

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК
УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ
ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ

МСП - 03057, м. Київ - 57, вул. Желябова, 2а

тел. (044) 456-62-82

факс: (044) 456-60-91

E-mail: admin@ittf.kiev.ua



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УКРАИНЫ

ИНСТИТУТ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕПЛОФИЗИКИ

МСП - 03057, г. Киев - 57, ул. Желябова, 2а

тел. (044) 456-62-82

факс: (044) 456-60-91

E-mail: admin@ittf.kiev.ua

08.12.2015 № 483-B

на № _____

Компания

ООО «Чжунхей Украина»

04080 г. Киев, ул. Фрунзе, 13г

Научный отчет

В Институте технической теплофизики НАН Украины проведены научные исследования и анализ основных теплотехнических характеристик электротермической системы отопления «Чжунхей» модель ZHDM-WM-220-180/225/270 и комплектующих к ней производства ZHONGHUI (HEILONGJIANG) UNDERGROUND HEATING CORPORATION (Китай).

Данная продукция предназначена для использования в системах отопления помещений различного назначения в объектах жилищно-коммунального хозяйства и социально-бытовой сферы. Изделие относится к классу низкотемпературных аккумуляционных систем отопления, в которых основным механизмом теплоотдачи является радиационная составляющая (до 70%) теплообмена в диапазоне инфракрасного излучения с длиной волн (9 – 12 мкм) при максимальной температуре поверхности тепловыделяющего элемента до 50°C.

Конструкция изделия представлена в виде мата (предлагается типоряд с различными размерами) с гидроизоляционной (IPX7) поливинилхлоридной термоустойчивой оболочкой, в котором размещается электронагревательный пленочный элемент. Между электроизоляционными слоями многослойной пленки из полиэтилентерефталата (майлара) нанесены электропроводные волнообразные полосы (для уменьшения линейной температурной деформации), выполненные из

углеродосодержащего материала (оригинальный состав производителя), который при прохождении по нему электрического тока выделяет теплоту. Распределение тока по полосам обеспечивается путем их параллельного контакта с двумя медными плоскими проводниками, которые расположены по боковым краям пленки. Надежность электрических контактов при этом обеспечивается двойным неразъемным заклепочным соединением (обладает длительным сроком службы без увеличения локального электросопротивления, которое может привести к возможной термодеструкции проводников), а также дополнительным электроизоляционным самоклеющимся виниловым покрытием (что также предотвращает их механическое повреждение). Полиэтилентерефталат при этом обладает устойчивыми гидро- и электроизоляционными свойствами в широком диапазоне температур, что вполне оправдывает его применение в данной системе. При этом материал пленки и ее толщина допускают деформативные изгибные воздействия без критичного повреждения токопроводящих элементов. Обе стороны пленочного электронагревательного элемента клеевым способом покрыты слоем алюминиевой (теплопроводной) фольги, что значительно улучшает теплораспределение по его поверхности, а также экранирование от, возникающего при прохождении по полосам тока, слабого электромагнитного излучения. В комплекте поставляются соединительные электрические кабели с медными многожильными проводниками соответствующего сечения и гидрозащищенными соединительными разъемами, а также электронный блок управления температурными режимами работы и обеспечения безопасности эксплуатации данной системы отопления. Нагревательные маты предназначены для их размещения под различными напольными покрытиями (керамическая плитка, деревянные, ламинат и др.) в помещениях на предварительно теплоизолированной поверхности (слой не менее 30 мм теплоизоляции из экструдированного пенополистирола). Над расстеленными, согласно конфигурации помещения и предпочтениям потребителя, матами выполняется стяжка (толщиной до 40 мм) на основе цементных строительных смесей и финишная отделка. Слой стяжки выполняет функцию аккумуляции теплоты и равномерного распределения

теплоты по поверхности пола. Щелочное разрушающее воздействие строительных смесей, при их заливке на фольгированную поверхность пленки и электрические контакты, полностью исключено за счет их соответствующей гидроизоляции.

Управление включением нагревательных матов как в отдельном помещении, так для здания в целом, может осуществляться в автоматическом режиме посредством пользовательского интерфейса (включая дистанционное). Номинальными характеристиками для электрического питания данной системы является промышленная сеть с напряжением 220-240 В и частотой 50 Гц. Расчетное значение плотности теплового потока может составлять 80...160 Вт/м² в зависимости от необходимой температуры воздуха в помещении и его тепловых потерь, что покрывает все классы Европейской классификации по энергоэффективности зданий (ДБН В.2.6-31:2006). При этом рассчитанный коэффициент полезного действия отдельного тепловыделяющего мата составил не менее 99,6%.

