



Л.Н. Гумилев атындағы  
Еуразия ұлттық университетінің

# ХАБАРШЫ

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
**ВЕСТНИК**

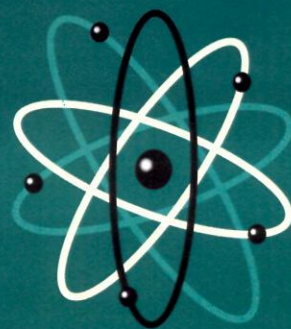
Евразийского национального  
университета имени Л.Н. Гумилева

1995 жылдан шыға бастады ■ Основан в 1995 г. ■ Since 1995

ISSN 1028-9364

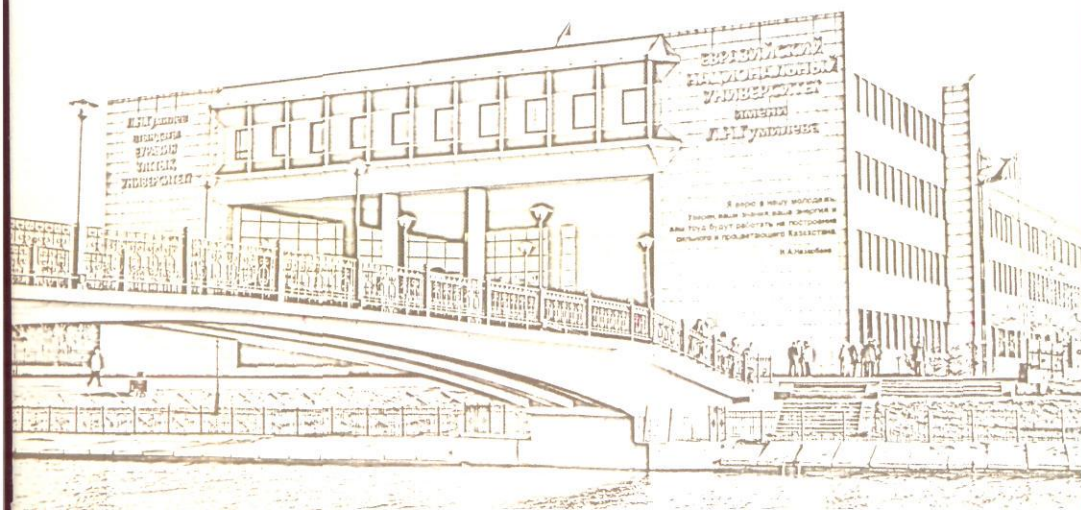
SCIENTIFIC JOURNAL  
**HERALD**

L.N. Gumilyov Eurasian  
national University



№ 2 (99) 2014

**II**  
БӨЛІМ



---

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНАҒЫ  
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ  
УНИВЕРСИТЕТІ



ЕВРАЗИЙСКИЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Л.Н. ГУМИЛЕВА

L.N. GUMILYOV EURASIAN  
NATIONAL UNIVERSITY

# ХАБАРШЫ

1995 жылдың қантарынан жылына 6 рет шығады

II бөлім

№ 2 (99) · 2014

# ВЕСТНИК

выходит 6 раз в год с января 1995г.

