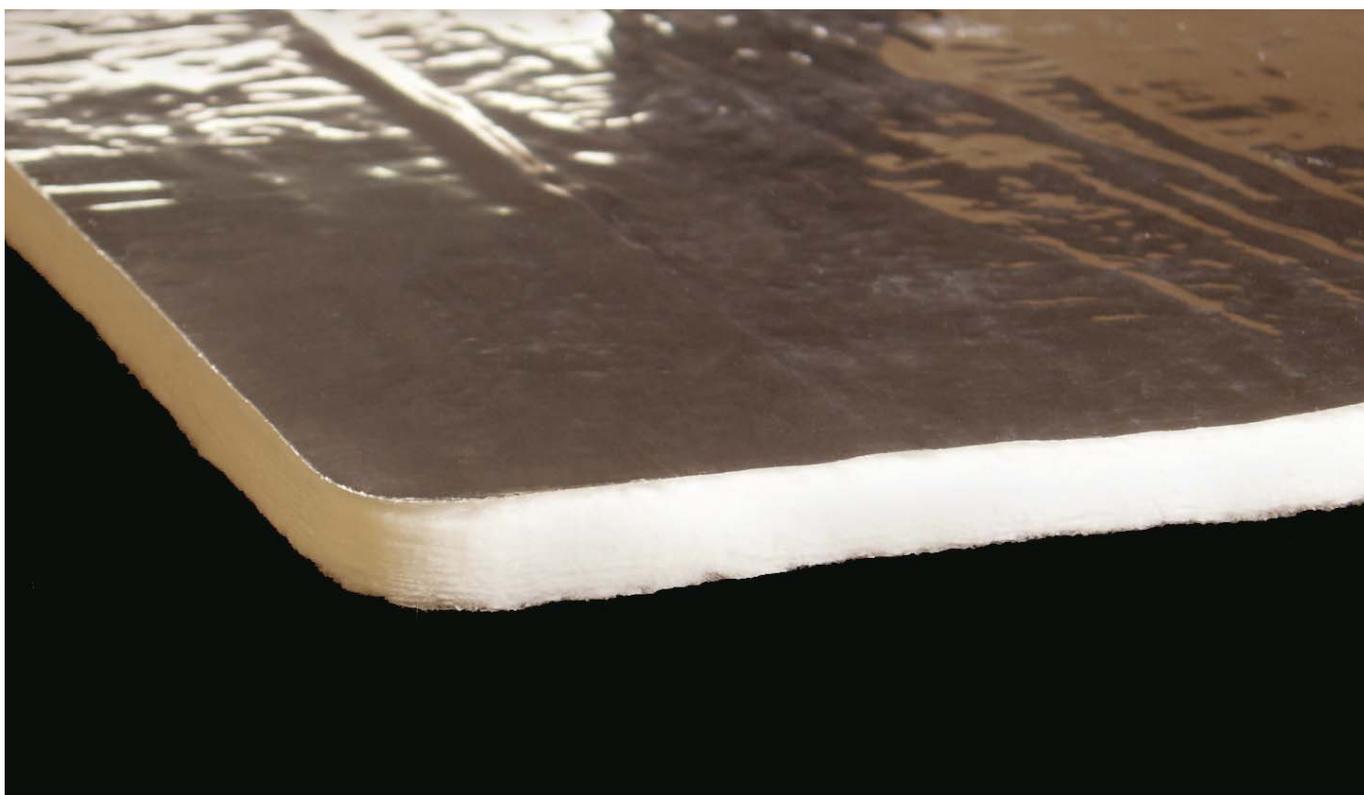


Cryogel Insulation

ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО



Содержание

Введение		3
Теплопроводность		4
	ASTM C 177 - Теплопроводность	
Устойчивость к деформации и к механическому воздействию		5
	ASTM E 228 – Линейный коэффициент теплового расширения	
	ASTM C 1101 – Эластичность при температуре окружающей среды	
	ASTM C 1101 с изменениями – Эластичность при сверхнизкой температуре	
Водонепроницаемость		5
	ASTM C 1104 – Поглощение водяных паров	
	ASTM C 1511 – Водонепроницаемость (Гидрофобность)	
	ASTM E 96 – Скорость паропроницаемости	
Устойчивость к химическому воздействию и коррозии		6
	ASTM C 871 – Общие технические условия для термоизоляции, используемой в контакте с аустенитной сталью	
Испытания на огнестойкость		6
	ASTM E 84 – Распространение огня и дыма	
	UL 1709 – Защита конструкционной стали от воздействия пламени	
Приложение А -	С 177 ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ	7
Приложение В -	ASTM E 228 ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ	16
Приложение С -	ASTM C 1104 – ПОГЛОЩЕНИЕ ВОДЯНЫХ ПАРОВ ASTM C 1511 – ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ (ГИДРОФОБНОСТЬ) ASTM C 1101 – ЭЛАСТИЧНОСТЬ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ASTM C 1101 С ИЗМЕНЕНИЯМИ – ЭЛАСТИЧНОСТЬ ПРИ СВЕРХНИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ASTM E 96 – СКОРОСТЬ ПАРПРОНИЦАЕМОСТИ	26
Приложение D –	ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ПАРОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ, ПРЕДОСТАВЛЕННЫЕ РАЗРАБОТЧИКОМ	32
Приложение E –	ASTM C 871 – ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ТЕРМОИЗОЛЯЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В КОНТАКТЕ С АУСТЕНИТНОЙ СТАЛЬЮ	33
Приложение F -	ASTM E 84 – РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОГНЯ И ДЫМА	35
Приложение G -	UL 1709 – ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАМЕНИ	40

Введение

Компания Aspen Aerogels разработала изоляционный материал Cryogel™ для применения в условиях низких и сверхнизких температур. Основу материала Cryogel составляют игольчатый полиэстер и стекловолокно, насыщенные аэрогелем. Игольчатый материал был создан специально для того, чтобы увеличить прочность материала, необходимую для обеспечения изоляции, одновременно с этим сохраняя его низкую теплопроводность и эластичность в условиях сверхнизких температур.

Толщина материала Cryogel Z составляет 5 мм и 10 мм; он представляет собой смесь полиэстера и стекловолокна. Данный материал предназначен для изоляции трубопроводов, эксплуатирующихся на суше в условиях сверхнизких температур, а также является надежной теплоизоляцией, применяющейся как для укладки вручную в полевых условиях, так и для автоматической укладки под высоким давлением. Материал Cryogel Z также ламинирован паронепроницаемым барьером на основе алюминия, препятствующим проникновению водяных паров.

Преимущества материала Cryogel:

- Великолепные тепловые характеристики - в 2-8 раз более эффективен по сравнению с аналогичными изоляционными материалами
- Уменьшенная толщина и объем - Равнозначный уровень теплостойкости при меньшей толщине
- Уменьшенное время и трудозатраты на укладку - Легко режется, может повторять любую сложную форму, плотно прилегает в местах изгибов, его легче укладывать в труднодоступных местах.
- Физическая прочность - Cryogel – мягкий, эластичный и чрезвычайно упругий материал; он сохраняет все свои теплоизоляционные свойства даже после сильного сжатия под давлением до 1,7 МПа.
- Экономичность поставок и хранения - Небольшой объем материала, высокая плотность упаковки в тару и низкий процент брака по сравнению с жесткими изоляционными материалами могут снизить затраты на перевозку в пять и более раз.
- Сокращение номенклатуры складских единиц – В отличие от жестких изоляционных изделий, предварительно сформованных надлежащим образом, например, покрытий для труб или плит, одна и та же пластина материала Cryogel может быть применена для изоляции изделия любой формы или конструкции.
- Не требует обустройства температурных швов - Поскольку Cryogel остается эластичным даже при сверхнизких температурах, при его укладке не нужно предусматривать специальные деформационные швы, обычно применяемые для предотвращения разрушения материала при деформации (в случае применения других изоляционных материалов).
- Безопасность для окружающей среды - Отходы материала можно вывозить на полигон для уничтожения отходов. Материал не содержит опасных веществ и вдыхаемых волокон.
- Паронепроницаемость - Материал Cryogel снабжен паронепроницаемым барьером, препятствующим проникновению водяных паров. Каждый виток материала Cryogel представляет собой дополнительный слой защиты.

Соответствие техническим условиям и эксплуатационные характеристики

Далее в настоящем документе перечислены и описаны основные характеристики материала Cryogel. Здесь представлена краткая сводка результатов основных испытаний.

Процедура испытания	Свойство	Результаты
ASTM C177	Теплопроводность	14,3 мВт/м·К при 20°C 11,2 мВт/м·К при -160°C
ASTM E 228	Линейный коэффициент теплового расширения (при -150°C)	$1,26 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ $1,34 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
ASTM E 1101	Эластичность	Эластичный
ASTM C 1101	Эластичность при сверхнизкой температуре	Упругий эластичный
ASTM C1104	Поглощение водяного пара	< 1,1% (МАССА)
ASTM C1511	Удерживание влаги после погружения в воду	< 4% (МАССА)
ASTM E96	Скорость паропроницаемости (со вторым паронепроницаемым барьером)	0,00 перм
ASTM C 871	Общие технические условия для термоизоляции, используемой в контакте с аустенитной сталью	ПРОЙДЕНО
ASTM E 84	Распространение огня и дыма	Класс А: распространение огня < 25 распространение дыма < 50
UL 1709	Защита конструкционной стали от воздействия пламени	30 мм = 47 мин 50 мм = 109 мин 100 мм = 180+ мин
ASTM E 228	Коэффициент теплового расширения [от -256°F (-160°C) до 68°F (20°C)]	$7,1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{F}$ ($13,1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)

ПРИМЕЧАНИЕ: Ранее материал Cryogel Z в компании Aspen Aerogel именовался Cryogel 10201 Z. В коммерческих целях данное внутреннее наименование было сокращено до Cryogel Z. Все испытания, в которых упоминается Cryogel 10201 Z, в равной степени относятся к материалу Cryogel Z.

Теплопроводность

ASTM C 177 - ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

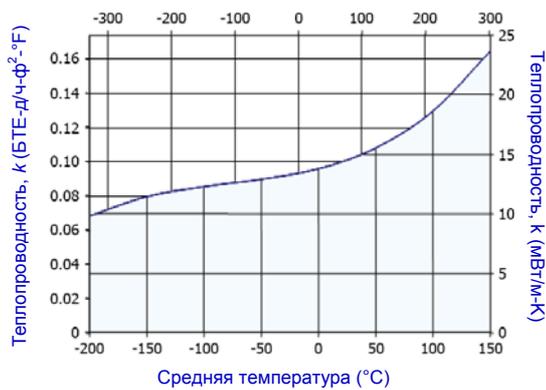
Компанией Aspen были получены результаты независимого испытания теплопроводности материала. Материал Cryogel обладает следующими характеристиками теплопроводности:

- Cryogel = 14,3 мВт/м-К при 20°C
- Cryogel = 11,2 мВт/м-К при -160°C

Итоговый отчет, в котором представлена сплошная кривая теплопроводности в условиях сверхнизких температур и в лабораторных условиях, приведен в [Приложении А](#).

Теплопроводность

Результаты испытания согласно ASTM C 177
Средняя температура (°F)



Ср. темп.	°C	-200	-150	-100	-50	0	50	100	150
	°F	-328	-238	-148	-58	32	122	212	302
<i>k</i>	мВт/м-К	9,8	11,4	12,3	12,9	13,8	15,5	18,6	23,6
	БТЕ-дюйм/ч-ф ² -°F	0,0681	0,0793	0,0852	0,0894	0,0956	0,1076	0,1291	0,1637

Устойчивость к деформации и к механическому воздействию**ASTM E 228 – ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ**

В отчете об испытании, приведенном в [Приложении В](#), показано, что под воздействием сверхнизких температур (-150°C) материал продемонстрировал усадку менее 0,23%. Данный показатель можно преобразовать в коэффициент теплового расширения в направлении X, равный $1,26 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ в условиях сверхнизких температур. В направлении Y коэффициент теплового расширения ниже, чем $1,34 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ в условиях сверхнизких температур. Коэффициент теплового расширения определен для диапазона температур от +100°C до -170°C.

ASTM C 1101 – ЭЛАСТИЧНОСТЬ И ЭЛАСТИЧНОСТЬ ПРИ СВЕРХНИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Отчет об испытании, представленный в [Приложении С](#), подтверждает свойства «Эластичности» материала Cryogel и Cryogel Z. Данное свойство позволяет с легкостью оборачивать трубы пластинами термоизоляционного материала при монтаже. В отчете также указано на свойства «Упругой эластичности» материала Cryogel и Cryogel Z при сверхнизкой температуре. Испытания при сверхнизкой температуре были завершены с использованием измененного варианта испытания ASTM C 1101, в котором Cryogel погружался в жидкий азот на период времени > 5 минут, а затем данным материалом покрывалась труба, охлажденная жидким азотом.

Водонепроницаемость**ASTM C 1104 – ПОГЛОЩЕНИЕ ВОДЯНЫХ ПАРОВ**

После того, как в течение 96 часов материал выдерживался в условиях относительной влажности 95%, показатели поглощения для Cryogel и Cryogel Z составили менее 1,1% массы. Испытание было проведено в соответствии с требованиями стандарта ASTM C 1104, результаты представлены в [Приложении С](#).

