontov A.V., Nefedov M.V., Nefedov V.N., Savchenko I.M. (2010) "Heat treatment of the sheet insulating material using microwave radiation" Metrologiya, No. 11. pp. 38-42.
6. Mamontov A.V., Nefedov V.N. (2012) "Disinsectization in products made of wool fabrics by the method of microwave heating", Proceedings of the international conference "Innovative information technologies", Prague, Czech Republic, pp. 488-491. [in Russian]
7. Mamontov A.V., Nazarov I.V., Nefedov M.V., Nefedov V.N., Savchenko I.M. (2010), "Microwave method of creating a uniform temperature distribution in the bulk of dielectric materials", Metrologiya, No. 12. pp. 36-42. [in Russian]

Information about authors:

Vladimir Nefedov, Ph. D., professor, National Research University "Higher School of Economics", Russia, Moscow, 6034348@mail.ru; Alexandr Mamontov, Ph. D., professor, National Research University "Higher School of Economics", Russia, Moscow, a.mamontov@hse.ru; Valentin Simonov, Ph. D., professor, National Research University "Higher School of Economics", Russia, Moscow, vsimonov@hse.ru; Alexey Chebykin, National Research University "Higher School of Economics", Russia, Moscow, leksei932@rambler.ru