

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕПЛОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛОТРАСС

Нусупбеков Б.Р., к.т.н., профессор;
Карабекова Д.Ж., докторант PhD;
Абдыкова Г., магистрант; Жакиев Н., магистрант
Карагандинский государственный университет им. академика Е.А.Букетова
г. Караганда, Республика Казахстан

Тепловые методы неразрушающего контроля получили широкое распространение для анализа состояния тепловой изоляции подземных трубопроводов. В тепловых методах неразрушающего контроля используется тепловая энергия распространяющаяся в объекте контроля. Температурное поле поверхности объекта является источником информации об особенностях процесса теплопередачи. В этой статье описаны разработанные нами несколько модификации датчиков теплового потока. Общим элементом этих приборов является батарейный термоэлектрический датчик специальной конструкции, выполняющий роль термоэлектрического преобразователя теплового потока.

Ключевые слова: тепловой поток, датчики теплового потока, диагностика, термоэлектрический батарейный преобразователь теплового потока

Подземные трубопроводы тепловых сетей являются мощными источниками теплоты и в процессе работы создают температурное поле, отличное от собственного температурного поля земли. Любое нарушение состояния теплоизоляционной конструкции трубопроводов, а также режима их работы, приводит к изменению температуры в поверхностном слое грунта. В случае увлажнения тепловой изоляции или ее полного разрушения на участке значительной протяженности на поверхности грунта возникает повышенный, но равномерный температурный фон. Температурный фон может возникнуть и в случае, не связанных с какими-либо нарушениями, например, при повышении температуры теплоносителя, вызванном технологическими требованиями. А эти факторы могут привести к одному и тому же распределению температур в поверхностном слое грунта. Определение же мест утечек тепла подземных трасс обусловлено целым рядом трудностей: различие глубины залегания трасс, различие грунтов над трассой, влажность грунтов и поверхности земли, наличие подземных вод, их химическая агрессивность и т.п. [1].

Актуальной задачей, стоящей перед предприятиями коммунальной теплоэнергетики, является надежное обеспечение потребителей теплом и горячей водой. Вследствие значительного физического износа трубопроводов системы теплоснабжения, практически на любом участке теплосети в любое время может возникнуть авария. Последствиями ее, помимо снижения комфортных условий для потребителя, являются материальные потери, связанные с прекращением подачи тепла и горячей воды. Утечка из системы 10 тонн нагретого до 100 градусов теплоносителя эквивалентна потере 1 Гкал тепла. Следовательно, оперативный поиск утечек на трубопроводах, и устранение их, является одной из актуальных проблем.

В настоящее время значительное количество трубопроводов различного технологического назначения после длительной эксплуатации требуют оценку состояния с целью обеспечения надежности, продления ресурса и оптимизации ремонтно-монтажных и строительных работ. Поэтому на первом этапе технического диагностирования максимум информации стремятся получить без вскрытия грунта.

Обширная практика обследования подземных теплосетей показала, что наиболее полно всем требованиям их технической диагностики удовлетворяют методы, основанные на наблюдении за температурным состоянием теплопроводов. Наиболее эффективным среди них является метод неразрушающего контроля состояния тепловой изоляции бесканальных теплопроводов, основанный на сравнении расчетных и экспериментальных значений распределения температуры на поверхности грунта (покрытия) над теплосетями [2].

В тепловых методах неразрушающего контроля используется тепловая энергия, распространяющаяся в объекте контроля. Температурное поле поверхности объекта является источником информации об особенностях процесса теплопередачи, которые, в свою очередь, зависят от наличия внутренних или наружных дефектов. Под дефектом при этом понимается наличие скрытых раковин, полостей, трещин, всевозможных отклонений физических свойств объекта контроля от нормы, наличия мест локального перегрева и т.п.

Приборы для измерения теплового потока обладают характеристиками, которые дают ряд

преимуществ по сравнению с другими методами неразрушающего контроля высокой чувствительностью к изменению теплофизических характеристик объектов контроля, возможностью проведения контроля без использования внешнего источника энергии, обнаружения утечек теплоты, безопасностью эксплуатации.