ASTM C 1511 – ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ (ГИДРОФОБНОСТЬ)

Cryogel является водонепроницаемым и водоотталкивающим материалом. После того, как материал выдерживался в водяной ванне в течение 15 минут, Cryogel удержал менее 4% воды по объему. Результаты приведены в [Приложении С](#).

ASTM E 96 – СКОРОСТЬ ПАРПРОНИЦАЕМОСТИ

Измерения скорости паропроницаемости проводились согласно стандарту ASTM E 96. Результаты представлены в [Приложении С](#). Несмотря на то, что Cryogel является материалом с открытыми порами, структура его нанопор позволяет добиться относительно низкой скорости паропроницаемости и низкой впитывающей способности. Измерения скорости паропроницаемости были проведены при $1290 \text{ нг/Па}\cdot\text{с}\cdot\text{м}^2$.

При применении материала в условиях низких и сверхнизких температур, требующих контроля паропроницаемости, Cryogel Z покрывается паронепроницаемым барьером. Измеренная проницаемость данного материала составила 0,00 перм. Информация, предоставленная разработчиком, указана в [Приложении D](#).

Устойчивость к химическому воздействию и к коррозии

ASTM C 871 – ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ТЕРМОИЗОЛЯЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В КОНТАКТЕ С АУСТЕНИТНОЙ СТАЛЬЮ

В **Приложении E** приведен отчет по испытаниям согласно стандарту ASTM C 871. Требования к содержанию химических веществ содержатся в стандарте ASTM C 871. Согласно указанному в отчете, концентрация хлоридов и фторидов сохраняется в допустимых пределах, установленных стандартом ASTM C 871. Концентрация фторидов составляет <1 части на млн. Анализ концентраций натрия и силиката показал, что концентрация хлоридов также находится в допустимых пределах.

Испытания на огнестойкость

ASTM E 84 – РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОГНЯ И ДЫМА

Результаты испытания, проведенного согласно требованиям стандарта ASTM E 84, приведены в отчете в **Приложении F**. Cryogel был классифицирован в качестве материала Класса А в отношении таких показателей как распространение огня и распространение дыма. Показатель распространения огня составил 15, а показатель распространения дыма – 10.

Паронепроницаемый барьер также получил класс А. Показатель распространения огня составил 10, а показатель распространения дыма – 20. Технические данные, представленные поставщиком, приведены в **Приложении D**.

UL 1709 – ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАМЕНИ

Cryogel Z прошел испытания с ускоренным нагревом для материалов, используемых в качестве защитного покрытия конструкционной стали. Образец материала подвергался воздействию температуры печи, составляющей 1093°C, и воздействию теплового потока, составлявшему около 204 кВт/м². Термопары зафиксировали температуру стальных труб под изоляционным материалом, а также было отмечено время, которое потребовалось для достижения температуры 649°C под изоляцией.

Для достижения температуры 649°C под шестью слоями Cryogel Z потребовалось 47:20 (мин:сек). Отчет о данном независимом испытании приведен в **Приложении G**.

Толщина материала Cryogel Z	Огнестойкость (мин)
20	47
50	109
75	173
100	180+

Приложение А - С 177 - ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ



Отчет об испытании

**ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ и
ТЕРМОСТОЙКОСТИ ПЛАСТИНЫ АЕРОГЕЛ**

Заказчик:

**Aspen Aerogels Inc.
30 Forbes Road
Northborough, Massachusetts 01532**

Исполнитель:

**NETZSCH Instruments, Inc.
Testing Services**

Номер отчета: 621001096

Работы выполнены в соответствии с номером заказа на выполнение работ: 303722

Представил:

/подпись/
Роберт С. Кэмбелл (Robert C. Campbell)
Руководитель лаборатории прикладных
исследований

октябрь 2006 г.

Приложение А - С 177 - ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ



**Отчет об испытании
эффективной теплопроводности и термостойкости пластины Aerogel**

Компания NETZSCH Instruments заключила контракт с Aspen Aerogels на проведение оценки выраженной теплопроводности и термостойкости одного образца изоляционного материала – аэрогелевой пластины при номинальных средних температурах, составляющих -160, -100, -30 и 20°C, в атмосфере сухого воздуха с использованием метода контролируемого нагревания горячей пластиной.

Образец, идентифицированный как Cryogel 9000 Партия ENG-417, был получен в виде секции рулона приблизительно 305 мм шириной и 610 мм длиной. Для проведения испытаний из этого рулона было вырезано два диска диаметром 203 мм каждый. Для сохранения толщины материала в ходе испытания были использованы жесткие разделители. Высота разделителей была установлена так, чтобы добиться 3% сжатия, основываясь на средней измеренной толщине образцов для испытательного стенда.

Испытуемые образцы были установлены горизонтально. В процессе испытания тепловой поток был направлен вверх и вниз. Результаты испытания представлены в Таблице 1, размещенной после описания оборудования и процедуры.

Теплопроводность

Теплопроводность - это свойство материала, определяющее его способность передавать тепло через свою толщину от одной поверхности к другой, если эти поверхности имеют разную температуру. Теплопроводность является стабильным свойством. Она может быть непосредственно измерена только в тех условиях, когда распределение температуры не изменяется и все тепловые потоки стабильны. Основное уравнение, применяющееся для вычисления устойчивого потока тепла для конфигурации пластины, следующее:

$$Q = (\lambda + \Delta T + A) / \Delta x \quad (1)$$

- где
- Q = тепловой поток, проходящий через пластину (Вт или БТЕ/ч)
 - λ = теплопроводность материала пластины (Вт/м К или БТЕ/ч-фт-°F)
 - ΔT = разность температур в толще пластины (°C или °F)
 - Δx = толщина (м или футы)
 - A = площадь поперечного сечения (м² или фут²)

Приложение А - С 177 - ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ



Материалы, обладающие низкой теплопроводностью, способны пропускать только незначительную часть теплового потока. Такие материалы являются теплоизоляционными. Материалы, теплопроводность которых высока, допускают при аналогичной разности температур передачу большего количества теплоты через толщину пластины. Теплопроводность является свойством материала и не зависит от геометрической формы образца. В целом, теплопроводность является функцией средней температуры образца. Материал, из которого состоит пластина, нередко представляет собой смесь материалов. Он может быть многослойным композитом или же материалом, в котором содержатся заполненные газообразной средой ячейки, при этом тепло может передаваться путем конвекции и излучения, в дополнение к теплу, проводимому через толщину материала. В такой ситуации величина λ , определяемая в Уравнении (1), является «эффективной» или «очевидной» теплопроводностью неоднородного материала.

Методика испытаний в соответствии с ASTM C 177-97

Испытание было проведено в соответствии с ASTM C 177-97 «Измерения устойчивого теплового потока и свойств передачи тепла посредством контролируемого воздействия горячих плит нагревателя» с использованием нагревателя с контролируемым воздействием горячих плит Holometrix модели TCFGM (SN GHP-3). Схематический чертеж испытательной установки представлен на Рисунке 1. Два образца помещаются между плитами нагревателя, состоящего из центральной секции тепломера и кольцеобразной охранной зоны. Данная составная конструкция размещается между двумя охлаждающими устройствами. Затем данная система помещается в установку нагревания окружающего воздуха с охлаждаемым жидкостью кожухом и устройством для уменьшения боковых тепловых потерь. Измерительная часть нагревателя состоит из нагревателя зоны измерения и контрольных плит зоны измерения, тогда как охранная зона представляет собой единичный нагреватель охранной зоны и контрольные плиты охранной зоны. Устройства охлаждения состоят из охлаждающей плиты, нагревателя охлаждающего устройства и контрольной охлаждающей плиты. Все контрольные плиты были изготовлены из стали толщиной 10 мм и гладко отполированы с целью получения точно горизонтальной поверхности (до 0,025%), а затем обработаны до достижения общей полусферической эмиссионной способности 0,82 при 24°C.

Нагреватель был изготовлен посредством размещения двухэлементного слюдяного нагревателя между двумя тонкими пластинами из керамического волокна и двумя контрольными плитами. Габаритный размер нагревателя составил 200 мм в диаметре, при этом зона измерения представляла собой центральную круглую секцию размером 100 мм. Устройство было скреплено болтами в четырех точках, одна из которых была расположена в зоне измерения. Две секции нагревателя были разделены зазором в 3 мм по периметру зоны измерения. Удельная площадь зоны измерения составила $8,36 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. Зона зазора составляет 3,3% от общей площади зоны измерения. Площадь зоны измерения была определена посредством замеров по осям зазоров. 16-контактный дифференциальный термоэлемент был установлен между слюдяным нагревателем и контрольными плитами таким образом, чтобы различные контакты были расположены в измерительной и в охранной зонах соответственно, а также поблизости от кольцевого зазора между зонами. Данный термоэлемент был изготовлен из хромоникелевой/алюмелевой проволоки типа К калибра 32. Чувствительность данного термоэлемента составила около 0,33 мВ/°С при 24°C.

Приложение А - С 177 - ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ



Нагреватель зоны измерения был подключен к источнику постоянного тока Sorenson. Измерительный резистор на 0,001 Ом был подключен последовательно с нагревателем. Производилось измерение падения напряжения на данном резисторе (0,001 x силу тока). Напряжение на нагревателе измерялось напрямую. Выход дифференциального термоэлемента был присоединен к дифференциальному регулятору температуры, подающему электроэнергию на нагреватель охранной зоны таким образом, чтобы выходной сигнал термоэлемента был минимальным.

Устройства охлаждения состояли из резистивного слюдяного нагревателя, контрольной плиты и медной плиты толщиной 10 мм, в которой находился ряд связанных между собой медных трубок диаметром 6 мм, припаянных к плите и зафиксированных на месте укладки при помощи аэрозоля пенополиуретана. Плиты и нагреватель по своему поперечному сечению соответствовали нагревателю. Система труб была присоединена к терморегулируемой циркуляционной холодильной установке. К нижней поверхности контрольной плиты был прикреплен контрольный термоэлемент, соединенный с терморегулятором. Терморегулирование контрольных плит достигалось посредством постоянной работы циркуляционной холодильной установки и повторным нагревом при помощи резистивных нагревателей.

Нагреватель окружающего воздуха состоял из резистивного нагревателя с экранированным кабелем, который был помещен между двумя плотно прилегающими пассивированными кольцами из нержавеющей стали диаметром 300 мм и высотой 100 мм. Резистивный нагреватель был присоединен к терморегулятору. Нагреватель окружающего воздуха и установка для проведения испытания были помещены под вакуумный колпак. Приблизительные габаритные размеры вакуумного колпака составили 457 мм в диаметре и 711 мм в высоту. Температура нагревателя окружающего воздуха контролировалась и измерялась при помощи термопар, прикрепленных к его внутренней поверхности. Промежуточные пространства между установкой для проведения испытания, нагревателем окружающего воздуха и вакуумным колпаком были заполнены сыпучим изоляционным материалом.

Измерения температуры проводились с использованием термопар, изготовленных из хромоникелевой/алюмелевой проволоки типа К, калиброванных с учетом особой предельной погрешности, установленной согласно ASTM E 230 «Таблицы зависимости температуры от электродвижущей силы для стандартизованных термопар». Все чувствительные элементы термопар были изготовлены из проволоки №30 по американскому сортаменту проводов. Термопары были установлены на контрольных плитах в квадратные пазы размером 1,6 мм, вырезанные при помощи металлорежущих станков на всех контрольных плитах, а затем закреплены на контрольных плитах при помощи цементного раствора. К каждой рабочей поверхности были прикреплены две термопары: одна - в измерительной части и одна - в охранной части.

Приложение А - С 177 - ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ



Датчики температуры были тарированы по электронному эталону температуры замерзания Ascomag модели 320. Уставка точности для эталона составила $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ со стабильностью $0,1^{\circ}\text{C}$ в течение восьмичасового периода. Падения напряжения, ток и сигнал термоэлемента измерялись при помощи устройства для сбора данных Hewlett Packard, модель 3497, работающего в диапазоне от ± 1 мкВ до 300В. Разрешение счетчика составляет 1 микровольт с максимальной погрешностью 0,01 процент на выходе и ± 2 микровольт в течение восьмичасового периода.

В процессе работы в испытательной системе было установлено устойчивое температурное равновесие. Температуры охлаждающих контрольных плит были установлены на требуемом уровне. Необходимая температурная разность для каждого образца поддерживалась путем регулирования энергии, подаваемой на нагреватель зоны измерения. Если разность температур не была задана, использовалась разность 40°C . Температура нагревателя окружающего воздуха поддерживалась в соответствии со средним уровнем температуры образца. Дифференциальный выходной сигнал проверялся и регулировался таким образом, чтобы поддерживать выходной сигнал термоэлемента в диапазоне $\pm 0,01$ мВ. При достижении равновесия, подтвержденного результатами двадцати одной серии систематических считываний показателей на протяжении десяти – одной минут, которые показали, что эффективная теплопроводность не изменяется более, чем на 0,5% и что последовательные отклонения отсутствуют; энергия для нагревателя зоны измерения была измерена при помощи группы измерительных резисторов, а температуры рабочих поверхностей были оценены при помощи показаний термодатчиков.