II часть

# HERALD

Since 1995

II part

Астана

ТЕХНИКА	ТЕХНИКА
<i>М.А. Бейсенби, Н.М. Кисикова, Б.У. Жылкыбаев, М.М. Досамалбаева</i>	
<b>Экономикалық жүйенің негізгі қорларының дамуындағы детерминделген бейберекетсіздік</b>	7
<i>Ж.Б. Байнатов, С.Ж. Бағитова, Д.О. Базарбаев</i>	
<b>Вероятностная оценка точности расчета и качества строительных конструкций</b>	12
<i>Т. Е. Ермеков</i>	
<b>Надежность фронтальной выемки очистного горного робототехнологического комплекса для разработки угольных пластов</b>	17
<i>М.А. Бейсенби, Н.С. Мукатаев, А.Т.Кичубаева</i>	
<b>Метод функций Ляпунова в исследовании систем управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости</b>	25
<i>Ә.С. Сейітқазиев, К.Қ. Шылыбек, С.Б.Жапарова, Қ.Ә. Сейітқазиева</i>	
<b>Түзданған жерлерді жақсартудағы экологиялық тиімді шаю мөлшерлерін анықтау әдістері</b>	34
<i>М.А.Бейсенби, Д.К.Сатыбалдина, Р.Ф.Галымова</i>	
<b>Исследование систем управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости методом функций Ляпунова</b>	42
<i>Д.Н.Дюсенова, А.Т. Канаев</i>	
<b>Анализ внедрения интегрированной системы менеджмента на предприятиях</b>	51
<i>Ж.М. Негманова, А.С. Сийжинбаева, М.Р. Хантурин</i>	
<b>Изменение биохимических показателей крови при острой интоксикации солями цинка</b>	56
<i>М.А.Бейсенби, Л.Г.Абдрахманова, А.Р.Ойнаров, М.А.Жакенов</i>	
<b>Метод увеличения потенциала робастной устойчивости систем управления процесса сушки материалов</b>	61
<i>Е.К. Нуржумин, Г.Д.Кусаймова, Г. Мусайф</i>	
<b>Кенорындарына жанасқан аймақтардың құрылымы мен параметрлері арасындағы тәуелділікті, бағалау тәсілдері</b>	70
<i>М. А. Бейсенби, С. Т. Сулейменова, Ж. М. Жалмухамедова</i>	
<b>Метод функций Ляпунова при исследовании систем управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости</b>	75
<i>S.Zh. Bagitova, M.I. Gudovich</i>	
<b>Research of ways to reduce the deformation of working equipment of tower cranes</b>	85
<i>Н.Б. Мапитов, Ш.М. Жумадина</i>	
<b>Влияние климатических факторов на радиальный прирост сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris L.</i>) в Чалдайском ленточном бору</b>	89
<i>А.С.Сейтқазиев, К.К.Шылыбек, С.Б.Жапарова</i>	
<b>Разработка метода моделирования баланса влаги в почве с использованием уравнения влагопереноса</b>	94
<i>Т.Б. Сүлейменов, А.Б. Бөбеев, Д.М. Шарпапдинова, Ш.М. Кожебергеноева</i>	
<b>Мультимодальды көлік-логистикалық орталықтарының жұмысын ұйымдастыру</b>	102
<i>М.И.Арпабеков, Ж.Ә.Баймбетов</i>	
<b>Приоритеты развития международных перевозок в Республике Казахстан</b>	107
<i>Р.Р. Бейсенова, Б. Шәймәрдан</i>	
<b>Гидразиндердің зат алмасуға әсері</b>	112
<i>Р.У. Чекаева, С.Б. Кайдаулова</i>	
<b>Архитектура усадебных жилых домов на примере сел Северо-Казахстанской и Акмолинской области</b>	117
<i>А.К.Кинжибекова, М.Г.Жумагулов, Л.В.Кармишина</i>	
<b>Влияние температуры эксплуатации на физические свойства теплоизоляционных материалов</b>	124
<i>Б.Р. Касимова, Д.Е. Баксултанов</i>	
<b>Вопросы загрязнения атмосферного воздуха и его мониторинга города Астана</b>	128
<i>М.И. Арпабеков, С. Утепов</i>	
<b>Дорожное поведение в обстановке риска</b>	135
<i>А.И. Шуркин, С.С. Байтасова, Ш.Б.Хаметова</i>	
<b>Экологическая безопасность и экономическая эффективность фотоэлектрической системы на предприятии «КапиталНатурПродукт»</b>	141