Проведены тепловизионные обследования температуры поверхности (теплоотдающей способности) образца данной продукции (мат с размерами 400x350x0,95 мм с тепловыделяющим фрагментом пленки с размерами 300x300x0,32 мм) при температуре воздуха 22,0°C в лабораторном неветилируемом помещении. На рис. 1 - 2 представлены термограммы (слева) и фотографии (справа) объектов, полученные при помощи тепловизора Testo 875-2 (серийный номер 2330038, объектив стандартный 32°, согласно методике EN 13187, погрешность измерения температуры $\pm 2^\circ\text{C}$), при максимальной потребляемой электрической мощности мата 24,8 Вт. Измерение мощности проводилось при помощи аналогового измерительного комплекса К-50. При этом электрическое напряжение питания составляло 219,1 В.

На рис. 1 максимальная температура на поверхности мата составила 54,9°C. Неравномерность поля температуры по поверхности объясняется неплотным прилеганием гидроизоляционной оболочки к тепловыделяющему фрагменту пленки. В технологии монтажа это полностью исключено из-за воздействия сверху

на мат массы цементного раствора стяжки (придавливание оболочки уменьшает общее термическое сопротивление мата).

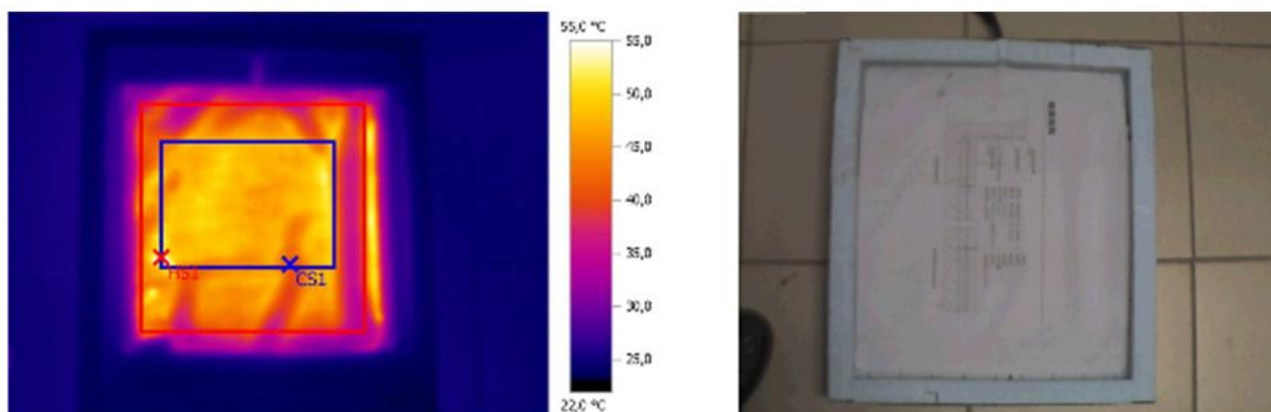


Рис. 1 – Термограмма мата «Чжунхей» в гидроизоляционной оболочке

На рис. 2 максимальная температура на поверхности мата составила $56,1^{\circ}\text{C}$. Очевидно относительно равномерное распределение температуры по поверхности тепловыделяющего фрагмента в месте его фольгирования. Такой режим способствует уменьшению термических деформаций и возможной деструкции пленки в месте их возникновения.

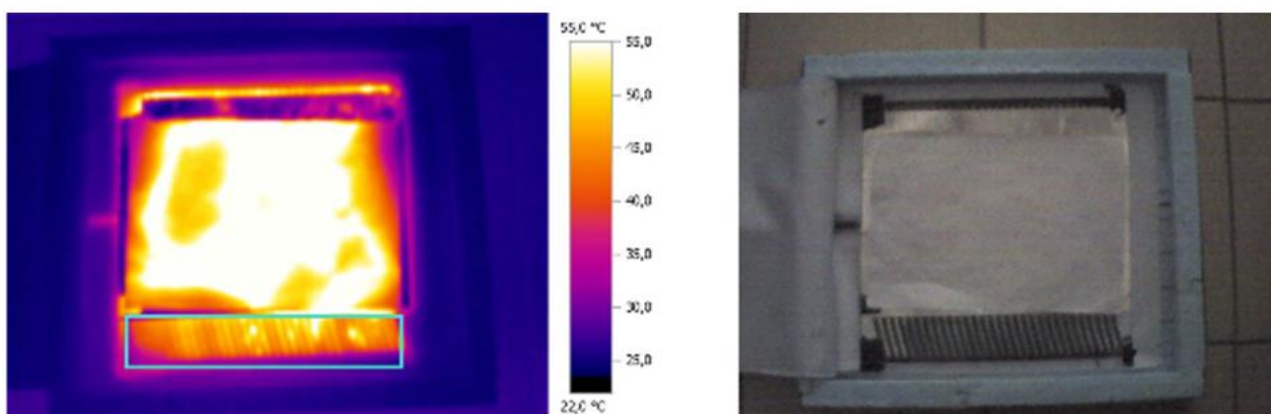


Рис. 2 – Термограмма мата «Чжунхей» без гидроизоляционной оболочки

Рис. 3 представляет собой термограмму поверхности стяжки пола с фрагментом системы отопления «Чжунхей», выполненный при тех же исходных