Эффективная теплопроводность была рассчитана по следующей формуле:

$$\lambda = \frac{Q \times L}{A \times \Delta T}$$

Термостойкость была рассчитана по следующей формуле:

$$R = \frac{A \times \Delta T}{Q}$$

где λ = эффективная теплопроводность, Вт/м-К (БТЕ-д/ч-ф²-°F)
 Q = рассеивание мощности в нагревателе зоны измерения, Вт (БТЕ/ч)
 L = суммарная толщина обоих испытуемых образцов, м (дюймы)
 A = удвоенная площадь контрольных плит зоны измерения, м² (ф²)
 ΔT = суммарная разница температур в поперечном сечении обоих образцов, °C (°F)
 R = термостойкость, м²-К/Вт (ч-ф²-°F/БТЕ)

Характеристики измерительных приборов оценивались при помощи эталонного образца материала 1450b, представленного Национальным институтом стандартизации и технологии. Тарировочный образец представлял собой высокоплотный стекловолоконный материал толщиной 25,4 мм, термоустойчивость которого составляет около $0,803$ м²-К/Вт при 24°C . Общая погрешность определения термоустойчивости стандартного образца оценивается Национальным институтом стандартизации и технологии в 2%. Измерительные приборы проходят проверку через каждые шесть месяцев, а также после любого ремонта или модификации.

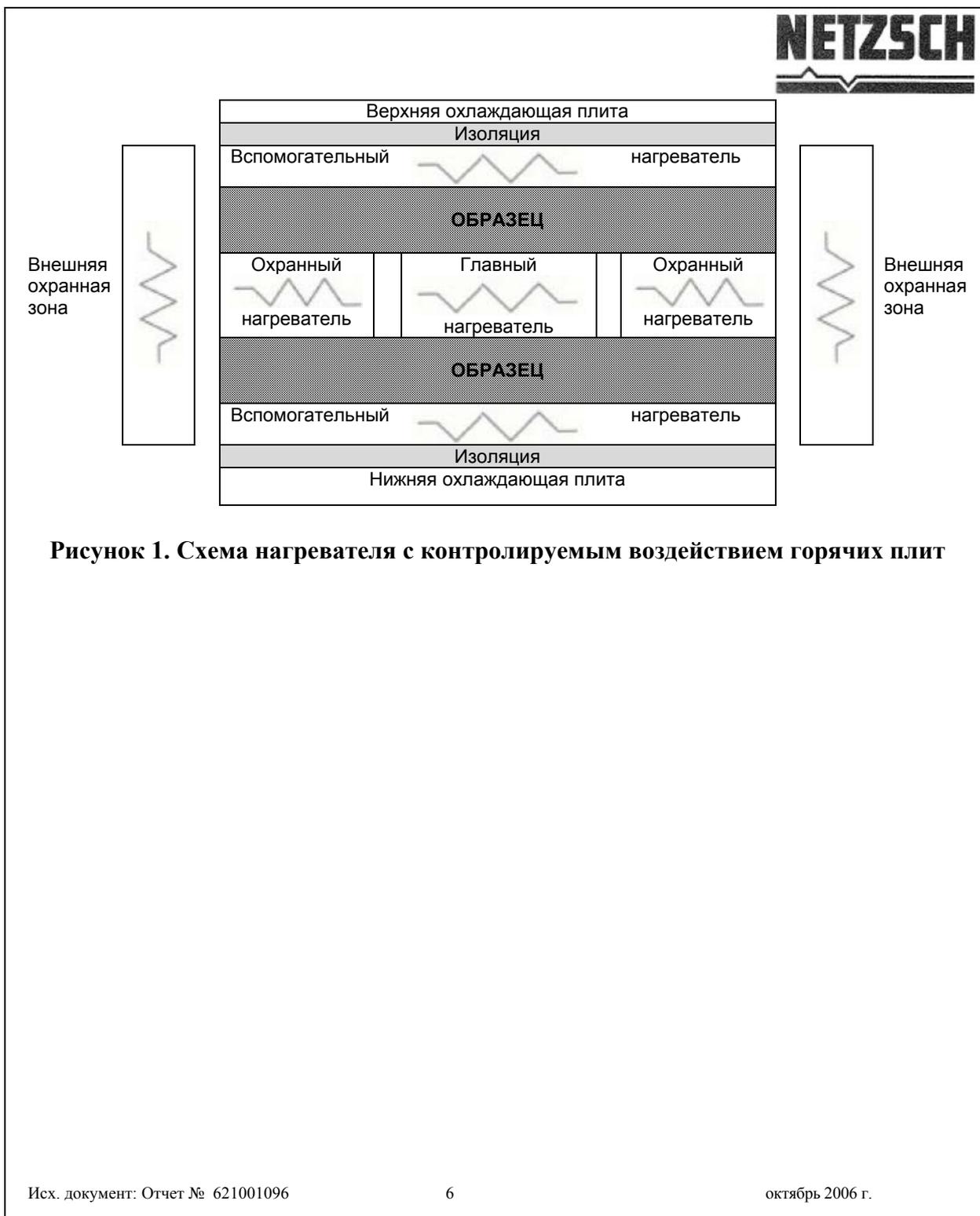
Приложение А - ASTM C 177 - ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ



Результаты испытаний.

Результаты испытаний приведены в Таблице 1, а также представлены в форме диаграммы на Рисунке 2. Указанные результаты относятся только к тем образцам, которые прошли испытание. Погрешность измерения теплопроводности и термостойкости оценивается в пределах $\pm 5\%$.

Приложение А - С 177 - ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ



Приложение А - С 177 - ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ



Таблица 1

ASTM C177 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Образец	Испытуемая толщина		Испытуемая плотность		Температура				Эффективная теплопроводность		Термостойкость	
	мм	дюйм	кг/м ³	ф/ф ³	Средняя		Средний перепад		СИ	БТЕ	СИ	БТЕ
					°C	°F	°C	°F				
Cryogel 9000 LotENG-417	8,41	0,331	138	8,63	20	68	40	71	0,0143	0,0993	0,587	3,33
					-160	-257	41	73	0,0112	0,0778	0,749	4,26
					-99	-147	40	72	0,0123	0,0854	0,682	3,87
					-29	-21	39	70	0,0132	0,0914	0,638	3,62
					20	68	40	71	0,0144	0,100	0,583	3,31

Теплопроводность, единиц СИ:
Теплопроводность, БТЕ:
Термостойкость, единиц СИ:
Термостойкость, БТЕ:

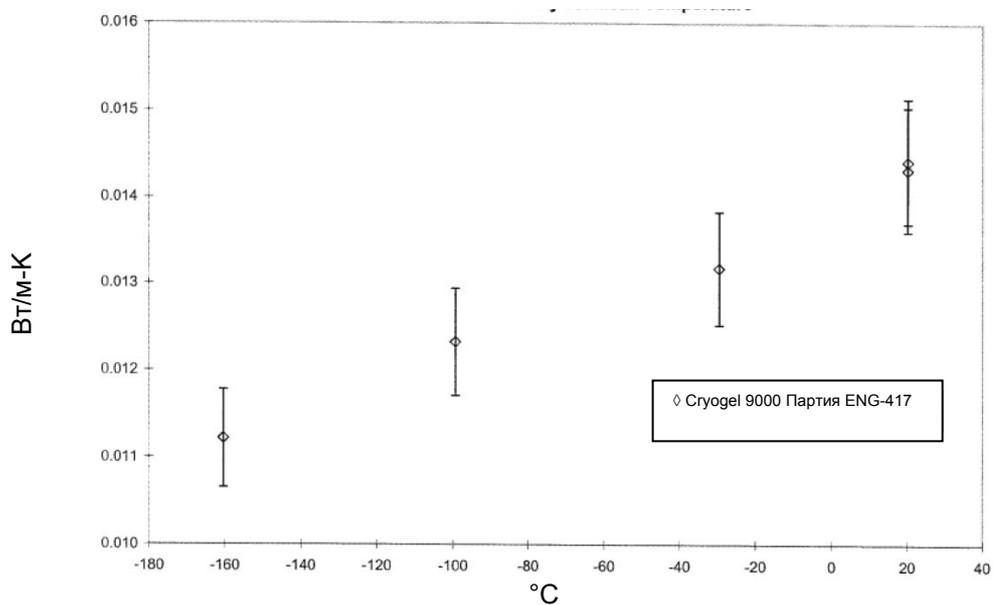
Вт/м·К
БТЕ-дюйм/ч·°F-фут²
м²-К/Вт
ч·°F-фут²/БТЕ

Приложение А - С 177 - ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ



Рисунок 2

Теплопроводность в сравнении со средней температурой



Приложение В - ASTM E 228 – ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ

**Лаборатория прикладных
исследований
Отделение теплофизических свойств**

Тепловое расширение пластины материала на
основе аэрогеля

621001432

Заказчик:

Aspen Aerogels Inc.
30 Forbes Road
Northborough, Massachusetts 01532

Разработал:

Майкл Мануэлян (Michael Manuelian)
NETZSCH Instruments, Inc.

май 2008 г.

Приложение В - ASTM E 228 – ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ

Тепловое расширение пластины материала на основе аэрогеля

Введение

Отделением теплофизических свойств Испытательной лаборатории NETZSCH Instruments, г. Берлингтон, штат Массачусетс (Burlington, MA) было получено два образца пластины материала на основе аэрогеля от компании Aspen Aerogels для измерения теплового расширения. Материал был предоставлен в виде пластины, из которой были вырезаны испытуемые образцы длиной около 12 мм как в направлении X, так и в направлении Y. Образцам были присвоены идентификационные номера 08020053 и 08020054.

Тепловое расширение измерялось в соответствии с ASTM E288, с использованием дилатометра с толкателем 402С модель **NETZSCH**, показанного на Рисунке 1. Данный дилатометр был оснащен низкотемпературной печью, способной работать в диапазоне от -175 до 450°C. Система является вакуумонепроницаемой и позволяет проводить измерения в чистой инертной или окислительной газовой среде, а также в вакууме. Для тарирования системы предоставляется набор первичных эталонов, включающий плавленый кварц, сапфир, платину, вольфрам и пр. Ожидаемое расширение образца и температурный диапазон измерений обычно обуславливают использование определенного эталона. Регистрация и оценка данных, а также контроль инструментальных средств проводились при помощи программного обеспечения MS® - Windows™ Thermal Analysis. Программное обеспечение включает в себя полуавтоматические шаблоны для коррекции расширения держателя образца, а также расчет коэффициентов расширения, начальной и пиковой температур, точки перегиба, скорости расширения и пр.

Приложение В - ASTM E 228 – ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ

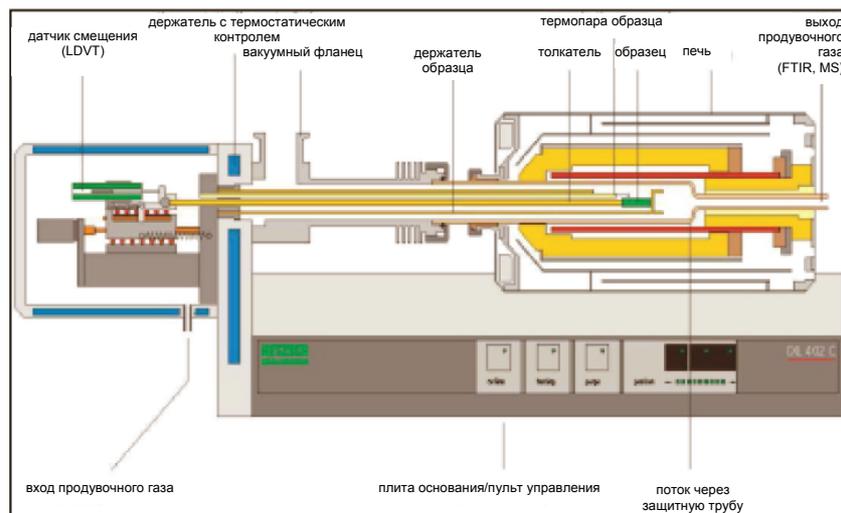


Рис. 1

Параметры проведения испытания:

