



УДК 621.039

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГОМОГЕННЫХ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THERMAL CONDUCTIVITY OF HOMOGENOUS RADIATION PROTECTIVE MATERIALS

Попов Сергей Андреевич, студент каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: popovs1803@gmail.com. Тел.: +7(343) 375-97-37

Щербинин Константин Андреевич, ассистент каф. «Теплоэнергетика и теплотехника», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: scherbinin.ka@gmail.com. Тел.: +7(343) 375-97-37

Ченский Сергей Александрович, студент каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: chenskij.serega@yandex.ru. Тел.: +7(343) 375-97-37

Ташлыков Олег Леонидович, кан-т. техн. наук, доцент каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: otashlykov@list.ru. Тел.: +7(343)375-97-37

Sergey A. Popov, Student, Department «Nuclear Power Plants and Renewable Energy Sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: popovs1803@gmail.com. Ph.: +7(343)375-97-37

Konstantin A. Scherbinin, assistant of the department «Heat power engineering and heat engineering», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: scherbinin.ka@gmail.com. Ph.: +7(343)375-97-37

Sergey A. Chenskii, Student, Department «Nuclear Power Plants and Renewable Energy Sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: chenskij.serega@yandex.ru. Ph.: +7(343)375-97-37

Oleg L. Tashlykov, Cand. Sci., Associate professor, Department «Nuclear Power Plants and Renewable Energy Sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: otashlykov@list.ru. Ph.: +7(343)375-97-37

Аннотация: Проведены измерения коэффициентов теплопроводности радиационно-защитных материалов на основе барита и свинца с различными массовыми концентрациями.

Abstract: Thermal conductivity measurement of radiation protective materials based on barite and lead with different mass concentrations are accomplished.

Ключевые слова: радиационно-защитный материал; коэффициент теплопроводности; теплопроводность.

Key words: radiation protective material; thermal conductivity.

ВВЕДЕНИЕ

Тепловая изоляция является неотъемлемым элементом теплоэнергетического оборудования, влияющим на надежность и экономичность АЭС.

Использование комбинированной быстросъемной тепловой изоляции и радиационной защиты, выполненной в виде блоков, устанавливаемых на оборудование с помощью крепежных устройств,

на наружную поверхность которых установлен радиационно-защитный экран, позволяет сэкономить время на монтаже, тем самым снизив радиационную нагрузку на персонал [1].

Как показывают проведенные расчетные оценки, использование комбинированной БСТИ и радиационной защиты вместо обычной теплоизоляции позволяет сократить коллективную

дозу на 27-38% при монтаже и на 31-63% при демонтаже теплоизоляции [2]

В качестве защитного экрана предлагается материал Абрис, представляющий собой однородную композицию на основе полимерного связующего и наполнителя необходимой концентрации с учетом изотопного состава радиоактивного загрязнения [3].

За счет того, что радиационно защитный экран обладает изолирующими свойствами, можно незначительно уменьшить толщину теплоизоляционного слоя.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ

Коэффициент теплопроводности радиационно-защитного материала Абрис измерялся при помощи установки NETZSCH HFM 436 Lambda. Данный прибор соответствует ГОСТ 7076-99 и международным стандартам, и позволяет производить измерения материалов с низкими коэффициентами теплопроводности с достаточно большой точностью и скоростью.

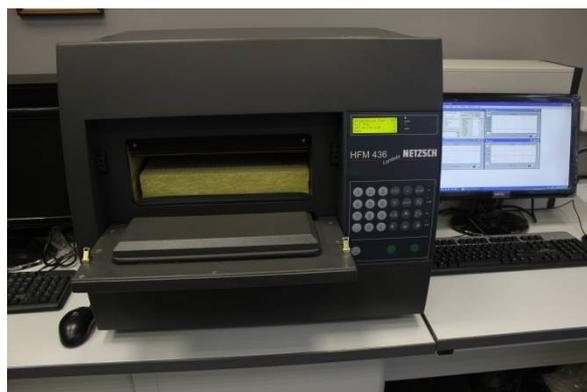


Рис.1. Установка NETZSCH HFM 436 Lambda

Испытуемый образец помещают в прибор между двумя нагреваемыми пластинами. Средняя температура и перепад температур между пластинами задаются пользователем. Температура пластин контролируется двунаправленными системами нагрева / охлаждения Пельтье, с использованием встроенной жидкостной циркуляции или с помощью встроенной системы охлаждения сжатым воздухом.

Тепловой поток (q) через образец измеряется (калиброванным) датчиком теплового потока. Измерение заканчивается при установлении

теплового равновесия. Для анализа используется только центральная часть образца. Выходной сигнал датчика теплового потока калибруется по стандарту. В процессе измерения прибор использует датчик толщины для измерения толщины образца. Это значение толщины, измеренное датчиком толщины или введенное вручную, используется при тестировании.