Разработанный прибор предназначен для измерения поверхностной плотности теплового потока различными методами. Наиболее оптимальным для расчета и технологического изготовления является метод «вспомогательной стенки». Суть метода заключается в том, что на пути измеряемого потока располагается стенка с известной теплопроводностью. Остается определить перепад температуры и вычислить поток. Как обычно, эффект присутствия измерительного органа желательно свести к минимуму, поэтому вспомогательная стенка, по возможности, не должна быть дополнительной, как ее иногда называют. В тех же случаях, когда дополнительное сопротивление неизбежно, необходимо знать не только абсолютную величину, но и ее долю в суммарном тепловом сопротивлении цепи, проводящей измерительный ток [3].

Прибор теплового потока выполнен в виде вспомогательной стенки, состоящей из батареи идентичных гальванических термоэлементов, включенных параллельно по измеряемому тепловому потоку и последовательно по генерируемому электрическому сигналу (рисунок 1). Монолитность преобразователя в жестком или гибком исполнении обеспечена заливочным электроизоляционным компаундом [4].



Рисунок 1. Внешний вид батарейного термоэлектрический датчика

Общим элементом прибора является батарейный термоэлектрический датчик специальной конструкции, выполняющий роль термоэлектрического преобразователя теплового потока. Термоэлектрический датчик выполнен в форме ограниченного цилиндра, одно основание которого представляет рабочую поверхность, второе основание имеет тепловой контакт с телом, имеющим температуру окружающей среды. Встроенные нагреватели позволяют создавать тепловой поток через термоэлектрический датчик в направлениях перпендикулярных его основаниям.

Активные спаи термоэлектрического преобразователя имеют тепловой контакт с приемной пластиной, а «пассивные» спаи – с нагревательным элементом, температура которого контролируется термозависимым элементом. С помощью нагревательного элемента через термоэлектрический батарейный преобразователь теплового потока создается тепловой поток, равный по величине и противоположный по направлению тепловому потоку от исследуемой поверхности при нормальных условиях эксплуатации исследуемого объекта. Поток от нагревателя является реперным для исследуемого объекта, с ним сравниваются тепловые потоки в областях, где предполагаются дефекты [5,6].

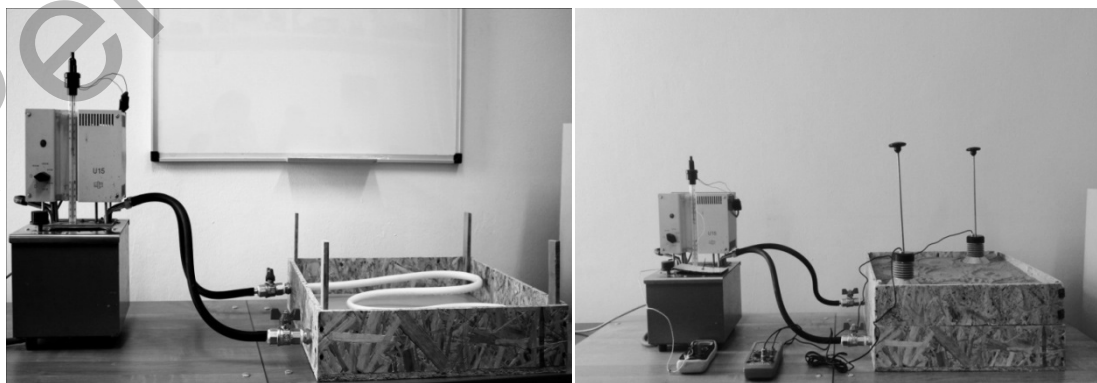


Рисунок 2. Экспериментальная установка

С целью проверки работоспособности метода в лабораторных условиях исследовалось температурное поле деревянного короба наполненного песком размерами 1000x1000x10мм, температура устанавливалась с помощью термостата. Высота набранного песка варьировались от 8см, 14см, 20см. Были сняты показания температуры при 18⁰С, 30⁰С, 40⁰С и нанесенный на песке сетка с шагом 200мм, измерения проводились в узлах сетки. На горизонтальной оси отмечены номера точек слева на право. Цифры на кривых соответствуют номерам горизонтальных линий от нижнего края к верхнему. Зависимость относительного сигнала датчика (отношение текущего сигнала к максимальному $\Delta\varepsilon$) от координат сетки N приведены на рисунке.