условиях и параметрах эксперимента. Фрагмент теплоизолирован снизу и боков экструдированным пенополистиролом толщиной 30 мм для минимизации периферийных тепловых потерь. Отмечается равномерное распределение температуры по поверхности участка пола над нагревательным элементом (снижение механических напряжений вследствие температурной деформации стяжки, меньший риск трещинообразования в полу при эксплуатации системы). Максимальная температура поверхности при этом составила 42,5°С после 5 часов непрерывного включения.

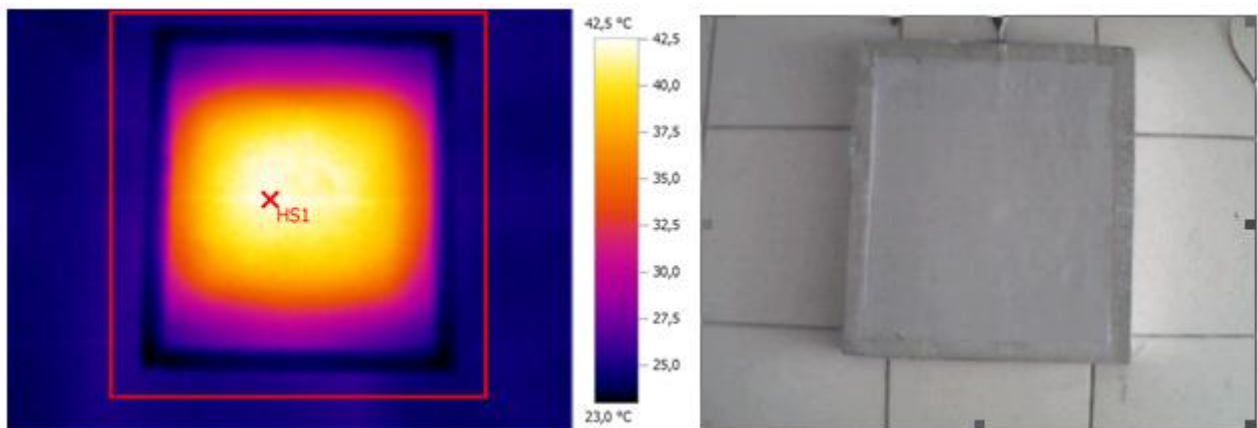


Рис. 3 – Термограмма поверхности стяжки пола с фрагментом системы отопления «Чжунхей»

В качестве образца для сравнительного анализа теплотехнических характеристик было выбрано пленочное изделие для напольного отопления XM-305 производства RexVa XiCa (Ю. Корея). Его конструкция (размером 500x750 мм) представлена в виде многослойной пленки из полиэтилентерефталата, с нанесенными между слоями прямыми полосами (увеличенный риск односторонней линейной термической деформации) из карбона, совокупность которых является нагревательным элементом такой системы. Общая толщина пленки составляет 0,338 мм. Измерения теплотехнических и других характеристик RexVa XiCa выполнялись при тех же условиях, в которых исследовалась продукция «Чжунхей». При этом использовались те же контрольно-измерительные приборы и методики

проведения измерений. На рис. 4 – 5 показаны аналогичные термограммы поверхности работающего образца.