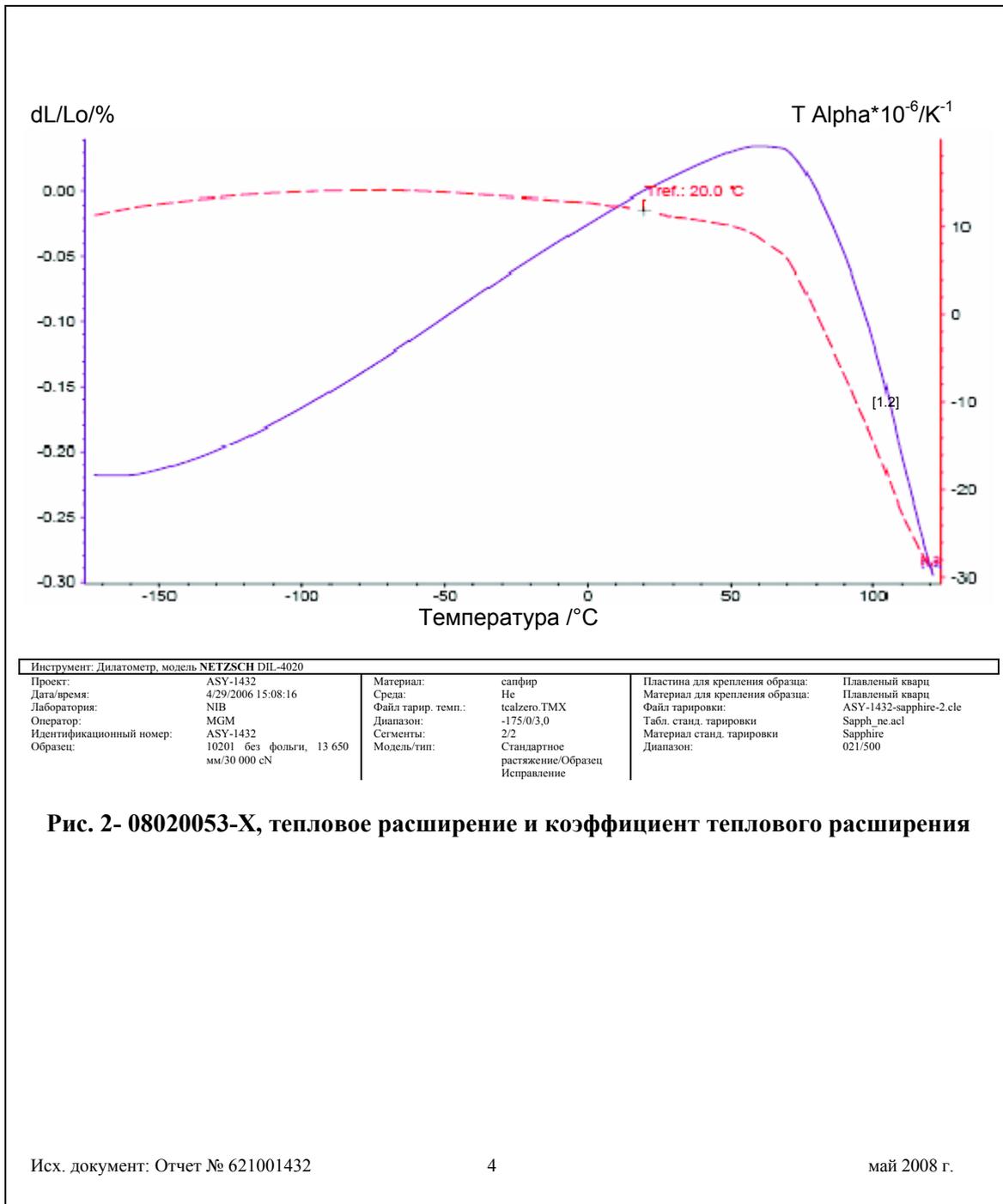
Программа изменения температур	-170°C - 100°C, 3 К/мин	
Газовая среда	He	
Держатель образца	Плавленый кварц	
Контактное усилие толкателя	15 сН	
Длина образца	08020053 – X	13,68 мм
	08020053 – Y	13,59 мм
	08020054 – X	15,85 мм
	08020054 - Y	15,62 мм

Приложение В - ASTM E 228 – ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ**Результаты испытаний**

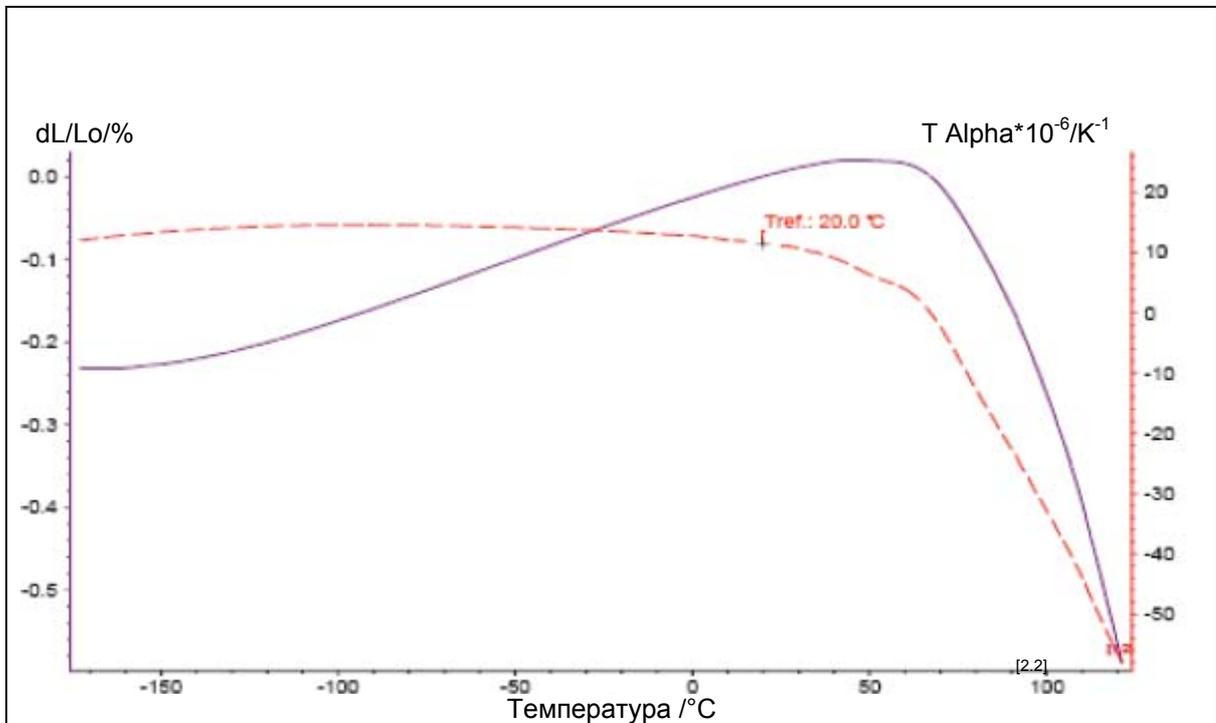
Влияние системы (расширение держателя образца) было скорректировано посредством калибровочного измерения эталона плавленного кварца. Тарировка проводилась при тех же условиях, которые использовались для образца.

На Рисунках 2-5 вычерчены кривые теплового расширения (сплошная линия) и коэффициента теплового расширения (пунктирная линия, база) для образца в каждом направлении. В Таблице 1 указаны величины расширения и коэффициента теплового расширения с интервалами 5 К в течение нагревания сегмента. Исходная температура составила 20°C.

Приложение В - ASTM E 228 – ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ



Приложение В - ASTM E 228 – ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ



Инструмент: Дилатометр, модель NETZSCH DIL-4020			
Проект:	ASY-1432	Материал:	сапфир
Дата/время:	4/29/2006 15:08:16	Среда:	Не
Лаборатория:	NIB	Файл тарир. темп.:	tealzero.TMX
Оператор:	MGM	Диапазон:	-175/0/3,0
Идентификационный номер:	ASY-1432	Сегменты:	2/2
Образец:	10201 без фольги, 13 650 мм/30 000 сN	Модель/тип:	Стандартное растяжение/Образец Исправление
		Пластина для крепления образца:	Плавленный кварц
		Материал для крепления образца:	Плавленный кварц
		Файл тарировки:	ASY-1432-sapphire-2.cle
		Табл. станд. тарировки	Sapph_ne.ac1
		Материал станд. тарировки	Sapphire
		Диапазон:	021/500

Рис. 3- 08020053-У, тепловое расширение и коэффициент теплового расширения

Приложение В - ASTM E 228 – ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ

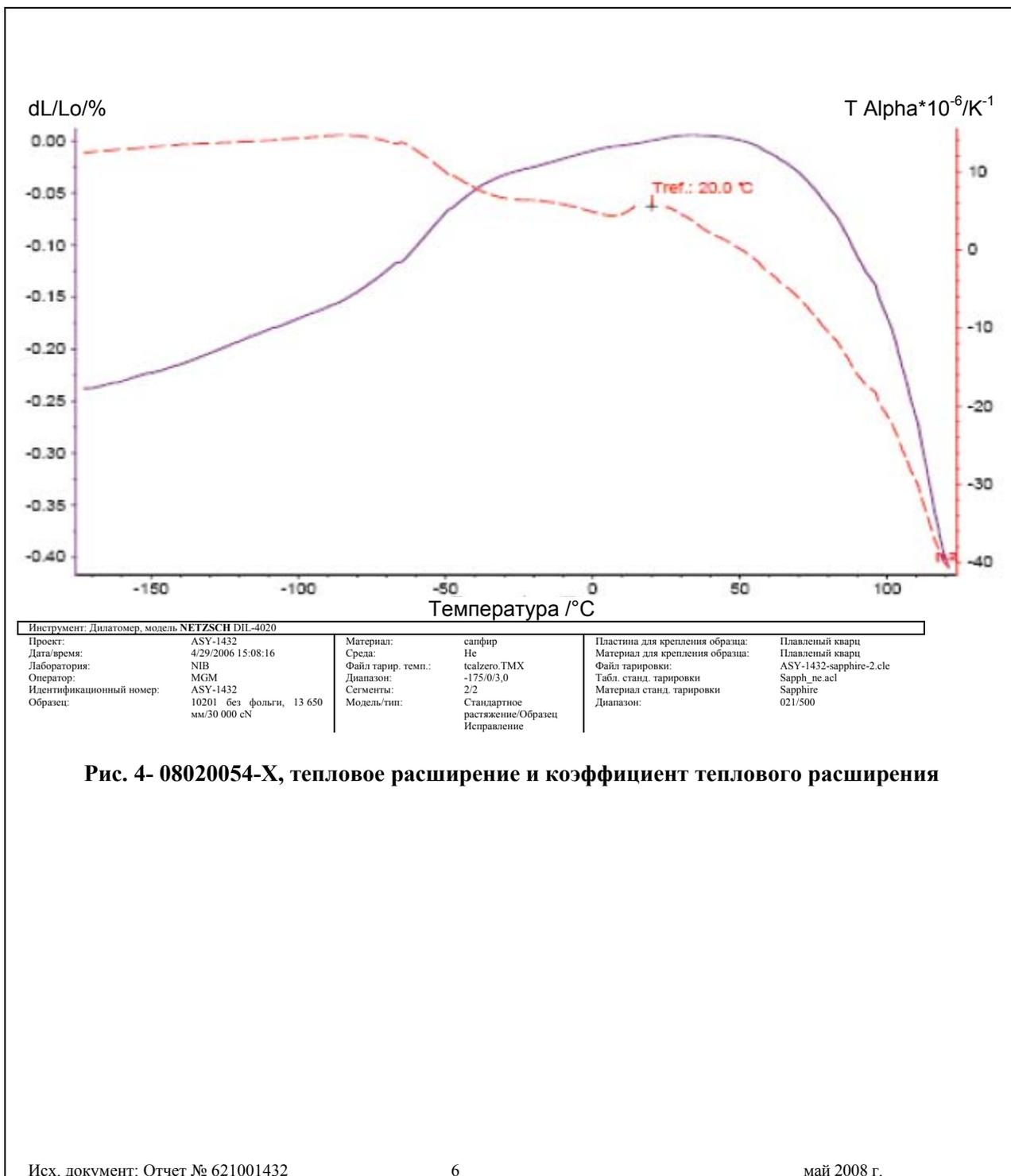
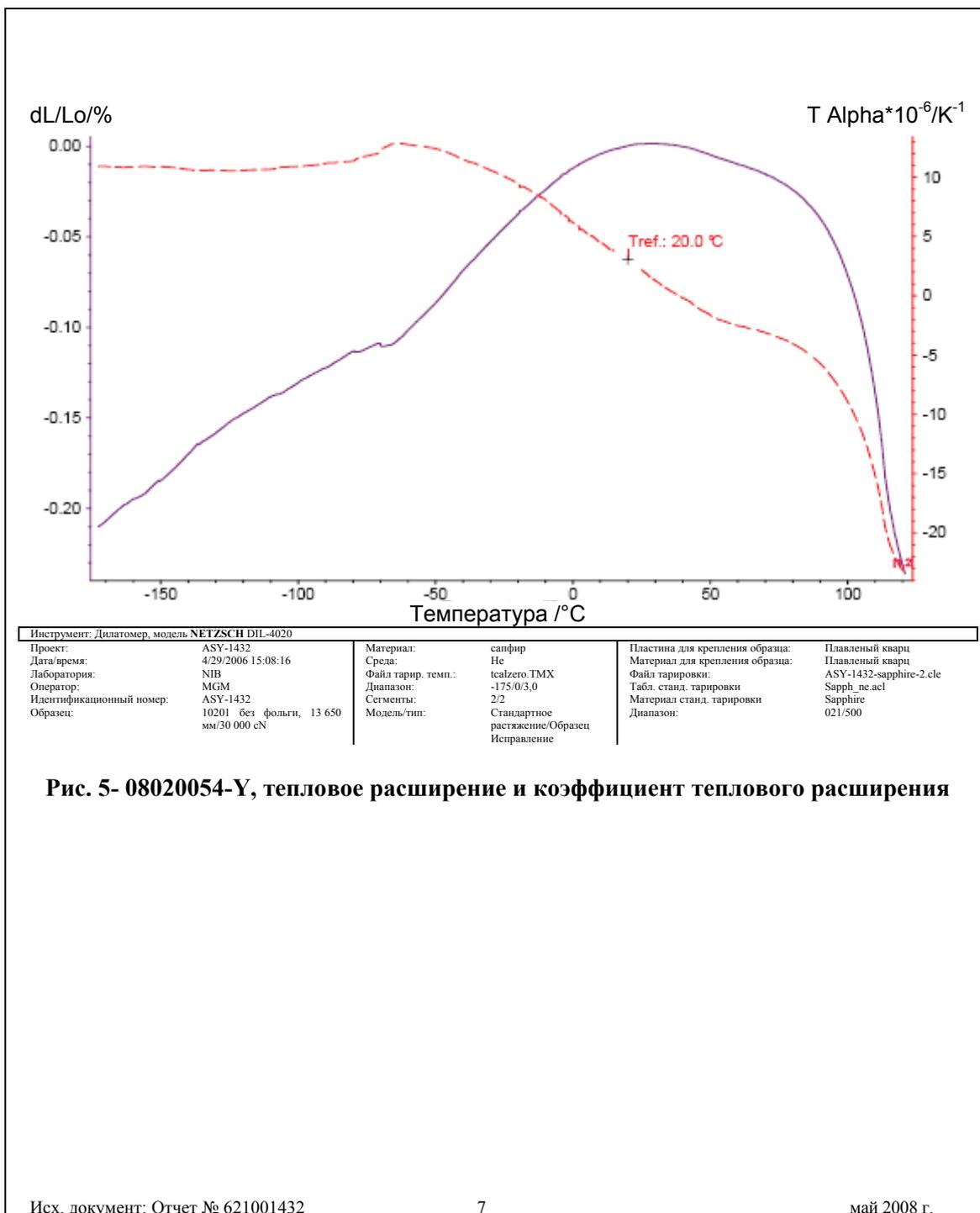