<i>Е.Н. Хмырова, А.О. Даулетова, Н.А. Имранова, М.Б. Игемберлина, Г. Мусайф, Н.С. Доненбаева</i>	
<b>Методика геодезического контроля строительных конструкций жилого комплекса Гранд Астана</b> .....	146
<i>С. Заган, З.А. Малгождарова</i>	
<b>Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуді стандарттау</b> .....	154
<i>Б.Р. Касимова, Д.Е. Баксултанов</i>	
<b>Разработка программной реализации исследования электрических фильтров на базе интеграций NI Multisim и LabVIEW</b> .....	158
<i>М.И. Арпабеков, К. Сулейменова</i>	
<b>Технологии погрузочно-разгрузочных работ с сыпучими материалами</b> .....	166
<i>А.Е. Алимбаев, О.Т. Балабаев, М.М. Дүйсенов, Д.К. Саржанов</i>	
<b>Автокөлік жолдарында қар тазалау техникасын пайдалану мен жақсартудың өзекті мәселелері</b> .....	281
<i>Д.А. Baiaristanov, M.B. Elgondina</i>	
<b>Motion of a satellite-gyostat in gravitational field</b> .....	174
<i>Б.Р. Касимова, В.Л. Ватрас</i>	
<b>Мультимодульная ветроэлектростанция с изменяемым количеством рабочих лопастей</b> .....	178
<i>С.С. Каримов, Қ.С. Құлманов, Н.Б. Мансуров</i>	
<b>Аралы цилиндр білігінің қаттылығын статикалық түрде анықтау</b> .....	184
<i>Ж.А. Игильманов, А.А. Баймұқанбетова</i>	
<b>Темір жолды көпірлердің эксплуатациялық сапасына сыртқы факторлардың әсері</b> .....	188
<i>Н.А. Данияров, М.И. Арпабеков, А.М. Арпабек</i>	
<b>Анализ результатов сравнительной оценки уровня качества транспортной техники</b> .....	193
<i>Б.Ж. Жупарган, А.Б. Накипов</i>	
<b>Референц станциялардың құрылымы және құрылуы</b> .....	199
<i>Ш.Т. Абдыкаримова</i>	
<b>Казахстан в аспекте историко - архитектурных взаимовлияний</b> .....	203
<i>Н.К. Сатыпалдиев, У.А. Усипбаев, А.А. Мейірбеков, Т.К. Саматаев</i>	
<b>Теоретическое обоснование оценки загрязнения атмосферы выбросами автомобильного транспорта</b> .....	210
<i>С.С. Каримов, Қ.С. Құлманов, Н.Б. Мансуров</i>	
<b>Шиттен талшықты бөлетін джиперлеу машиналарының зерттелген параметрлері</b> .....	214
<i>З.К. Сансызбаева</i>	
<b>Некоторые вопросы совершенствования работы автопредприятия</b> .....	217
<b>БИОЛОГИЯ</b> .....	<b>БИОЛОГИЯ</b>
<i>В.С. Киян, Д.Д. Сарбасов, Р.И. Берсимбаев</i>	
<b>Получение рекомбинантного белка <i>Importin β1</i> для экспрессии в клеточных культурах</b> .....	221
<i>А.А. Кусаинова, С. Ондыбаева, О.В. Булгакова, Р.И. Берсимбай</i>	
<b>Роль онкосупрессора p53 в патогенезе рака легкого</b> .....	226
<i>А.А. Жылжибаев, Т. Шайкен, Д. Сарбасов, Р.И. Берсимбаев</i>	
<b>Определение взаимодействия mTOR комплекса с белком ядерной поры RanBP2</b> .....	234
<i>А.С. Сегізбаева</i>	
<b>Сравнительная характеристика роста и развития свинок с учетом степени физиологической зрелости</b> .....	239
<i>О.Н. Бабенко, З.А. Аликулов</i>	
<b>Возможная роль молибденсодержащих ферментов в устойчивости растений к солевому стрессу</b> .....	247
<i>О.А. Аймаков, Э.Ж. Алимкулова, В.Ю. Кириллов</i>	
<b>Роль биологических мембран в области естественных наук</b> .....	262
<i>Р. Бейсетаев</i>	
<b>Специфические тембровые характеристики парных согласных казахского языка и физиологические механизмы их образования</b> .....	266
<i>Л.В. Резник, С.Ж. Кабиева, А.С. Динмухамедова, Г.Б. Смагулова</i>	
<b>Влияние йододефицита на состояние здоровья девочек-подростков</b> .....	275
<i>Г.А. Шалахметова, Ө.Ж. Бакенова, Р.Б. Улекова, О.Н. Бабенко, Г.М. Тулегенова, З.А. Аликулов</i>	
<b>Изучение гормональной регуляции и влияния молибдена на процессы покоя и прорастания семян пшеницы</b> .....	281