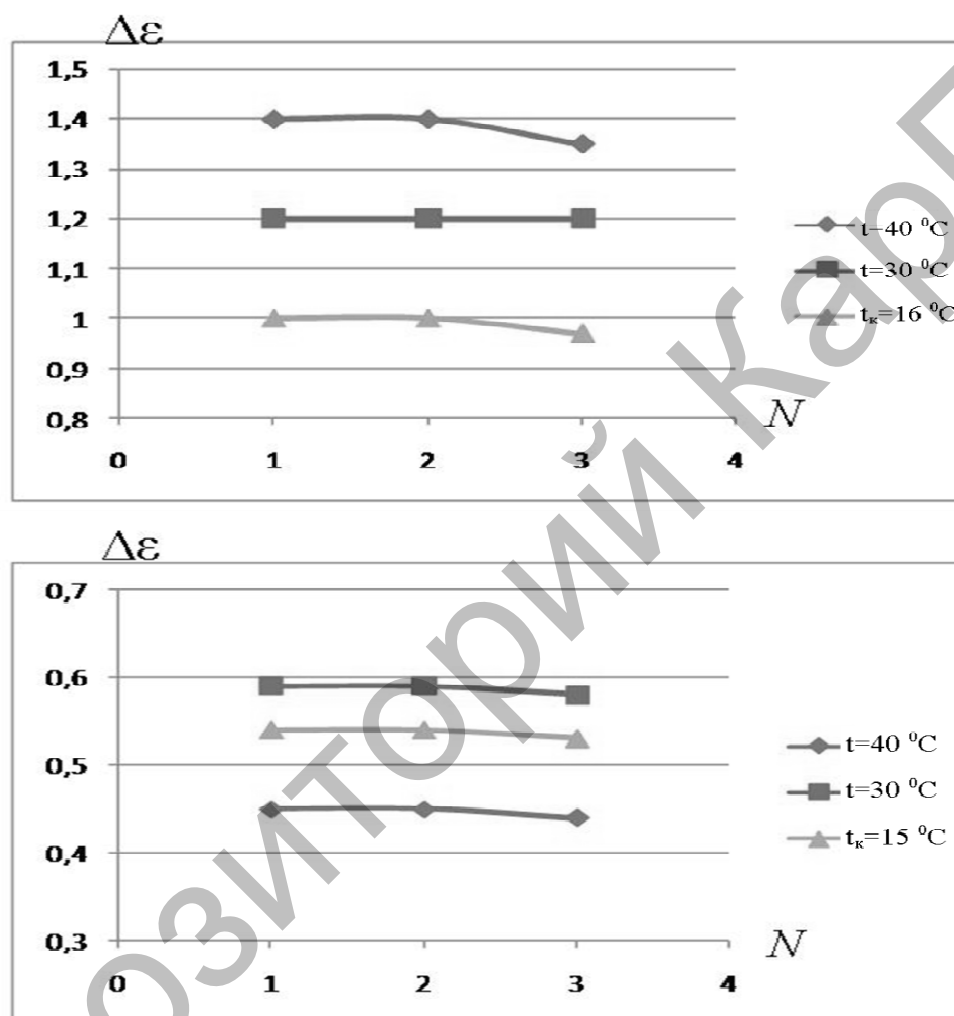


Рисунок 3. Зависимость относительного сигнала теплотрического прибора от координат сетки

Теплотрический прибор работает в диапазоне от 50 до 1000Вт/м², что соответствует нормативным теплотерям, которые ~300 Вт/м². Время измерения 1 минута.

По полученным данным изменения тепловых потерь и температуры почвы над обследуемыми прокладками теплотрасс оперативно и с минимальными затратами определять места утечки теплоносителя в окружающую среду, а также заблаговременно выявлять участки теплопроводов с неудовлетворительным состоянием их теплоизоляционных и ограждающих конструкций.