Рис. 4- 08020054-X, тепловое расширение и коэффициент теплового расширения



Приложение В - ASTM E 228 – ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОвого РАСШИРЕНИЯ

Таблица 1 - Тепловое расширение и коэффициент теплового расширения

Температура при проведении испытания 20°C

Темп. °C	8020053				8020054			
	X		Y		X		Y	
	(dL/Lo)%	CTE/(1/K)	(dL/Lo)%	CTE/(1/K)	(dL/Lo)%	CTE/(1/K)	(dL/Lo)%	CTE/(1/K)
-170	-0.218	1.15E-05	-0.232	1.22E-05	-0.237	1.25E-05	-0.207	1.08E-05
-165	-0.218	1.18E-05	-0.232	1.25E-05	-0.234	1.27E-05	-0.200	1.08E-05
-160	-0.218	1.21E-05	-0.231	1.29E-05	-0.231	1.29E-05	-0.195	1.08E-05
-155	-0.216	1.24E-05	-0.229	1.31E-05	-0.226	1.30E-05	-0.191	1.09E-05
-150	-0.214	1.28E-05	-0.227	1.34E-05	-0.223	1.31E-05	-0.185	1.09E-05
-145	-0.211	1.28E-05	-0.224	1.36E-05	-0.219	1.33E-05	-0.178	1.08E-05
-140	-0.207	1.30E-05	-0.220	1.38E-05	-0.215	1.34E-05	-0.170	1.08E-05
-135	-0.203	1.31E-05	-0.218	1.40E-05	-0.209	1.35E-05	-0.163	1.08E-05
-130	-0.199	1.33E-05	-0.211	1.41E-05	-0.204	1.36E-05	-0.158	1.08E-05
-125	-0.194	1.34E-05	-0.208	1.42E-05	-0.198	1.37E-05	-0.152	1.05E-05
-120	-0.189	1.36E-05	-0.201	1.44E-05	-0.192	1.38E-05	-0.148	1.06E-05
-115	-0.184	1.37E-05	-0.194	1.44E-05	-0.187	1.39E-05	-0.143	1.06E-05
-110	-0.178	1.38E-05	-0.188	1.45E-05	-0.181	1.40E-05	-0.138	1.07E-05
-105	-0.173	1.38E-05	-0.181	1.45E-05	-0.177	1.42E-05	-0.135	1.09E-05
-100	-0.166	1.39E-05	-0.174	1.45E-05	-0.170	1.43E-05	-0.131	1.09E-05
-95	-0.160	1.40E-05	-0.167	1.46E-05	-0.165	1.44E-05	-0.126	1.10E-05
-90	-0.154	1.40E-05	-0.160	1.46E-05	-0.159	1.46E-05	-0.122	1.12E-05
-85	-0.147	1.40E-05	-0.152	1.45E-05	-0.153	1.47E-05	-0.118	1.13E-05
-80	-0.140	1.41E-05	-0.145	1.45E-05	-0.145	1.46E-05	-0.113	1.13E-05
-75	-0.133	1.41E-05	-0.137	1.45E-05	-0.135	1.43E-05	-0.112	1.18E-05
-70	-0.126	1.41E-05	-0.130	1.44E-05	-0.124	1.39E-05	-0.109	1.22E-05
-65	-0.119	1.41E-05	-0.122	1.44E-05	-0.116	1.37E-05	-0.109	1.28E-05
-60	-0.112	1.40E-05	-0.114	1.43E-05	-0.102	1.28E-05	-0.102	1.27E-05
-55	-0.104	1.39E-05	-0.106	1.42E-05	-0.085	1.14E-05	-0.094	1.28E-05
-50	-0.087	1.39E-05	-0.089	1.42E-05	-0.089	9.96E-06	-0.087	1.24E-05
-45	-0.089	1.38E-05	-0.091	1.41E-05	-0.058	8.99E-06	-0.078	1.20E-05
-40	-0.081	1.36E-05	-0.083	1.40E-05	-0.047	7.95E-06	-0.069	1.15E-05
-35	-0.074	1.35E-05	-0.076	1.38E-05	-0.039	7.15E-06	-0.061	1.11E-05
-30	-0.087	1.34E-05	-0.068	1.37E-05	-0.033	6.82E-06	-0.053	1.08E-05
-25	-0.059	1.33E-05	-0.061	1.36E-05	-0.028	6.41E-06	-0.045	1.01E-05
-20	-0.052	1.32E-05	-0.053	1.35E-05	-0.025	6.35E-06	-0.037	9.49E-06
-15	-0.045	1.31E-05	-0.048	1.33E-05	-0.021	6.13E-06	-0.031	8.80E-06
-10	-0.039	1.30E-05	-0.039	1.31E-05	-0.017	5.90E-06	-0.024	8.12E-06
-5	-0.032	1.29E-05	-0.032	1.29E-05	-0.013	5.36E-06	-0.018	7.18E-06
0	-0.025	1.28E-05	-0.025	1.28E-05	-0.009	4.86E-06	-0.012	6.18E-06
5	-0.018	1.25E-05	-0.018	1.24E-05	-0.006	4.43E-06	-0.008	5.28E-06
10	-0.012	1.24E-05	-0.012	1.20E-05	-0.004	4.55E-06	-0.004	4.49E-06
15	-0.006	1.22E-05	-0.006	1.19E-05	-0.002	5.66E-06	-0.002	3.88E-06
20	0.000	1.18E-05	0.000	1.15E-05	0.001	5.56E-06	0.000	3.05E-06
25	0.006	1.15E-05	0.006	1.11E-05	0.003	5.46E-06	0.001	2.22E-06
30	0.012	1.12E-05	0.011	1.07E-05	0.005	4.56E-06	0.002	1.28E-06
35	0.017	1.09E-05	0.018	1.01E-05	0.006	3.42E-06	0.001	4.95E-07

Исх. документ: Отчет № 621001432 9 май 2008 г.

Приложение В - ASTM E 228 – ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ

40	0.022	1.07E-05	0.019	9.10E-06	0.005	2.18E-06	0.000	-1.81E-07
45	0.028	1.04E-05	0.020	7.83E-06	0.004	1.25E-06	-0.002	-8.75E-07
50	0.031	1.01E-05	0.019	6.36E-06	0.001	1.51E-07	-0.005	-1.65E-06
55	0.034	9.80E-06	0.019	5.19E-06	-0.003	-1.16E-06	-0.007	-2.14E-06
60	0.035	8.73E-06	0.018	3.98E-06	-0.011	-2.91E-06	-0.010	-2.53E-06
65	0.035	7.80E-06	0.007	1.54E-06	-0.020	-4.47E-06	-0.012	-2.80E-06
70	0.032	6.33E-06	-0.011	-2.24E-06	-0.030	-8.10E-06	-0.015	-3.10E-06
75	0.020	3.51E-06	-0.040	-7.32E-06	-0.044	-8.20E-06	-0.019	-3.52E-06
80	0.001	4.73E-06	-0.075	-1.28E-05	-0.082	-1.05E-05	-0.024	-4.05E-06
85	-0.022	-3.47E-06	-0.114	-1.78E-05	-0.082	-1.28E-05	-0.031	-4.78E-06
90	-0.048	-6.91E-06	-0.157	-2.25E-05	-0.111	-1.80E-05	-0.040	-5.72E-06
95	-0.079	-1.07E-05	-0.208	-2.75E-05	-0.134	-1.79E-05	-0.053	-7.08E-06
100	-0.114	-1.43E-05	-0.262	-3.28E-05	-0.168	-2.11E-05	-0.071	-8.94E-06

Приложение С- ASTM C 1101, ASTM C 1101 С ИЗМЕНЕНИЯМИ, ASTM C 1104, ASTM C 1511,
ASTM E 96

Bodycote

TESTING GROUP
www.bodycote.com
www.bodycotesting.com

**ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕРМОИЗОЛЯЦИОННЫХ
ПЛАСТИН МАТЕРИАЛА "CG10201" И "CRYOGEL Z"**

Отчет для: Aspen Aerogels Inc.
30 Forbes Road. Bldg. B
Northborough, MA 01532
USA

Кому: Синди МакЛарин (Cindy MacLaurin)

Телефон: 508-691-1132
Факс: 508-691-1114
**Адрес
электронной
почты:** cmaclaurin@aerogel.com

Номер отчета: 08-06-M0175
6 страниц

Номер заявки: 08-006-4508
Дата: 11 июля 2008 г.

Приложение С- ASTM C 1101, ASTM C 1101 С ИЗМЕНЕНИЯМИ, ASTM C 1104, ASTM C 1511, ASTM E 96

Bodycote Testing Group

Оценка физических свойств пластины термоизоляционного материала
для компании Aspen Aerogels Inc

Стр. 2 из 6
Номер отчета 08-06-M0175

1.0 ВВЕДЕНИЕ

По запросу компании Aspen Aerogels Inc. компания Bodycote Testing Group была приглашена для оценки нескольких видов физических свойств образца, состоявшего из двух видов термоизоляционного материала.

После получения образцам были присвоены следующие номера образцов Bodycote

Описание образца, полученное от Клиента	Номер образца Bodycote
Cryogel Z, 10 мм	08-06-M0175-A
CG10201	08-06-M0175-B

2.0 ПРОЦЕДУРА ИСПЫТАНИЯ

Оценка свойств образца проводилась на основании следующих стандартных методов испытания:

Описание испытания	Метод испытания
Стандартный метод испытания на определение поглощения водяного пара неармированным изоляционным материалом из минерального волокна	ASTM C 1104-00
Стандартный метод испытания на определение характеристик влагопоглощения (гидрофобности) для изоляционного материала из стекловолокна	ASTM C 1511-04
Стандартный метод испытания на определение параметров эластичности или жесткости для пластин из минерального волокна	ASTM C 1101-06
Стандартный метод испытания на определение параметров эластичности или жесткости для пластин из минерального волокна – с изменениями	ASTM C 1101-06 С изменениями
Стандартный метод испытания на водопаропроницаемость материалов	ASTM E 96-05

ASTM C 1101 «Измененное испытание для условий низких температур»

Испытание в соответствии с ASTM C 1101 проводилось при низкой температуре. Условия, предписанные требованиями стандарта ASTM C 1101, были соблюдены, но перед испытанием материал был погружен в ванну с жидким азотом на номинальную глубину 25 мм. Образец находился в жидкости в течение не менее пяти минут, затем его вынули и немедленно провели испытания при помощи оправки, которая также выдерживалась в аналогичной жидкости в течение не менее пяти минут. Сгибание проводилось при температуре и влажности окружающей среды.

Приложение С- ASTM C 1101, ASTM C 1101 С ИЗМЕНЕНИЯМИ, ASTM C 1104, ASTM C 1511, ASTM E 96

3.0

Bodycote Testing Group

Оценка физических свойств пластины термоизоляционного материала для компании Aspen Aerogels Inc

*Стр. 3 из 6
Номер отчета 08-06-M0175*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ

Обобщенные данные представлены в Таблице 1. Подробные результаты представлены в Таблицах 2 – 8.