<i>Echinacea purpurea</i> L. Moench вегетативтік мүшелерінің анатомиялық ерекшеліктері .....	287
А. Серікбаева, М.С. Кулатаева, Г.М. Тулегенова, Г.А. Шаламбетова, З.Ә. Әліқұлов	
Топырақтағы тұздың жоғары концентрациясының галофиттердің мүшелеріндегі антиоксиданттардың деңгейіне тигізетін әсерін зерттеу .....	291
А.Б. Суюнова, О.А. Тен	
Стабильность лизина в кормовых добавках .....	296
Г.Н. Жақұпова, М. Н. Төленбаева	
Өсімдіктекті қоспалар негізінде жасалынған сүт өнімдерінің технологиясының талдауы және келешектегі дамуы .....	301
И.Е. Парамонова, Д.С. Балпанов, О.А. Тен	
Биотрансформация сока сахарного сорго в кормовую белковую добавку .....	309
А.Д. Дукенбаева	
Биологические особенности развития токсин продуцирующего вида водорослей <i>Ostreopsis ovate</i> рода <i>Dinoflagellata</i> sp. ....	315
Г. Н. Жақұпова, Н. Ж. Бегділдаева	
Биоқоспалар қосу арқылы жасалған сүтқышқылды өнімдердің қазіргі жағдайы және даму қарқыны .....	320
А.С. Сегізбаева, А.И. Кузнецов	
Влияние подготовленности организма стресс-устойчивых свиноматок к репродукции на их молочность и воспроизводительные качества .....	325
А.А. Шегебаева, Г.Н. Бисенова, А.К. Торин	
Биопрепараты - биостимуляторы роста и защиты растений .....	331
Э.К. Адильбекова, А.К. Мамырбекова, Р.У. Мамыкова	
<i>Synedra acis</i> диатомды балдырлар негізінде эйкозапентаен қышқылының биосинтезін зерттеу .....	339
А.С. Сегізбаева	
Особенности роста и развития обменных процессов свинок с разной степенью физиологической зрелости при рождении .....	344

**ХИМИЯ**

**ХИМИЯ**

И.В. Корольков, Д.Т. Ниязова, Н. Ершатқызы, А.А. Машенцева, А.А. Талтенов	
Фотохимическое окисление полимерных трековых мембран пероксидом водорода .....	351
Н.Б. Касенова, Р.Ш. Еркасов	
Синтез и исследование магнитных свойств тетраядерных комплексов железа (II) с цианосодержащими лигандами .....	360
Д.Т. Ниязова, А.А. Машенцева, М.Ю. Лежнева, В.Ю. Никонов, М.И. Романюгина	
<i>In vitro</i> исследование биологической активности суммарных экстрактов листьев и почек <i>Betula Pendula</i> Roth. ....	368
Н.Б. Касенова, Р.Ш. Еркасов	
Спин-кроссовер в тетраядерных комплексах железа (II), $[(trpa)Fe(\mu-CN)_4]_4X_4$ ( $X = ClO_4^-, BF_4^-, PF_6^-$ ) .....	374
Р.К. Надиров, А.С. Садырбаева, К.С. Надиров, Г.Ж. Бымбетова, А.М. Туребекова	
Исследование влияния стадии нейтрализации на выделение госсипола из хлопкового масла .....	379
В.Г. Голубев, М.К. Жантасов, А.С. Садырбаева, Ч.М. Тлеутов, К.С. Затыбеков, С.Ж. Айкенова	
Исследования процесса вытеснения нефти из модели нефтяного пласта методом щелочного воздействия .....	385
Е.Г. Махова, Т.А. Арыстанова, С.К. Ордабаева, А.О. Сопбеков	
Разработка способа получения и спектральный анализ нового модифицированного производного изониазида .....	390
В.Г. Голубев, М.К. Жантасов, А.С. Садырбаева, Ч.М. Тлеутов, К.С. Затыбеков, С.Ж. Айкенова	
Исследования межфазного натяжения на границе раздела нефть - щелочной раствор .....	397

**ЖАС Ғ.А. БЫЛАДАР МШБЕРІ**

**ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

М.С. Сембин	
Проблемы цифровой архитектуры .....	401
Г.Г. Нұрманова	
GPS радионавигациялық спутник жүйесін геодезия және маркшейдер саласында қолдану .....	407