Литература:

1. Герашенко О.А. Теплотрический индикатор диагностики теплотрасс ТИДиТ-01/ О.А.Герашенко, Т.Г. Грищенко//Приборы для теплофизических измерений :каталог. – Киев: Час, 1991.-С.19.
2. Герашенко О.А. Основы теплотрии. Киев. Наукова думка.1984.с.1971.
3. Антипов Ю.Н., Карабекова Д.Ж., Ахтанова М.К., Иманасова Н.В. Приборы для измерения энергетических параметров теплофизических процессов. Известия КГТУ № 7, 2005г., Калининград. с.241-245.

4. А.С. 37716 РК 2001г. Прибор для измерения теплового потока. Кусаиынов К., Гладков В.Е., Карабекова Д.Ж.
5. Nussupbekov B.R., Karabekova D.Zh., Zhargakova S.S. Nondestructive testing for diagnostics of pipelines. Physical technical journal. – 2012. Vol 9. - №2(18).-P.13-18.
6. Kurytnik I, Nussupbekov B, Karabekova D, Zhargakova S. Thermal control method for the diagnosis of underground heating systems. Vestnik of the Karaganda State University named after EA Buketova. -2014.-Vol. 74.-No.2. –P.52-55

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Овчинников В.А., аспирант*; Завгородний А.В., магистрант**

*Томский политехнический университет

г. Томск, Российская Федерация;

**Карагандинский государственный университет им. академика Е.А.Букетова

г. Караганда, Республика Казахстан

В работе приведены результаты разработки и тестирования работы устройства для измерения вольт-амперных характеристик солнечных элементов. Устройство разработано на основе отладочной платы STM32VLDISCOVERY. Измерение напряжения и тока производится на отрицательном полюсе нагрузки.

Ключевые слова: измерение мощности, отладочная микроконтроллерная плата, вольт-амперная характеристика.

Проблема дефицита энергоресурсов возникает в связи с тем, что бурное развитие экономики, вызванное достижениями научно-технического прогресса, приводит к соответствующему росту энергозатрат. Главной причиной возникновения энергетической проблемы принято считать постоянно растущее потребление минерального топлива, притом, что запасы сырья для производства большей части энергии в мире, являются ограниченными. Предполагается, что к 2020 году мировое энергопотребление возрастет в несколько раз. На данный момент проблема энергодефицита и способы ее решения, являются одними из самых обсуждаемых вопросов в мире [1, 2]. Альтернативные источники энергии принято считать практически неисчерпаемыми по сравнению с традиционными источниками электроэнергии. Например, солнце будет светить еще много миллиардов лет, отдавая нам свою энергию. Во-вторых, применение альтернативных источников энергии гораздо безопаснее для окружающей среды, чем использование традиционных. Соответственно снижается угроза для здоровья людей. Наиболее перспективными направлениями развития альтернативной энергетики на территории Казахстана являются: гидроэнергетика, ветроэнергетика и солнечная энергетика.

Для развития альтернативной энергетики в Казахстане необходимо вести не только разработку новых эффективных солнечных элементов, но и вести опытно-конструкторские работы для массового внедрения промышленно-выпускаемых видов солнечных элементов. Важными параметрами солнечных элементов являются их вольт-амперные характеристики и КПД преобразования световой энергии в электрическую. В данной работе приведены результаты разработки устройства для измерения вольт-амперных характеристик солнечных ячеек. Для возможности быстрой модернизации алгоритма и элементов измерительной системы были приняты решение использовать для построения измерительного устройства микроконтроллер с возможностью многократной перезаписи кода программы.

Компания STMicroelectronics выпускает недорогие отладочные платы STM32VLDISCOVERY. Самая первая плата семейства STM контроллеров называлась STM32DISCOVERY. Именно с неё началась экспансия фирмы ST на рынок дешёвых и мощных микроконтроллеров общего назначения, этим объясняется её сверхнизкая цена — демпинг цен на эту плату принёс ST прибыль в виде множества новых покупателей и пользователей [3-5].

Внешний вид отладочной платы STM32VLDISCOVERY представлен на рисунке 1.