Таблица 1: Обобщенные данные по результатам испытаний Номер образца Bodycote 08-06-M0175		
Описание	08-06-M0175-A	08-06-M0175-B
Поглощение водяных паров (ASTM C 1104) Увеличение массы, %	0,96	1,08
Влагопоглощение (Гидрофобность) (ASTM C 1511) Гидрофобность, г Увеличение массы, % Объем воды, %	N/R	3,8 3,9 6,3
Эластичность (ASTM C 1101) Температура окружающей среды Сверхнизкая температура Воздействие жидким азотом (>5 мин.)	Эластичный Упругий эластичный	Эластичный Упругий эластичный
Водопаропроницаемость (ASTM E 96) Образец 1, нг/Па. с. м ² Образец 2, нг/Па. с. м ² Образец 3, нг/Па. с. м ² Средний показатель по 3 образцам, нг/Па. с. м ²	N/R	1291 1374 1203 1290

* N/R = испытание не было запрошено

Приложение С- ASTM C 1101, ASTM C 1101 С ИЗМЕНЕНИЯМИ, ASTM C 1104, ASTM C 1511, ASTM E 96

Bodycote Testing Group

Оценка физических свойств пластины термоизоляционного материала
для компании Aspen Aerogels Inc

Стр. 4 из 6
Номер отчета 08-06-
M0175

Таблица 2 - Поглощение водяных паров (ASTM C 1104)
Номер образца Bodycote 08-06-M0175-A

Образец	Начальная масса, г	Конечная масса, г
1	38,32	38,66
2	37,72	38,14
3	35,09	35,40
Среднее	37,04	37,40
Увеличение массы, %:		0,96

Таблица 3 - Поглощение водяных паров (ASTM C 1104)
Номер образца Bodycote 08-06-M0175-B

Образец	Начальная масса, г	Конечная масса, г
1	32,30	32,73
2	32,31	32,65
3	32,59	32,87
Среднее	32,40	32,75
Увеличение массы, %:		1,08

Таблица 4 – Влагопоглощение (ASTM C 1511)
Номер образца Bodycote 08-06-M0175-A

Образец	Начальная масса, г	Конечная масса, г
1	93,82	95,92
2	96,61	101,27
3	97,16	100,75
Среднее	95,86	99,31
Гидрофобность, г:		3,45
Увеличение массы, %:		3,6
Объем воды, %:		0,5

Приложение С- ASTM C 1101, ASTM C 1101 С ИЗМЕНЕНИЯМИ, ASTM C 1104, ASTM C 1511, ASTM E 96

Bodycote Testing Group

Оценка физических свойств пластины термоизоляционного материала
для компании Aspen Aerogels Inc

Стр. 5 из 6
Номер отчета 08-06-
M0175

Таблица 5 - Эластичность (ASTM C 1101)
Номер образца Bodycote 08-06-M0175-A (температура окружающей среды)

Образец	Разрыв? (да/нет)	Возврат в исходное положение? (да/нет)	Результат
1	НЕТ	НЕТ	Эластичный
2	НЕТ	НЕТ	Эластичный
3	НЕТ	НЕТ	Эластичный

Таблица 6 - Эластичность (ASTM C 1101)
Номер образца Bodycote 08-06-M0175-A (сверхнизкая температура)

Образец	Разрыв? (да/нет)	Возврат в исходное положение? (да/нет)	Результат
1	НЕТ	ДА	Упругий эластичный
2	НЕТ	ДА	Упругий эластичный
3	НЕТ	ДА	Упругий эластичный

Таблица 7 - Эластичность (ASTM C 1101)
Номер образца Bodycote 08-06-M0175-B (температура окружающей среды)

Образец	Разрыв? (да/нет)	Возврат в исходное положение? (да/нет)	Результат
1	НЕТ	НЕТ	Эластичный
2	НЕТ	НЕТ	Эластичный
3	НЕТ	НЕТ	Эластичный

Таблица 8 - Эластичность (ASTM C 1101)
Номер образца Bodycote 08-06-M0175-B (сверхнизкая температура)

Образец	Разрыв? (да/нет)	Возврат в исходное положение? (да/нет)	Результат
1	НЕТ	ДА	Упругий эластичный
2	НЕТ	ДА	Упругий эластичный
3	НЕТ	ДА	Упругий эластичный

Приложение С- ASTM C 1101, ASTM C 1101 С ИЗМЕНЕНИЯМИ, ASTM C 1104, ASTM C 1511, ASTM E 96

Bodycote Testing Group

Оценка физических свойств пластины термоизоляционного материала
для компании Aspen Aerogels Inc

Стр. 6 из 6
Номер отчета 08-06-M0175

Таблица 9 - Водопаропроницаемость (ASTM E 96)
Номер образца Bodycote 08-06-M0175-B

Образец	Начальная масса, г	Конечная масса, г	Водопаропроницаемость, нг/Па.с.м2
1	1453,12	1475,13	1291
2	1444,99	1468,40	1374
3	1481,85	1502,35	1203
Среднее	1459,99	1481,96	1290

Результаты испытания на водопаропроницаемость (ASTM E 96-05)



Составил:

Проверил:

/подпись/

/подпись/

Дэвид Вочэмп (David Beauchamp), Бакалавр
естественных наук, доб. номер 228
Ученый, Центр работы со строительными материалами
Группа испытаний изделий

Франц С. Бауэр (Franz C. Bauer), доб. номер 403
Менеджер, Центр работы со строительными
материалами
Группа испытаний изделий

ВНЕСЕНИЕ В РЕЕСТР

ISO 9001:2000, внесено в реестр QMI, регистрационный номер 001109

Настоящий отчет относится только к определенным образцам, изделиям, материалам, инструментам или прочим предметам, использованным и указанным в нем, и ограничен проведенными испытаниями и/или анализами. Аналогичные изделия могут иметь иные характеристики, для них могут быть предпочтительны иного рода испытания и/или программы анализа, которые могут привести к иным результатам.

Просим принять во внимание, что образцы будут утилизированы через 30 дней после предоставления итогового отчета, если от заказчика не будет получено иных распоряжений. Все затраты по возврату образца несет заказчик.

**Приложение D – ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ПАРОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ,
ПРЕДОСТАВЛЕННЫЕ РАЗРАБОТЧИКОМ**



30 Commerce Road
Rockland, MA 02370

Телефон: 1-800-343-1076

Факс: 781-871-0055

Технические данные

Материал VentureWrap

Номер материала: 1555U

Описание: Трехслойный ламинирующий материал, состоящий из алюминиевой фольги толщиной 25,4 мкм, покрытой с обеих сторон пленкой из полиэстера толщиной 12,5 мкм.

Применение: В основном используется как барьер для низкотемпературных паров при монтаже термоизоляции трубопроводов в условиях сверхнизких температур.

Технические данные

	Британская система	Метрическая система
Толщина подложки:	2,4 мил (0,0024 дюйма)	0,0610 мм
Слой полиэстера:	0,5 мил (0,0005 дюйма)	12 микрон
Слой алюминия:	1,0 мил (0,0010 дюйма)	26 микрон
Слой полиэстера:	0,5 мил (0,0005 дюйма)	12 микрон
Исходная масса:	69 фунтов/пачка	113 г/м ²
Предел прочности при растяжении (ASTM C1136):		
Продольное направление:	12500 фунт/кв.дюйм	86 МПа
Поперечное направление:	12500 фунт/кв.дюйм	86 МПа
Удлинение при разрыве (ASTM D882-02):		
Продольное направление:	49%	
Поперечное направление:	45%	
Разрыв (ASTM D1000):	16,7 фунтов	75,7 Н
Скорость проницаемости водяных паров (ASTM E96, процедура А):	0,00 перм	0 нг/Н-с
Огнеупорность (ASTM E-84):	Распространение огня 10	Распространение дыма 20
Эмиссионная способность:	0,57	
Термостойкость:	от -40°F до 240°F	от -40°C до 116°C

Содержащаяся в данном документе информация представлена добросовестно и взята из источников, считающихся точными и надежными. Указанные величины относятся к типичным свойствам и не предназначены для использования в качестве спецификации для конкретного применения. Определение пригодности материала для конечного применения, а также принятие на себя всего риска и всей ответственности являются обязанностями пользователя.

Редакция №1
9-1-05

Приложение Е - ASTM C 871

TUTCO SCIENTIFIC CORPORATION

714 East Aspen Ave

Fruita, CO 81521

Телефон и факс 970-858-3584 e-mail: tutco@bresnan.net

ОТЧЕТ О

ХИМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ МАТЕРИАЛА

ASPEN AEROGELS

CG 10201 ПЛАСТИНА 804 МАРКИРОВКА 2

(ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЙ НОМЕР ОБРАЗЦА 08050023)

С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ СОГЛАСНО

ASTM C 871

ЗАКАЗЧИК

ASPEN AEROGELS

30 FORBES RD BLDG B

NORTHBOROUGH, MA 01532

ОТЧЕТ КОМПАНИИ TUTCO SCIENTIFIC № AERO\871-PO-306995-5.508

19 мая 2008 г.

Отчет подготовил /подпись/

Кеннет Уорлоу (Kenneth Whorlow)

Президент

Приложение E - ASTM C 871

AERO\871-PO-306995-5.508

Стр. 2

Тема: В настоящем отчете представлены результаты испытаний согласно требованиям стандарта ASTM C871 «Химические испытания» («Стандартная методика испытаний для химического анализа термоизоляционных материалов на выщелачиваемые хлориды, фториды, силикаты и ионы натрия»). Испытания проводились на материале CG10201, пластина 804, маркировка 2, который был получен от компании Aspen Aerogels под номером 306995, пункт 5, датирован 15 мая 2008 г.

Результаты могут использоваться для определения соответствия изоляционных материалов требованиям стандарта ASTM C 795 (Общие технические условия для термоизоляции, используемой в контакте с аустенитной сталью).

Образцы: Образцы были идентифицированы как
Наименование образца - CG 10201 пластина 804 маркировка 2
Идентификационный номер образца – 08050023
Запрошенные испытания - ASTM C871

ХИМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Подготовка образцов: Образцы были вырезаны из предоставленного испытуемого материала так, чтобы надлежащим образом и полностью представлять поперечное сечение материала. Затем образцы были порезаны на мелкие куски, после чего образцы, весящие 20,0 грамм, были подготовлены для двойного выщелачивания.

Каждый взвешенный образец был помещен в чашу измельчителя, вместимостью 1,14 л, где был перемолот на мелкие куски вместе с 450 мл деминерализованной воды. После того, как материал был перемолот до мельчайших частиц, он был количественно перенесен в лабораторный стакан из нержавеющей стали вместимостью один литр. Взвесь испытуемого образца была быстро нагрета до кипения, а затем выдерживалась при указанной температуре в течение 30 минут. Затем жидкость была охлаждена, её вес приведен к 500 граммам, после чего взвесь была процежена и затем отфильтрована, чтобы получить экстрактный раствор для проведения химических испытаний.

Процедуры химических испытаний: Все процедуры испытаний проводились в соответствии с требованиями стандарта ASTM C871. Использовались следующие испытания: Хлорид – Амперометрический и кулонометрический титратор; Силикат – Кремниевая кислота; Натрий - Ион-селективный электрод; Фтор - Ион-селективный электрод; pH – Стандартный проботборник и измеритель pH.

Результаты испытания: Даны в частях на миллион (мг/кг).

Образец	Натрий	Кремний	Хлор	Фтор	pH
1A	325	1799	22	1	8,6
1B	353	1719	24	1	8,6

Заключение по результатам химических испытаний: Образец, идентифицированный как CG10201, пластина 804, маркировка 2, идентификационный номер образца 08050023, соответствует химическим требованиям ASTM C 795, и соответствует требованиям «приемлемости» в рамках «кривой приемлемости».

Приложение F - ASTM E 84 – РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОГНЯ И ДЫМА



Лаборатория
испытаний на
огнестойкость



Сертифицированная
испытательная
лаборатория
TL-216

Стр. 1 из 5

ОТЧЕТ ОБ ИСПЫТАНИЯХ

для

ASPEN AEROGELS, INC.

30 Forbes Road, Building B
Northborough, MA 01532

Характеристики горения поверхности строительных материалов

ASTM E-84-06

Номер испытания: FH-1686

Номер заказа: H-423

Дата испытания: 10/6/2006

Дата отчета: 10/9/2006

Испытуемый материал: Cryogel 9000 (ENG-417)

Подготовил: /подпись/
Ричард А. Костохик (Richard A. Costohick)
Старший инженер-испытатель

Проверил: /подпись/
Роберт Дж. Менчетти (Robert J. Menchetti)
Директор, Лабораторный комплекс и проведение испытаний

Результаты, описанные в настоящем документе, относятся к определенным образцам, представленным для замеров. Исполнитель не принимает на себя ответственности за характеристики любых прочих образцов. Настоящий отчет запрещено воспроизводить в сокращенном виде без письменного разрешения лаборатории. Результаты лабораторных испытаний ни в коей мере не представляют и не подразумевают сертификацию материала, его одобрение или санкционирование его использования данной лабораторией.