Измеритель теплового потока может быть использован для исследования твердых или сыпучих образцов. Размер образца должен быть 300x300 мм и высотой 5-100 мм [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Основная трудность при измерении заключалась в том, что образцы обладают не одинаковой толщиной в различных точках поверхности и неоднородной плотностью, что снижает точность результатов.

Результаты измерений для радиационно-защитных экранов представлены в таблице 1. На рис. 2 приведена зависимость коэффициента теплопроводности РЗМ в зависимости от содержания барита.

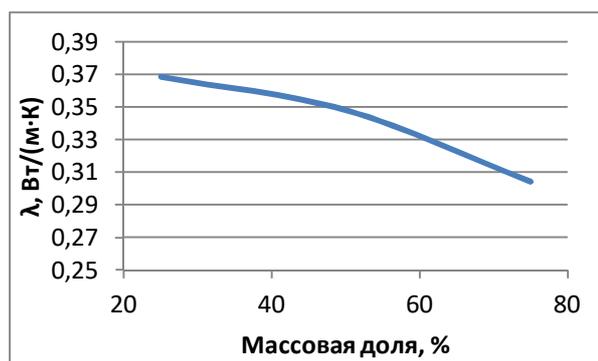


Рис.2. Зависимость коэффициента теплопроводности от массовой доли барита

ВЫВОДЫ

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что с увеличением массовой концентрации барита в радиационно-защитном экране теплопроводность снижается. Такая тенденция может быть связана с уменьшением массовой концентрации CaCO_3 , который имеет более высокий коэффициент теплопроводности.

Таблица 1.

№	Образец	t_{cp} , °C	Δt , °C	Толщина, см	λ , Вт/(м·К)	Массовая концентрация
1	659	50	16,57	2,188	0,3682	25% барит
2	653	50	20	2,1416	0,3479	50% барит
3	648	50	20	2,3109	0,3043	75% барит
4	1043	50	20	2,2662	0,3641	20% свинец

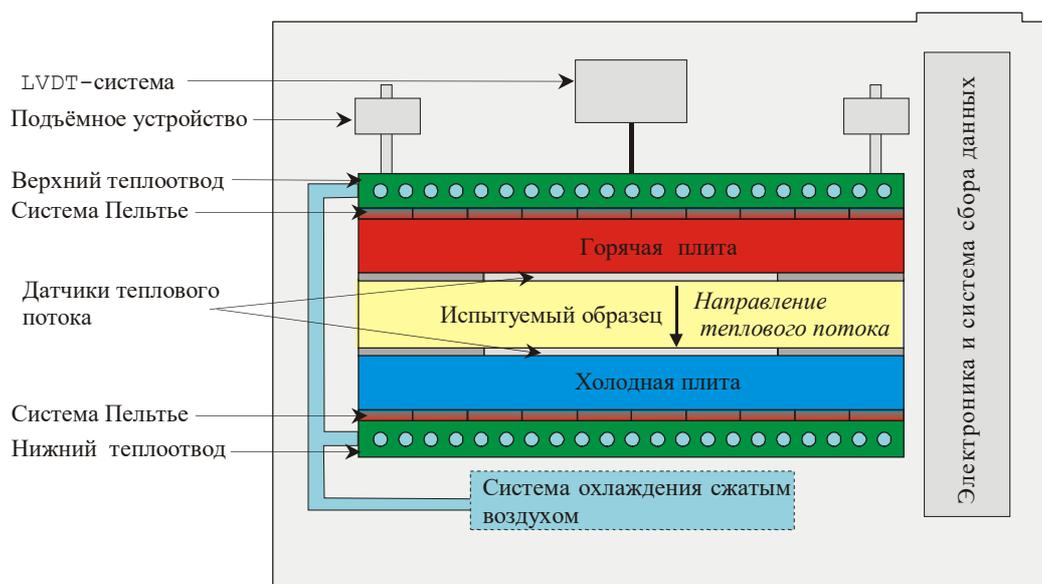


Рис. 3. Схема измерительной части

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ташлыков О.Л. Методы оценки и снижения дозовых нагрузок при ремонте АЭС: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009.
2. Таширева И.А., Ташлыков О.Л. Использование быстросъемной тепловой изоляции на АЭС // Труды второй научно-технической конференции молодых ученых Уральского энергетического института. Екатеринбург: ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», 2017. с. 365-368.
3. Савченкова Г.А., Артамонова Т.А., Савченков В.П., Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е., Русских И.М., Селезнев Е.Н. Перспективы использования материалов серии Абрис для радиационной защиты персонала АЭС / Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики // Сборник докладов восьмой международной научно-технической конференции. Москва: ОАО «Концерн Росэнергоатом», 2012. С.504-508
4. Инструкция по эксплуатации NETZSCH HFM 436.