



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ГАЗПРОМНЕФТЬ-МОСКОВСКИЙ НПЗ»
(ОАО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-МНПЗ»)

Юридический адрес:
Россия, 109429, Москва, Капотня, 2-й кв., д. 1, корп. 3
ОГРН 1027700500190, TIN 7723006328
Адрес для корреспонденции:
Россия, 109429, Москва, Капотня, 2-й кв., д. 1, корп. 3
Тел.: +7 (495) 734-92-00, факс: +7 (495) 355-62-52
Телетайп: 111150, МОСКВА БИТУМ
e-mail: bitum@mnpz.ru, http://mnpz.gazprom-neft.ru

21.11.2013 № 325
на № _____ от _____

Технический отчет

Определение фактических теплоизоляционных свойств Жидкого керамического теплоизоляционного материала Броня «Классик» по результатам проведения испытаний на ОАО «Газпромнефть-МНПЗ»

В соответствии с п.2 Протокола рабочего совещания по испытанию СТИ производства ООО «ГК «НСТ» от 25 октября 2013 г. (Приложение 3) для пилотного испытания жидкого керамического теплоизоляционного материала Броня «Классик» сформирована Программа испытаний (Приложение 4).

В соответствии с п.1 Протокола и п.3.1 Программы для пилотного нанесения жидких керамических теплоизоляционного материала Броня «Классик» были выбраны участки блока теплообменников установки «Теплоцентр».

В соответствии с п.1 Программы целями испытаний явились:

1. Определение фактических теплоизоляционных и эксплуатационных характеристик Жидкокерамического теплоизоляционного материала, поставляемого ООО «ГК «НСТ» и сопоставления с заявленными характеристиками.
2. Определение возможности применения ЖКТМ, поставляемого ООО «ГК «НСТ», на НПЗ ОАО «Газпром нефть».

В соответствии с п.3.2 представители ОАО «Газпромнефть-МНПЗ»:

- обеспечили представителям ООО «ГК «НСТ» доступ на объект;
- организовали возможность безопасного проведения работ на высоте;
- обеспечили на территории ОАО «Газпромнефть – МНПЗ» место для хранения инвентаря и ЖКТ материалов;
- предоставили исполнителям средства защиты обрабатываемых участков от атмосферных осадков в ходе выполнения работ.

В соответствии с п.4.1 представителями ООО «ГК «НСТ» подготовлена поверхность объектов к нанесению ЖКТМ.

Работы по нанесению производились в сроки согласно п.7 Программы.



ОАО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-
МНПЗ»

11.11.2013 проведены контрольные замеры температур поверхности в соответствии с п5.1, 5.2 тремя способами:

1. Тепловизор Flir i5;
2. Тепловизор Flir i5 с предварительным покрытием поверхности ЖКТМ бумажным малярным скотчем;
3. Измеритель точки росы Elcometer 319.

Использование нескольких вариантов измерений связано с радиопрозрачностью ЖКТМ (по информации ООО «ГК «НСТ» (п.5.2 Программы).

Результаты контрольных замеров температур поверхности представлены в Акте приема работ (Приложение 5).

Для подтверждения заявленных характеристик ЖКТМ Броня «Классик» по результатам испытаний рассчитан коэффициент теплопроводности и проведено его сравнение с заявленной производителем величиной $0,001 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$.

Результаты расчетов коэффициента теплопроводности ЖКТМ по трем вариантам замеров температур представлены в таблице 1.

В ходе проведения испытаний по нанесению ЖКТМ Броня «Классик», на элементы теплообменника № 7 установки Теплоцентр ОАО «Газпромнефть-МНПЗ» (Приложение 4), было установлено следующее:

В точках замера покрытие равномерное;

Отслоений на дагу осмотра нет;

Материал не разрушен при воздействии температур до 165°C .

Средний коэффициент теплопроводности ЖКТМ Броня «Классик», выявленный в ходе эксперимента, составил:

$\lambda=0,0040 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ (Тепловизор Flir i5+скотч);

$\lambda=0,0054 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ (Тепловизор Flir i5);

Данные результаты связаны с радиопрозрачностью ЖКТМ и не могут быть использованы для анализа. Подробнее о данном эффекте можно ознакомиться в Приложении 1.

$\lambda=0,0013 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ (Elcometer 319).

Выводы

1. Коэффициент теплопроводности ЖКТМ Броня «Классик», рассчитанный на основании данных, полученных в результате испытаний при использовании показаний прибора Elcometer 319, в среднем составил $0,0013 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$. Отклонение от заявленной величины в $0,001 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ составляет 30%, что, с учетом погрешности метода испытания и измерений, является допустимым. Таким образом, заявленные теплотехнические характеристики материала подтверждены.

Исполнительный директор – руководитель проекта по преобразованиям и операционным улучшениям



Галкин В.В.

Генеральный директор ООО ГК «НСТ»



Журавлева И. Е.

Обоснование результатов измерения.

Замеры температуры на поверхности проводились 3 способами:

1. Пирометр Flir i5;
2. Elcometer 319;
3. Тактильный тест.

В ходе замеров пирометром Flir i5, выявлено расхождение с показаниями контактного термометра Elcometer 319, которое составляет от 9 до 50%. Это объясняется следующим:

Жидкие теплоизолирующие покрытия действительно обладают специфическими свойствами, так, например, при использовании на поверхностях, температура которых превышает 100°C , в случае толщины покрытия порядка одного миллиметра измерение температуры поверхности «жидкого теплоизолирующего покрытия» при помощи оптического пирометра или тепловизора показывают, что температура поверхности снизилась незначительно, осталась на прежнем уровне или стала выше ста градусов, в то же время вода (например, в виде капель), находящаяся на поверхности не закипает, одновременно наблюдается такое явление как неожиданно низкая скорость таяния кусков льда при размещении его на поверхности «теплоизолирующего покрытия».