1650 Military Road • Buffalo, NY 14217-1198
Тел. (716)873-9750 • Факс (716)873-9753 •
ngctest@nationalgypsum.com

Приложение F - ASTM E 84 – РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОГНЯ И ДЫМАFH-1686
ASPEN AEROGELS, INC
10/9/2006
Стр. 2 из 5**ИСПЫТУЕМЫЙ МАТЕРИАЛ:**

Материал, предоставленный компанией Aspen Aerogels, расположенной в Нортборо, штат Массачусетс (Northborough, MA), был описан заказчиком как:
:

CRYOGEL 9000

Пластина изоляционного минерального материала на основе аэрогеля

Идентификационный номер образца: ENG-417

Предоставленный для проведения испытания материал представлял собой один сплошной рулон 7,6 м, шириной 610 мм, длиной 7,3 м, номинальной толщиной 12 мм.

СПОСОБ КРЕПЛЕНИЯ:

Стальные стержни 6 мм диаметром были помещены на краях печи, с шагом 610 мм. На стержни была помещена сплошная мелкаячейстая проволочная сетка длиной 7,3 м, 50 мм x 7,6 м для поддержки испытуемого образца.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

Результаты испытания представлены на стр. 3 данного отчета.

Приложение F - ASTM E 84 – РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОГНЯ И ДЫМА

FH-1686
ASPEN AEROGELS, INC.
10/9/2006
Стр. 3 из 5

РЕЗУЛЬТАТЫ:

НОМЕР ИСПЫТАНИЯ.	ИСПЫТУЕМЫЙ МАТЕРИАЛ	ИДЕНТИФ.НОМЕР ОБРАЗЦА	КРЕПЛЕНИЕ	РАСЧЕТНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОГНЯ	РАСЧЕТНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДЫМА
1	CRYOGEL 9000	ENG-417	ПРОВОЛОКА И СТЕРЖНИ	14,21	7,58

ИСПЫТУЕМЫЙ МАТЕРИАЛ	ИДЕНТИФ.НОМЕР ОБРАЗЦА	КРЕПЛЕНИЕ	РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОГНЯ КОЭФФИЦИЕНТ*	РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДЫМА КОЭФФИЦИЕНТ*
КРАСНЫЙ ДУБ ДОСКИ ДЛЯ ПОЛА	неприменимо	ПЛАТФОРМА	100	100
АРМИРОВАННАЯ ЦЕМЕНТНАЯ ПЛИТА	неприменимо	БЕЗ КРЕПЛЕНИЯ	0	0
CRYOGEL 9000	ENG-417	ПРОВОЛОКА И СТЕРЖНИ	15	10

	РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОГНЯ КОЭФФИЦИЕНТ	РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДЫМА КОЭФФИЦИЕНТ
КЛАСС "А"	<25	0-450
КЛАСС "В"	26-75	0-450
КЛАСС "С"	76-200	0-450

** Коэффициент распространения огня/распространения дыма представляет собой результат (или средний показатель результатов нескольких испытаний), округленный до ближайшего значения, кратного 5. Показатель распространения дыма свыше 200 округлен до ближайшего числа, кратного 50.

Приложение F - ASTM E 84 – РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОГНЯ И ДЫМА



Лаборатория испытаний на огнестойкость

ВЫТЯЖКА 0,154
(мм.рт.ст.)
ДАВЛЕНИЕ ГАЗА 0,551
(мм.рт.ст.)
ОБЪЕМ ГАЗА (м³) 1,43
Вт/м³ 10 090

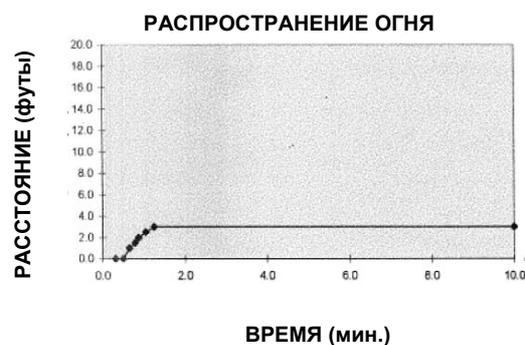
ЗАДВИЖКА 75 мм

ТЕМПЕРАТУРА 41°C

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОГНЯ 14,21

ПЛОЩАДЬ ПОД КРИВОЙ (мин. фут.) 27,60

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДЫМА 7,58



ДАТА 10/6/2006

НОМЕР ИСПЫТАНИЯ: FH-1686

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ: ASTM E-84-06

ЗАКАЗЧИК: ASPEN AEROGELS

НОМЕР ПРОЕКТА: H423

ОБРАЗЕЦ: ENG-417

МАТЕРИАЛ: CRYOGEL 9000
ПЛАСТИНА
ИЗОЛЯЦИОННОГО
МИНЕРАЛЬНОГО
МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ
АЭРОГЕЛЯ

СПОСОБ КРЕПЛЕНИЯ: ПРОВОЛОКА И
СТЕРЖНИ

ПРИМЕЧАНИЯ: ВОЗГОРАНИЕ ПРИ :19
МАКС. ФРОНТ ПЛАМЕНИ
3.01 при 1:15

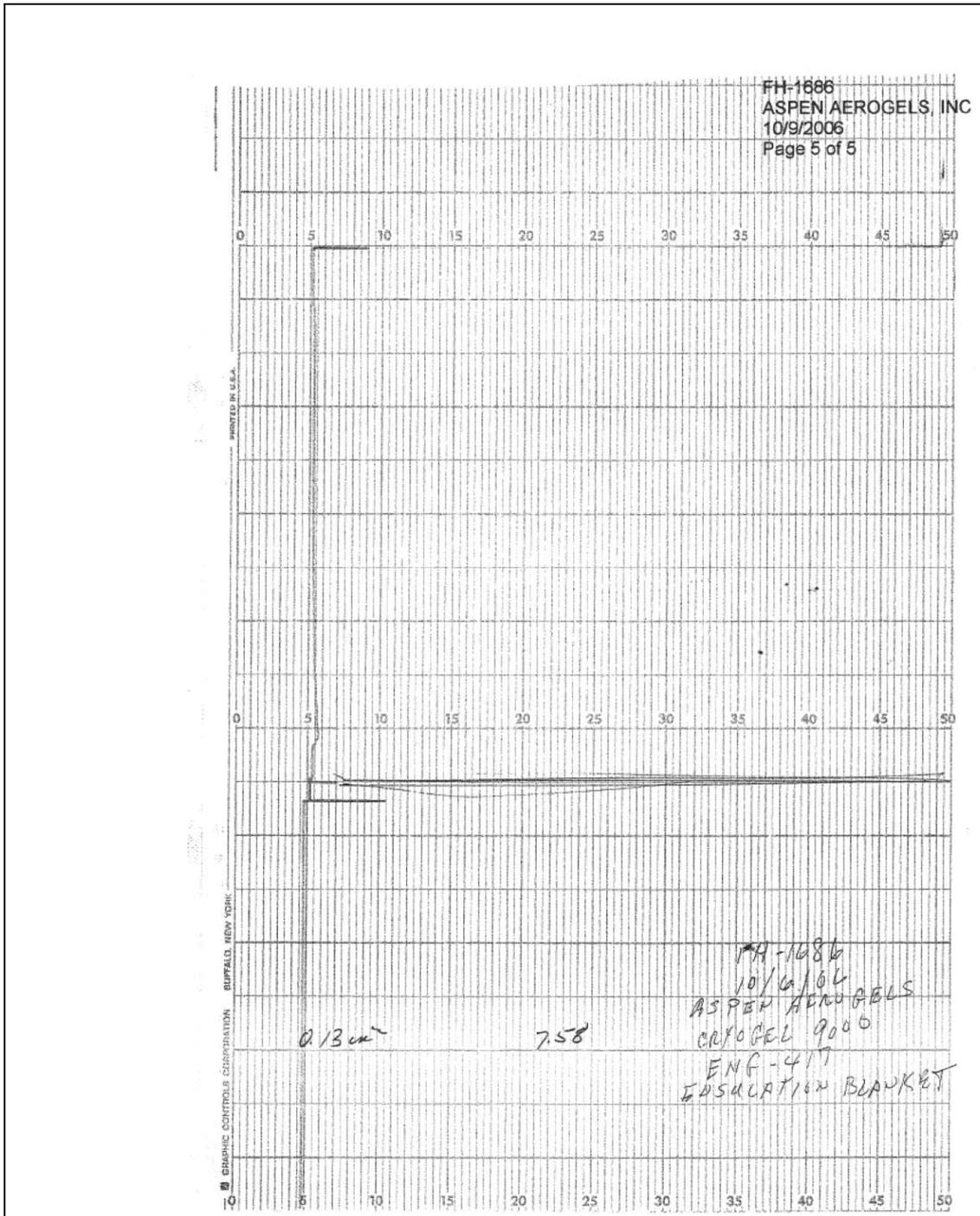
#	ВРЕМЯ (мин.)	ВРЕМЯ (сек.)	РАССТОЯНИЕ (футы)
1	0	19	0,0
2	0	30	0,0
3	0	39	1,0
4	0	47	1,5
5	0	52	2,0
6	1	3	2,5
7	1	15	3,0
8	10	0	3,0
9			
10			
10			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

ASPEN AEROGELS, INC.
 10/9/2006
 Стр. 4 из 5
 FH-1686

1650 MILITARY ROAD, BUFFALO, 14217 ТЕЛ. 716-873-9750
ФАКС 716-873-9753

В ПРИСУТСТВИИ /подпись/
E-MAIL ngctest@nationalgypsum.com

Приложение F - ASTM E 84 – РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОГНЯ И ДЫМА



Приложение G – UL 1709 – ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАМЕНИ

ОТЧЕТ ОБ ИСПЫТАНИИ

Intertek

НОМЕР ОТЧЕТА: 3146336-1

**ДАТА СОСТАВЛЕНИЯ: 30 апреля 2008 г.
ДАТА ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ: 1 мая 2008 г.**

ЦЕНТР ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ

16015 Shady Falls Road
Elmendorf, Texas 78112
Телефон: 210-635-8100
Факс: 1-210-635-8101
e-mail: www.intertek-etlsemko.com

Заказчик:

Aspen Aerogels
30 Forbes Rd. Building B
Northborough, MA 01532

ИСПЫТУЕМЫЙ МАТЕРИАЛ: Cryogel™ Z изоляционный материал (5 мм и 10 мм)

ИСПЫТУЕМЫЕ СВОЙСТВА: Огнестойкость

Отчет об испытаниях изоляционного материала Cryogel™ Z на соответствие применимым требованиям стандарта UL 1709 «Испытания с ускоренным нагревом для материалов, используемых в качестве защитного покрытия конструкционной стали».

Данный отчет предназначен для использования исключительно Заказчиком компании Intertek и предоставляется на основании договора между компанией Intertek и Заказчиком. Обязательства и ответственность Intertek ограничены положениями и условиями данного договора. Intertek не принимает на себя ответственности ни перед кем, кроме Заказчика ни за какие убытки, расходы или ущерб, возникшие вследствие использования данного отчета. Только Заказчик имеет право копировать или распространять настоящий отчет, причем исключительно как целый документ. Любое использование наименования или любых обозначений компании Intertek для продажи или рекламы испытываемого материала, изделия или услуги разрешено только при наличии предварительного одобрения от компании Intertek. Наблюдения и результаты испытаний, изложенные в настоящем отчете, относятся только к прошедшим испытание образцам. Настоящий отчет сам по себе не подразумевает, что материал, изделие или услуга являются на настоящий момент или являлись ранее частью программы сертификации Intertek.

Стр. 1 из 59

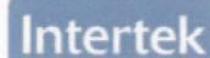
Приложение G – UL 1709 – ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАМЕНИ

Aspen Aerogels, Inc
Номер проекта: 3146336-1

30 апреля 2008 г.

1. Содержание

1. Содержание	2
2. Введение	3
3. Испытуемые образцы	3
4. Методы проведения испытания и оценки	4
5. Результаты испытания и оценки	5
6. Выводы	7
Приложения	
Приложение А: Расположение термодар	9
Приложение В: Данные о температурном режиме	11
Приложение С: Фотографии	42
Краткое обобщение/Последняя страница отчета	59



Приложение G – UL 1709 – ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАМЕНИ

Aspen Aerogels, Inc
Номер проекта: 3146336-1

30 апреля 2008 г.

2. Введение

Компания Intertek Testing Services NA (Intertek) завершила проведение испытаний по заказу компании Aspen Aerogels Inc. в отношении изоляционного материала Cryogel™ Z. Целью проводимых испытаний являлась оценка огнестойкости материала. Испытания проводились в соответствии с требованиями стандарта UL 1709 «Испытания с ускоренным нагревом для материалов, используемых в качестве защитного покрытия конструкционной стали». Оценка была проведена 27 марта 2008 г.

3. Испытуемые образцы

3.1. ОТБОР ОБРАЗЦОВ

Образцы были переданы в компанию Intertek непосредственно клиентом. Независимого отбора образцов для испытания не производилось. Образцы были получены в Центре проведения оценки 19 марта 2008 г.

3.2. ОПИСАНИЕ ОБРАЗЦОВ И ПОРЯДКА ИХ МОНТАЖА

Образцы материала Cryogel™ Z были получены в здании компании Intertek в г. Сан-Антонио (San Antonio) в хорошем состоянии 19 марта 2008 г.

