

первое специализированное издание в Республике Башкортостан



www.es-ufa.ru

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

в строительстве
и коммунальном
хозяйстве

№2 (56) май-июнь 2013

«Дом под ключ» стр. 37 – 48

16+



Zoltwasser



ЛУЧШИЙ ПРОЕКТ

2013

**ПОДРОБНОСТИ АКЦИИ
ЧИТАЙТЕ НА СТР. 3**

Исследование микроструктуры и измерение коэффициента теплопроводности жидкого композиционного теплоизоляционного материала методом цилиндрического слоя при температурах ниже 0°C

Ф.Р.Латыпов, ктн, доцент к. АТиТ ФГБОУ ВПО УГАТУ, **Г.А.Меркулова**, ктн, доцент к. МиТОМ ФГАОУ ВПО СФУ, **Д.А.Ильясов**, студент ф-та АД ФГБОУ ВПО УГАТУ

Жидкие композиционные теплоизоляционные материалы (ЖКТИМ), состоящие из алюмосиликатных и керамических микросфер (частично наполненных воздухом, частично вакуумированных), акрилово-латексного полимеризирующегося наполнителя и титанового пигмента, благодаря низкому коэффициенту теплоотдачи с поверхности, стойкости к ультрафиолетовому излучению, отсутствию капиллярного всасывания воды и вандалобезопасности, нашли широкое применение в строительстве, промышленности, энергетике.

Однако в рекламных листах тех или иных производителей ЖКТИМ, отсутствуют подробные микроструктурные и теплофизические данные, подтвержденные точными измерениями.

В данной статье приводим результаты нашего исследования микроструктуры и измерения коэффициента теплопроводности λ ЖКТИМ Re-THERM при температурах ниже 0°C.

Для исследования микроструктуры композита нами был использован срез с внешней поверхности цилиндрического слоя с лабораторной установки по измерению коэффициента теплопроводности λ ЖКТИМ методом цилиндрического слоя.

Результаты исследования представлены на рис 1. Исследование дисперсной структуры изучаемого композиционного образца осуществлялось на металлографическом микроскопе Nikon M-100 и на японском сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6490 LV в лаборатории кафедры металловедения и термической обработки металлов им. В.С.Биронта (Институт цветных металлов и материалов СФУ).

Основные области применения жидкой теплоизоляции:

- Теплоэнергетика и промышленность (котлы, трубопроводы, резервуары для хранения нефтепродуктов, бойлеры, холодильное оборудование, компрессорное оборудование и т.д.)

- Строительство и ЖКХ

Снаружи и внутри стеновых конструкций – для снижения тепловых потерь согласно СНиП, а так же устранения грибка, конденсата, обледенения;

Трубопроводы холодной и горячей воды, как для снижения тепловых потерь, так и для устранения конденсата;

Задвижки и запорная арматура;

Снаружи или внутри кровли для снижения тепловых потерь в зимний период и уменьшения затрат на кондиционирование летом;

Покрытие оконных откосов для снижения тепловых потерь. До 20% тепловых потерь происходит через оконные откосы;

Обработка торцов монолитных перекрытий при «каркасном» строительстве;

Утепление подвальных помещений, в том числе с внутренней стороны подвальных стен.

- Транспорт (рефрижераторы, пассажирский транспорт, железнодорожные вагоны, морские и речные суда, авиатранспорт и т.д.)

- Обработка технологического оборудования (термопрессов, газоходов, печей, котлов, бойлеров) для снижения затрат на энергоносители за счет ускорения процесса разогрева и снижения тепловых потерь.