<i>Е.О. Шакабаев</i>	
<b>Новые технологии в геодезических работах</b> .....	411
<i>А.Б. Алтайбаева</i>	
<b>Геометротермодинамика фотонного газа</b> .....	415
<i>Е. А. Гузеева</i>	
<b>К вопросу об использовании альтернативных источников энергии и биопозитивных материалов в архитектуре Казахстана</b> .....	421
<i>Е.К. Досумбеков</i>	
<b>Характеристики и особенности кристаллов программируемых логических интегральных схем FPGA</b> .....	425

УДК 621.1.016

А.К.Кинжибекова, М.Г. Жумагулов, Л.В.Кармишина

## Влияние температуры эксплуатации на физические свойства теплоизоляционных материалов

*(Инновационный Евразийский университет, г.Павлодар, Казахстан)*

*(Евразийский Национальный университет им.Н.Гумилева, г.Астана, Казахстан)*

В данной статье рассмотрены вопросы влияния температуры эксплуатации на физические свойства волокнистых теплоизоляционных материалов. Проведены эксперименты по определению плотности материалов при их нагреве от 20 до 600 °С. Проведён анализ полученных зависимостей и регрессионный анализ. Результаты экспериментов показывают, что применение тепловой изоляции при высоких температурах приводит к изменению физических свойств материалов, а именно плотности и теплопроводности.

**Ключевые слова:** тепловая изоляция, плотность, температура, нагрев, теплопроводность.

Экономия топливно-энергетических ресурсов имеет значительно более высокую рентабельность по сравнению с наращиванием добычи топлива и строительством новых мощностей по производству энергии.

Большое значение в этой энергетической программе имеет высокоэффективная тепловая изоляция.

От правильного выбора тепловой изоляции во многом зависит возможность проведения технологических процессов в заданных параметрах с наименьшими энергетическими затратами, создание безопасных и комфортных условий работы обслуживающего персонала на производстве. Тепловая изоляция обеспечивает транспорт тепла от источника до потребителя с наименьшими потерями, предотвращает замерзание холодной воды в трубопроводах в зимнее время года, позволяет хранить сжиженные и природные газы в изотермических хранилищах, обеспечивает снижение энергозатрат на отопление зданий и сооружений.

Однако в процессе эксплуатации теплоизоляционные конструкции подвергаются температурным, влажностным, механическим, и другим воздействиям.

Основными показателями, характеризующими эффективность теплоизоляционных материалов и пригодность их применения для различных условий, являются: плотность, теплопроводность, температуростойкость, сжимаемость и упругость (для мягких материалов), прочность на сжатие при 10% деформации (для жестких и полужестких материалов), вибростойкость, горючесть, водостойкость и стойкость к воздействию химически агрессивных сред, содержание органических веществ [1].

Теплопроводность теплоизоляционных материалов изменяется в зависимости от температуры и плотности, поэтому при выборе материала для конкретной конструкции необходимо учитывать оба этих фактора.

Обычно теплоизоляционные материалы с низкой плотностью имеют низкую теплопроводность в диапазоне средних температур до 100-150 °С, при повышении температуры теплопроводность материалов резко увеличивается. В то же время материалы с высокой плотностью имеют более высокую теплопроводность при низких температурах, в то же время при более высокой температуре теплопроводность этих материалов ниже, чем у материалов с низкой плотностью при той же температуре.

Это свойство во многом определяет необходимость уплотнения волокнистых теплоизоляционных материалов на монтаже до плотности, при которой теплоизоляционный материал имеет оптимальную теплопроводность.

Исследования, проведенные в разные годы в институте «Теплопроект» показали, что для минераловатных теплоизоляционных материалов оптимальная плотность в конструкции должна составлять 120-150 кг/м<sup>3</sup>, стекловолоконных и изделий из супертонкого базальтового и стеклянного волокна — 60-80кг/м<sup>3</sup> [1].

Немаловажное значение для теплоизоляционных материалов имеет допустимая температура применения теплоизоляционных изделий.