Cryogel™ Z представляет собой изоляционный материал, изготовленный из геля кремниевой кислоты (триметилсилилированного), полиэтилена терефталата и стекловолокна.

Все 4 образца представляли собой колонны, покрытые материалом Cryogel™ Z. На колонны был уложен материал Cryogel™ Z различной толщины – 20 мм, 50 мм, 75 мм и 100 мм.

Колонна C-4 (20 мм)

Секции были установлены на ширине 1450 мм по всей длине, каждый слой укладывался внахлест с предыдущим.

Слои были скреплены бандажом в виде полос нержавеющей стали 12,5 мм – 0,020 с шагом 0,3 м.

Слои размещались в шахматном порядке относительно кольцевого и продольного швов.

Кольцевые швы были соединены встык, а продольные перекрывали друг друга.

Оболочка из нержавеющей стали была установлена секциями 0,9 м с применением бандажей из нержавеющей стали 12,5 мм – 0,020 с шагом 0,3 м и прикрепанными по продольным швам с шагом 150 мм.

Оболочка монтировалась скользящим соединением, с перекрытием прилегающей части.



Приложение G – UL 1709 – ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАМЕНИ

Aspen Aerogels, Inc
Номер проекта: 3146336-1

30 апреля 2008 г.

Колонна C-10 (50 мм)

Секции были установлены на ширине 1450 мм по всей длине, каждый слой укладывался внахлест с предыдущим.

Слои были скреплены бандажом в виде полос нержавеющей стали 12,5 мм – 0,020 с шагом 0,3 м. Слои размещались в шахматном порядке относительно кольцевого и продольного швов.

Кольцевые швы были соединены встык, а продольные перекрывали друг друга.

Оболочка из нержавеющей стали была установлена секциями 0,9 м с применением бандажей из нержавеющей стали 12,5 мм – 0,020 с шагом 0,3 м и приклепанными по продольным швам с шагом 150 мм.

Оболочка монтировалась скользящим соединением, с перекрытием прилегающей части.

Колонна C-15 (75 мм)

Секции были установлены на ширине 1450 мм по всей длине, каждый слой укладывался внахлест с предыдущим.

Слои были скреплены бандажом в виде полос нержавеющей стали 12,5 мм – 0,020 с шагом 0,3 м. Слои размещались в шахматном порядке относительно кольцевого и продольного швов.

Кольцевые швы были соединены встык, а продольные перекрывали друг друга.

Оболочка из нержавеющей стали была установлена секциями 0,9 м с применением бандажей из нержавеющей стали 12,5 мм – 0,020 с шагом 0,3 м и приклепанными по продольным швам с шагом 150 мм.

Оболочка монтировалась скользящим соединением, с перекрытием прилегающей части.

Колонна C-20 (100 мм)

Секции были установлены на ширине 1450 мм по всей длине, каждый слой укладывался внахлест с предыдущим.

Слои были скреплены бандажом в виде полос нержавеющей стали 12,5 мм – 0,020 с шагом 0,3 м. Слои размещались в шахматном порядке относительно кольцевого и продольного швов.

Кольцевые швы были соединены встык, а продольные перекрывали друг друга.

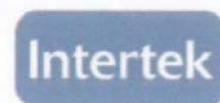
Оболочка из нержавеющей стали была установлена секциями 0,9 м с применением бандажей из нержавеющей стали 12,5 мм – 0,020 с шагом 0,3 м и приклепанными по продольным швам с шагом 150 мм.

Оболочка монтировалась скользящим соединением, с перекрытием прилегающей части.

4. Методы проведения испытания и оценки

4.1. СТАНДАРТ ИСПЫТАНИЯ

UL 1709 «Испытания с ускоренным нагревом для материалов, используемых в качестве защитного покрытия конструкционной стали»



Приложение G – UL 1709 – ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАМЕНИ

Aspen Aerogels, Inc
Номер проекта: 3146336-1

30 апреля 2008 г.

5. Результаты испытания и оценки

5.1. РЕЗУЛЬТАТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ

Четыре колонны были помещены в большую горизонтальную печь лаборатории 27 марта 2008 г. Температура окружающей среды в начале проведения испытания составляла 29°C при относительной влажности 49%. В 18:00 печь была включена, а затем в течение 180 минут выполнялась стандартная программа испытания согласно кривой зависимости температуры от времени по U 1709. Зона нейтрального давления находилась на 610 мм ниже верхушки испытуемого образца, как показали измерения при помощи манометра с наклонной плоскостью, что привело к тому, что величина минимального давления в точке нахождения образца составила 25 Па. В процессе испытания проводились следующие наблюдения:

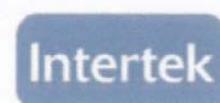
Время (мин:сек)	Наблюдение
0:00	Испытание началось в 18:00
47:00	В колонне С4 была превышена максимальная температура, допустимая для одной точки
109:00	В колонне С10 была превышена максимальная температура, допустимая для одной точки
173:00	В колонне С15 была превышена максимальная температура, допустимая для одной точки
	Температура в колонне С20 соответствовала требованиям на всем протяжении испытания
180:00	Испытание было прекращено

(C-4) (20 мм)

В соответствии со стандартом испытания UL 1709, были проведены вычисления с целью определения поправочного коэффициента в отношении указанного периода огнестойкости. Затем определенный поправочный коэффициент был прибавлен к указанному периоду огнестойкости и, таким образом, была получена длительность того периода, в течение которого образец демонстрировал свою огнестойкость.

ОБОЗНАЧЕНИЕ	ОПИСАНИЕ	ВЕЛИЧИНА, ПОЛУЧЕННАЯ ПРИ ИСПЫТАНИИ
C	поправочный коэффициент	- 0,15 минут -9 секунд
I	указывает на период огнестойкости	47 минут
A	площадь под кривой указанной средней температуры в печи в течение первых трех четвертей указанного периода	62616 (°F мин)
As	площадь под стандартной кривой для печи в течение аналогичной части указанного периода	62916 (°F мин)
	ПЕРИОД ОГНЕСТОЙКОСТИ, ПРОДЕМОНСТРИРОВАННЫЙ ДАННЫМ ИСПЫТУЕМЫМ ОБРАЗЦОМ	47 минут

Примечание: В стандарте указано, что огнестойкость должна быть определена до ближайшей целой минуты. Соответственно, если поправочный коэффициент меньше 30 секунд, а испытуемый образец соответствует критериям полного указанного периода огнестойкости, поправка не требуется.



Приложение G – UL 1709 – ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАМЕНИ

Aspen Aerogels, Inc
Номер проекта: 3146336-1

30 апреля 2008 г.

(C-10) (50 мм)

В соответствии со стандартом испытания UL 1709, были проведены вычисления с целью определения поправочного коэффициента в отношении указанного периода огнестойкости. Затем определенный поправочный коэффициент был прибавлен к указанному периоду огнестойкости и, таким образом, была получена длительность того периода, в течение которого образец демонстрировал свою огнестойкость.

ОБОЗНАЧЕНИЕ	ОПИСАНИЕ	ВЕЛИЧИНА, ПОЛУЧЕННАЯ ПРИ ИСПЫТАНИИ
C	поправочный коэффициент	0,08 минут 5 секунд
I	указывает на период огнестойкости	109 минут
A	площадь под кривой указанной средней температуры в печи в течение первых трех четвертей указанного периода	153900 (°F мин)
As	площадь под стандартной кривой для печи в течение аналогичной части указанного периода	153730 (°F мин)
	ПЕРИОД ОГНЕСТОЙКОСТИ, ПРОДЕМОНСТРИРОВАННЫЙ ДАННЫМ ИСПЫТУЕМЫМ ОБРАЗЦОМ	109 минут

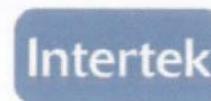
Примечание: В стандарте указано, что огнестойкость должна быть определена до ближайшей целой минуты. Соответственно, если поправочный коэффициент меньше 30 секунд, а испытуемый образец соответствует критериям полного указанного периода огнестойкости, поправка не требуется.

(C-15) (75 мм)

В соответствии со стандартом испытания UL 1709, были проведены вычисления с целью определения поправочного коэффициента в отношении указанного периода огнестойкости. Затем определенный поправочный коэффициент был прибавлен к указанному периоду огнестойкости и, таким образом, была получена длительность того периода, в течение которого образец демонстрировал свою огнестойкость.

ОБОЗНАЧЕНИЕ	ОПИСАНИЕ	ВЕЛИЧИНА, ПОЛУЧЕННАЯ ПРИ ИСПЫТАНИИ
C	поправочный коэффициент	0,13 минут 8 секунд
I	указывает на период огнестойкости	173 минуты
A	площадь под кривой указанной средней температуры в печи в течение первых трех четвертей указанного периода	246751 (°F мин)
As	площадь под стандартной кривой для печи в течение аналогичной части указанного периода	246466 (°F мин)
	ПЕРИОД ОГНЕСТОЙКОСТИ, ПРОДЕМОНСТРИРОВАННЫЙ ДАННЫМ ИСПЫТУЕМЫМ ОБРАЗЦОМ	173 минуты

Примечание: В стандарте указано, что огнестойкость должна быть определена до ближайшей целой минуты. Соответственно, если поправочный коэффициент меньше 30 секунд, а испытуемый образец соответствует критериям полного указанного периода огнестойкости, поправка не требуется.



Приложение G – UL 1709 – ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАМЕНИ

Aspen Aerogels, Inc
Номер проекта: 3146336-1

30 апреля 2008 г.

(C-20) (100 мм)

В соответствии со стандартом испытания UL 1709, были проведены вычисления с целью определения поправочного коэффициента в отношении указанного периода огнестойкости. Затем определенный поправочный коэффициент был прибавлен к указанному периоду огнестойкости и, таким образом, была получена длительность того периода, в течение которого образец демонстрировал свою огнестойкость.

ОБОЗНАЧЕНИЕ	ОПИСАНИЕ	ВЕЛИЧИНА, ПОЛУЧЕННАЯ ПРИ ИСПЫТАНИИ
C	поправочный коэффициент	0,15 минут 9 секунд
I	указывает на период огнестойкости	180 минут
A	площадь под кривой указанной средней температуры в печи в течение первых трех четвертей указанного периода	256441 (°F мин)
As	площадь под стандартной кривой для печи в течение аналогичной части указанного периода	256126 (°F мин)
	ПЕРИОД ОГНЕСТОЙКОСТИ, ПРОДЕМОНСТРИРОВАННЫЙ ДАННЫМ ИСПЫТУЕМЫМ ОБРАЗЦОМ	180 минут

Примечание: В стандарте указано, что огнестойкость должна быть определена до ближайшей целой минуты. Соответственно, если поправочный коэффициент меньше 30 секунд, а испытуемый образец соответствует критериям полного указанного периода огнестойкости, поправка не требуется.

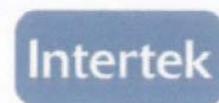
Колонна C4 выдержала тест на огнестойкость в течение 49 минут, колонна C10 выдержала тест на огнестойкость в течение 109 минут, колонна C15 выдержала тест на огнестойкость в течение 174 минут, колонна C20 выдержала тест на огнестойкость в течение 180 минут. В течение указанных промежутков времени средняя температура испытуемых образцов не превышала 538°C ни в одной из секций колонны, и ни одна из термопар не показала температуру выше 649°C.

Списки и графики данных в отношении контрольных температур печи и температур на защищенной поверхности образца приведены в Приложении В. Фотографическое подтверждение процесса испытаний включено в Приложение С.

6. Выводы

Компания Intertek Testing Services NA (Intertek) завершила проведение испытаний по заказу компании Aspen Aerogels Inc. в отношении изоляционного материала Cryogel™ Z. Целью проводимых испытаний являлась оценка огнестойкости материала. Колонна C4 (20 мм) получила рейтинг огнестойкости – 47 минут, колонна C10 (50 мм) получила рейтинг огнестойкости - 109 минут, колонна C15 (75 мм) получила рейтинг огнестойкости - 173 минуты, колонна C20 (100 мм) получила рейтинг огнестойкости - 180 минут в соответствии с требованиями стандарта UL 1709 «Испытания с ускоренным нагревом для материалов, используемых в качестве защитного покрытия конструкционной стали». Оценка была проведена 27 марта 2008 г.

Выводы, приведенные в данном отчете об испытании, не могут использоваться как часть требований к сертификации материала компанией Intertek. Для того, чтобы материал получил сертификат, необходимо официальное заключение.



Приложение G – UL 1709 – ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАМЕНИ

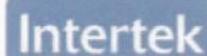
Aspen Aerogels, Inc
Номер проекта: 3146336-1

30 апреля 2008 г.

Intertek Testing Services NA

Отчет составил: */подпись/*
Джозеф Затопек (Joseph Zatopek)
Инженер

Отчет проверил: */подпись/*
Майк Дью (Mike Dey)
Менеджер проекта, ответственный за испытания на огнестойкость

The Intertek logo consists of the word "Intertek" in a white, sans-serif font, centered within a blue rounded rectangular background.