Первоначально исследуемый образец был подвержен вакуумной обработке, и на одну из его

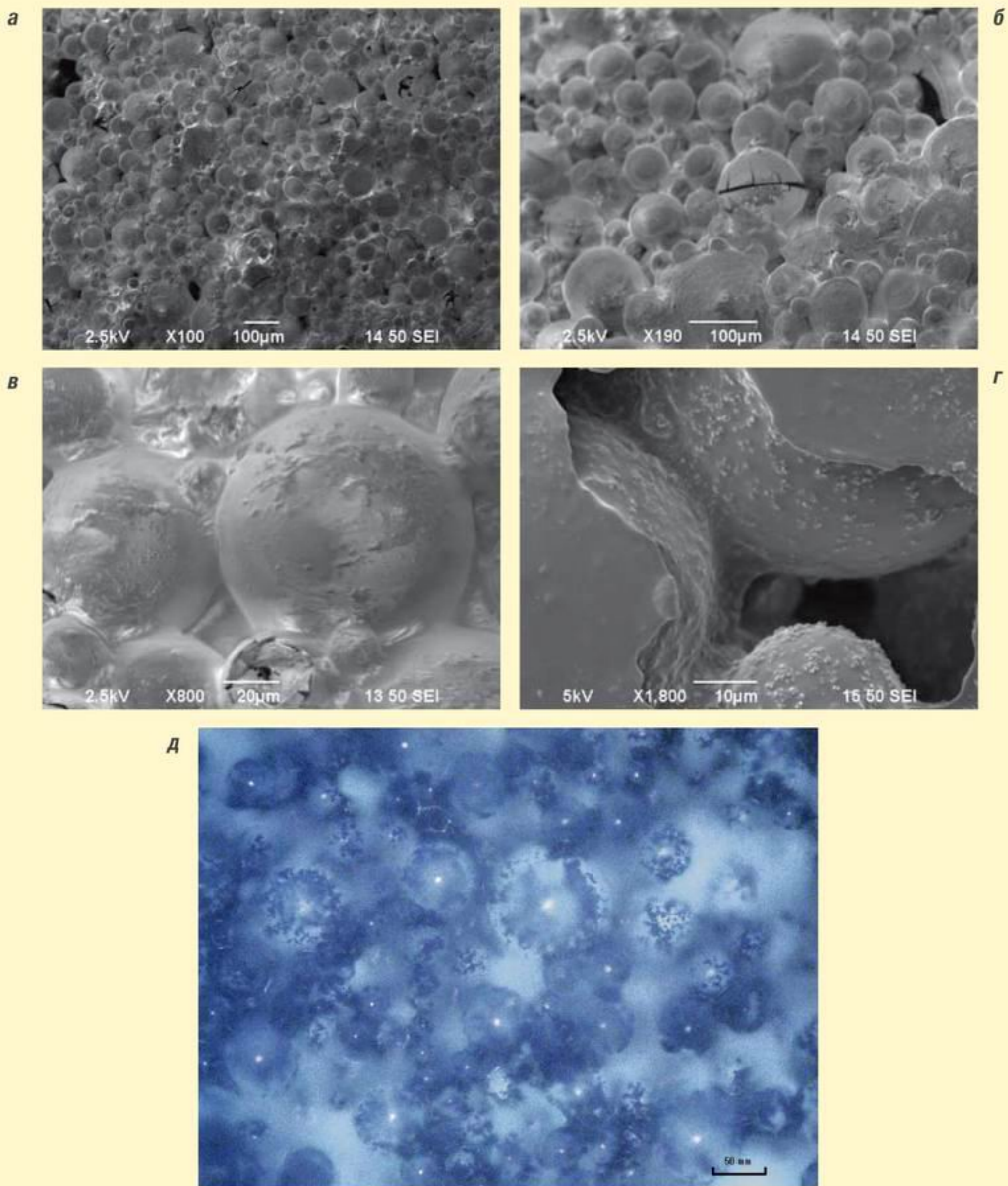


Рис. 1 Результаты микроструктурных исследований поверхности образца ЖКТИМ. а – общий вид поверхности при электронном сканировании с небольшим увеличением; б – результаты сканирования с большим увеличением; в – свечение смолы на границах пузырьков; г-изображение глубинного разрыва, образовавшегося при эвакуации воздуха из цепочки лопнувших пузырьков; д – вид исследуемой поверхности при падении поляризованных лучей оптического диапазона длин волн.