Наиболее температуростойкими являются изделия из муллитокремнеземистого волокна (до 1100 °С), затем базальтового супертонкого волокна (до 900 °С), базальтовой (до 700 °С) и шлаковой ваты (до 600 °С), стеклянного супертонкого волокна без связующего и непрерывного волокна (до 450 °С), стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (до 180 °С).

Еще более низкую температуру применения имеют изделия из вспененного каучука и пенополиуретана (до 150 °С — в зависимости от марки), пенополиэтилена (до 100 °С) и пенополистирола ПСБ-С (60-70 °С).

Минераловатные изделия на синтетических связующих не могут применяться при температуре изолируемой поверхности более 400 °С.

Тем не менее опыт эксплуатации высокотемпературных агрегатов показал, что не всегда соблюдаются предельные температуры при использовании тепловой изоляции. Длительная работа изоляции при повышенных температурах приводит к изменению основных ее характеристик, включая и плотность материала.

В связи с этим был проведен ряд экспериментов по определению влияния температуры материала на его плотность. С этой целью были изучены следующие теплоизоляционные материалы:

1. минеральная вата,
2. базальтовая изоляция,
3. полиуретан,
4. материал SuperSil.

Первым этапом эксперимента была подготовка, замер образцов, расчет плотности при температуре окружающей среды +20 °.

Для перечисленных материалов был произведен нагрев и выдержка соответствующего образца в нагревательной печи до определенной температуры. Эксперимент был повторен при каждой температуре 5-6 раз.

Результаты эксперимента представлены в таблице 1, таблице 2 и на рисунках 1-4.

Таблица 1 – Результаты эксперимента

t, °C	Плотность, ρ, / <sup>3</sup>		
	минеральная вата	базальтовая изоляция	материал SuperSil
20	0,1018	0,163	0,141
200	0,117	0,1618	0,134
300	0,0994	0,1415	0,1265
400	0,1115	0,1352	0,1204
500	0,1266797	0,1419	0,1348
600	0,1266816	0,15696	0,1598