Данные наблюдений свойств, характерных для фотонных кристаллов в случае микросфер, имеющих размерность 20-50 мкм, что и микросферы, используемые в составе «жидких теплоизолирующих покрытий», показывают, что жидкие теплоизоляционные покрытия радиопрозрачны. При использовании пирометров или тепловизоров, которые имеют рабочий порядок длин волн от 7 до 14 мкм, на которую приходится энергетический максимум области излучения керамической микросферы, наблюдается эффект интерференции волн, в результате чего температура выдаваемая прибором в 1,5 – 2 раза больше той, что есть в действительности.

Подтверждением этого служит:

1. Покрытие поверхности ЖКТМ бумажным малярным скотчем, коэффициент теплопроводности которого равен $0,14 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$. Учитывая значение коэффициента теплопроводности и незначительную толщину материала (125 мкм), он не должен значительно повлиять на температуру на поверхности ЖКТМ, однако мы видим расхождение от 5 до 20%.

Для подтверждения этих данных проведем расчет толщины малярного скотча, который необходим для такого существенного влияния на температуру поверхности.

В качестве исходных данных возьмем показания замеров сделанных 8.11.13 в точке 12.

По данным пирометра Flir i5, температура на поверхности ЖКТМ равна 92°C ,

температура на поверхности ЖКТМ + бумажный малярный скотч равна 82 °С, зная коэффициент теплопроводности бумаги и коэффициент теплоотдачи, рассчитаем толщину необходимую для снижения температуры на 10 °С.

$$\delta = \lambda \cdot (t_{\text{жктм}} - t_{\text{скотч}}) \alpha_n \cdot (t_{\text{скотч}} - t_0) = 0.14 \cdot (92 - 82) \cdot 5 \cdot (82 - 20) = 4.516 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

где δ – толщина бумажного малярного скотча;

α_n — коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности бумажного малярного скотча (определен экспериментально 5 Вт/м² °С);

$t_{\text{скотч}}$ — температура на поверхности бумажного малярного скотча;

t_0 — температура окружающего воздуха на момент проведения замеров, °С;

$t_{\text{нов}}$ — температура на поверхности ЖКТМ, °С;

Исходя из данных расчета толщина бумажного малярного скотча, необходимая для снижения температуры на поверхности в 10 °С, должна быть не менее 4,5 мм. Так как средняя толщина бумажного малярного скотча в среднем составляет 125 мкм, можно сделать вывод о том, что данные пирометра Flir i5 не могут быть верными и использоваться в доказательстве эффективности ЖКТМ.

2. Еще одним опровержением показаний пирометра Flir i5 служит результат тактильного теста на определение температуры на поверхности и показаний контактного прибора Elcometer 319.

Показания Elcometer 319, °С	Тактильные ощущения (без дискомфорта), мин
до 45 °С	Бесконечно долго
до 50 °С	Свыше 5 минут
до 55 °С	Не более 2 минут
до 60 °С	Не более 1 минуты

Данные Elcometer 319 подтверждены результатом тактильного текста, что доказывает достоверность полученных данных.

Приложение 2.

Таблица 1. Расчет коэффициентов теплопроводности ЖКТМ.

коэффициент теплоотдачи $\alpha = 1,38 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$
 температура окружающего воздуха $t_{\text{возд}} = 20\text{°C}$

Сырьё в трубопроводе элемент покрываемый изоляцией	Характеристики точек замера температуры		Значения температуры поверхности		Расчет коэф. теплопроводности λ , Вт/м ² °C		
	№	Наличие покрытия изоляции Броня, вид изоляции	Количество слоев изоляции	Толщина изоляции, мм	Прибор «Flir i5», °C без скотча со скотчем	Прибор «Элкометр 319», °C без скотча со скотчем	Прибор «Flir i5», °C Прибор «Элкометр 319», °C
Задвижка теплофикац. воды	1	нет	-	80	-	-	-
	2	да	-	72	68	0,0090	9,0
	3	да	1,5	62	55	0,0048	4,8
	4	да	2	59	51	0,0051	5,1
	5	да	2,5	58	49	0,0060	6,0
	6	нет	-	80	-	-	-
Трубопровод пара	7	да	1	72	68	0,0090	9,0
	8	да	1,5	66	60	0,0068	6,8
	9	да	2	60	53	0,0055	5,5
	10	да	3	103	84	0,0052	5,2
	11	да	2,5	106	92,5	0,0047	4,7
	12	да	2	107	93,5	0,0039	3,9
	13	да	1,5	121	119	0,0044	4,4
	14	да	1	130,1	122	0,0039	3,9
	15	нет	-	169	-	-	-
	16	нет	-	164	-	-	-
Задвижка пара (крышка)	21	да	1,5	122,5	118,5	0,0051	5,1
	22	да	2	-	-	-	-
Задвижка пара (корпус)	23	нет	-	173	-	-	-
	24	да	2	130	111	0,0071	7,1
	25	да	2,5	125,5	126	0,0077	7,7
Крышка тепло-обменника пара	26	да	3	-	-	-	-
	27	нет	-	106	-	-	-
	28	да	1	86,5	83	0,0047	4,7
	29	да	1,5	76	75	0,0039	3,9
	30	да	2	69,5	70,5	0,0037	3,7
	31	да	2	69,5	70,5	0,0056	5,6
						Среднее значение	4,0