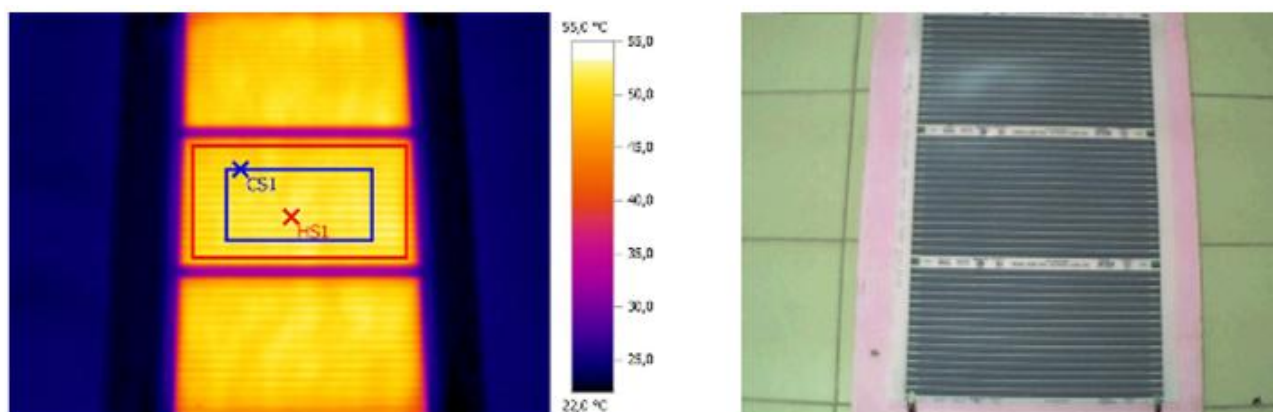


Рис. 4 – Термограмма поверхности фрагмента пленки RexVa XiCa

Заметна температурная неравномерность по теплоотдающей поверхности (возможный повышенный риск деформаций и локальной термодеструкции пленки). При этом измеренные максимальное и минимальное значения температуры составили, соответственно, $53,2^{\circ}\text{C}$ и $48,7^{\circ}\text{C}$. На рис. 4 показаны результаты тепловизионной съемки с расстояния 50 см от поверхности пленки. Эта термограмма также демонстрирует характерную неравномерность распределения температуры с большим разбросом значений минимальной $45,0^{\circ}\text{C}$ и максимальной $53,5^{\circ}\text{C}$ температуры.

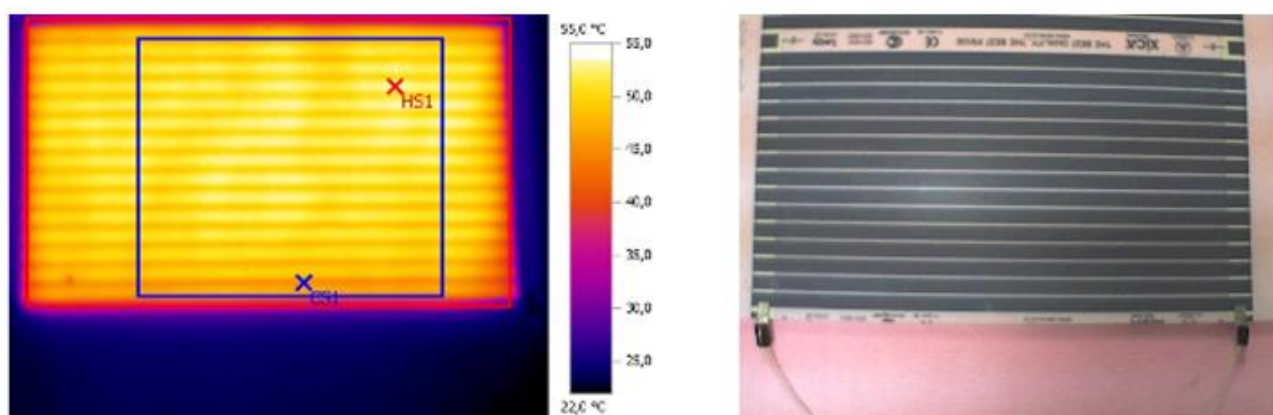


Рис. 5 – Термограмма (увеличенная) поверхности фрагмента пленки RexVa XiCa

Помимо всего прочего недостатком представленного технического решения может являться обжимная конструкция клемм электропитающих проводов в месте их крепления к токопроводным лентам по краям пленки (на фото преднамеренно неизолированы, согласно руководству по монтажу они должны обязательно покрываться винил-бутиловым пластичным изолятором). Многократные циклы включения-выключения электропитания (циклического нагревания-остывания) могут привести к температурным деформациям материалов в месте их соединения, что в свою очередь снижает надежность электрического контакта, локальному повышению электрического сопротивления и возможному преждевременному их выходу из строя.

Выводы

Анализ конструкции тепловыделяющего мата производства компании «Чжунхай» показал относительно высокую надежность его конструкции и приемлемые эксплуатационные характеристики применительно для различных объектов жилищно-коммунального хозяйства.

Проведенные экспериментальные исследования теплотехнических характеристик дают основание рекомендовать электротермическую систему отопления «Чжунхай» к широкому использованию для отопления помещений различного назначения в качестве энергоэффективной альтернативы существующим инженерным системам.

Старший научный сотрудник ИТТФ НАН Украины,
к.т.н., с.н.с.



Недбайло А.Н.