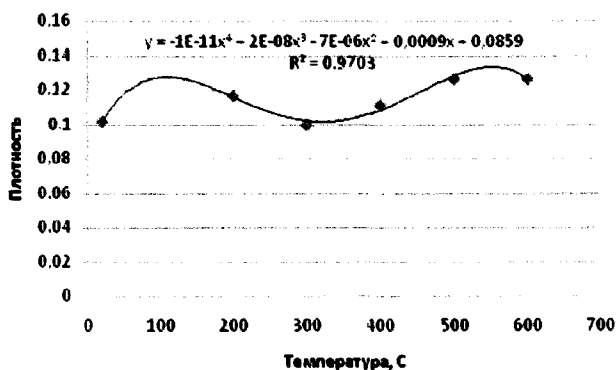


Рисунок 1. – Влияние температуры на плотность минеральной ваты



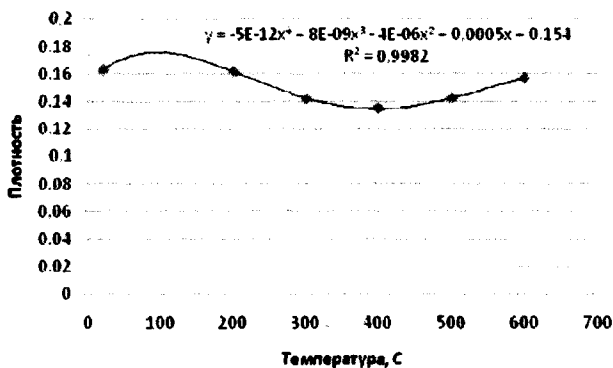


Рисунок 2. – Влияние температуры на плотность базальтовой изоляции

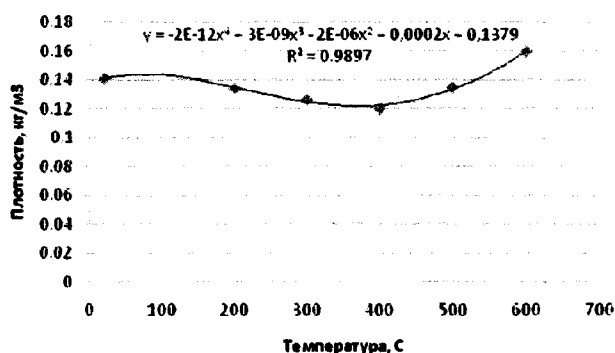


Рисунок 3. – Влияние температуры на плотность материала SuperSil

Анализ полученных зависимостей показал, что с ростом температур нагрева плотность тепловой изоляции уменьшается, достигая минимума в зоне температур от 300 °С до 400 °С. В этот период образцы материалов уменьшаются в массе, что объясняется как удалением влаги, так и изменениями в самом материале. Эти изменения связаны с тем, что при длительной работе теплоизоляции при повышенных температурах происходит частичное выгорание связующего материала. В конечном итоге это приводит к снижению «прочности» самого материала.

Как правило, именно температурой применения регламентируется использование тепловой изоляции (на битумном связующем, на синтетическом связующем). Так, в отличие от многих других минераловатных изделий базальтовое супертонкое волокно не содержит фенолформальдегидного связующего материала, что выгодно отличает его от подобных материалов (в отношении температуры применения). Производство теплоизоляционных материалов в виде минеральной ваты основано на выдувании из расплавленной базальтовой породы тончайшего волокна (диаметр – до 8 мкм, длина – от 2 до 10 мм), которое при смешивании с органическим связующим позволяет получать волокнистую структуру материала, прочно удерживающего в себе воздух [2].

Дальнейшее повышение температуры в эксперименте приводит к увеличению плотности материалов. Это объясняется существенной потерей объема вследствие происходящих структурных изменений исследуемыми образцами при температурах выше 400 °С.

Регрессионный анализ позволил получить зависимости плотности от температуры в виде полинома четвертой степени с величиной достоверности аппроксимации  $R^2$  от 0,970 до 0,998.

## ЛИТЕРАТУРА

1 [http://termosteps.pro/articles/article\\_2](http://termosteps.pro/articles/article_2)

2 [http://ztim.ru/klassifikacia\\_teploizolyacionnyh\\_materialov](http://ztim.ru/klassifikacia_teploizolyacionnyh_materialov)

Кинжибекова А.К., Жумагулов М.Г., Кармишина Л.В.

**Пайдалану температурасының жылу оқшаулау материалдарының физикалық қасиеттеріне әсері**

Бұл мақалада пайдалану температурасының талшықты жылу оқшаулау материалдарының физикалық қасиеттеріне әсерінің мәселелері қарастырылды. Материалдарды 20-дан 600 °С-қа дейін қыздырғанда олардың тығыздығын анықтайтын эксперименттер өткізілді. Алынған тәуелділіктерге талдау жүргізілді және регрессиялық талдау жасалды. Эксперименттердің нәтижелері жылу оқшаулауды жоғары температураларда пайдалану материалдардың физикалық қасиеттерін, атап айтқанда тығыздық пен жылу өткізгіштігін өзгеріске әкелетіндігін көрсетті.

**Түйін сөздер:** жылу оқшаулау, тығыздық, температура, қыздыру, жылу өткізгіштік.

Kinzhibekova A.K., Zhumagulov M.G., Karmishina L.V.

**The influence of operating temperature on the physical properties of insulation materials**

The article describes the effect of operating temperature on the physical properties of fibrous insulation materials. The experiments for determining the density of materials when heated from 20 to 600 °C have been conducted. The analysis of the obtained relationships and regression analysis have been carried out. The results of the experiments show that the use of thermal insulation at high temperatures leads to a change in physical properties of materials, namely density and thermal conductivity.

**Keywords:** thermal insulation, density, temperature, heating, thermal conductivity.

**Об авторах:**

Кинжибекова Акмарал Кабиденовна - к. т. н., заведующая кафедрой, Инновационный Евразийский университет, кафедра Энергосберегающие технологии e-mail: akmaral70@mail.ru

Жумагулов Михаил Григорьевич - к. т. н., старший преподаватель Евразийский Национальный университет им.Н.Гумилева, кафедра Теплоэнергетика e-mail: mikelike2000@yandex.ru

Кармишина Лидия Васильевна - магистрант, Инновационный Евразийский университет, кафедра Энергосберегающие технологии e-mail: lidusik.08.88@mail.ru

*Поступила в редакцию 14.01.14*

*Рекомендована к печати 30.01.14*