поверхностей было нанесено плазменное напыление платины. На фото 1а видны несколько алюмосиликатных шариков, лопнувших при вакуумной обработке образца. На фото 1б, более детально показаны разрывы сфер пузырьков

и то, что они тонкостенные. На фото 1г в объектив микроскопа попал целый «туннель», образовавшийся в теле композита при удалении воздуха из серии лопнувших пузырьков (на внешней поверхности образца виден слой напылен-

ной платины). Акриловая смола светится на границах пузырьков (см. фото 1в) под ударами электронов. Это обусловлено ее большим электросопротивлением по сравнению с соседними пузырьками.

На фото 1д хорошо заметен адсорбированный пигмент, размазанный по поверхности больших пузырьков, и «облака» пигментированного акрилового наполнителя, отражающего свет. Яркие светлые точки в центрах пузырьков свидетельствуют об их активной отражательной способности в оптическом диапазоне волн.

По результатам визуализации микроструктуры поверхностного слоя исследуемого образца можно сделать такие выводы:

- керамические вакуумированные пузырьки являются существенным препятствием для кондуктивного и лучистого теплообмена;
- алюмосиликатные воздушные пузырьки в сочетании с белым пигментом наполнителя создают заметное препятствие для проникания инфракрасных лучей от горячих источников тепла;
- учитывая вышесказанное, ЖКТИМ лучше всего использовать для защиты приборов и оборудования от высокотемпературного воздействия (авиация, космическая техника). В случае же применения в строительных конструкциях желательно, чтобы средняя температура слоя ЖКТИМ не была значительно ниже 0°C.

О результатах наших измерений коэффициента теплопроводности λ ЖКТИМ (Re-

пирометром и, сверху и снизу наружного цилиндрического слоя застывшей пасты (напротив мест расположения королек термодатчиков), измерял наружную температуру поверхности рабочего участка. Другой экспериментатор, находящийся внутри помещения, записывал по шкале гальванометра установленную электрическую мощность ТЭНа и осуществлял измерения температур в пяти точках внутри композиционного цилиндрического слоя по показаниям цифрового мультиметра.

Опыты проводились при трех значениях мощности ТЭНа: 1, 2, 4 Вт. При этом средняя температура цилиндрического протяженного композиционного слоя составляла – 17,0°, – 13,5°, – 5,0°C.

В пересчете на стандартную толщину слоя ЖКТИМ $\delta=1,5$ мм, были получены следующие экспериментальные значения коэффициента теплопроводности λ исследуемого материала (см. Таблицу).

Качественно полученные значения λ не противоречат результатам микровизуального исследования выбранного образца ЖКТИМ.

По результатам измерения коэффициента теплопроводности исследованного материала при температурах ниже 0°C можно сделать вывод о том, что монотонный характер падения λ с понижением температуры сохраняется. Однако крутизна кривой $\lambda = f(T)$ значительно уменьшается по сравнению с видом этой же кривой для положительного диапазона температур.

Экспериментальные значения коэффициента теплопроводности ЖКТИМ

Таблица

$t, ^\circ\text{C}$	–5,0	–13,5	–17,0
$\lambda, \text{Вт}/(\text{м К})$	0,0035	0,0031	0,0029

ТНЕРМ) методом цилиндрического слоя в интервале температур 30°-70°C мы уже сообщали (см. ИС, №3, 2012. С.22-24).

В этом, 2013 году, мы продолжили начатые опыты на той же экспериментальной установке, но при температуре окружающей среды – 22°C. Для устранения возможного влияния фактора вынужденной конвекции при внеаудиторных измерениях, вокруг рабочего участка были поставлены экранирующие щиты.

Один из экспериментаторов находился на улице внутри экранированного пространства с

ЖКТИМ исследованного нами класса широко используются в Республике Башкортостан для уменьшения тепловых потерь коттеджных и панельных домов, для теплоизоляции нефтяных резервуаров и запорной арматуры в зимний период времени, для термозащиты холодильных камер. Полученные нами экспериментальные значения коэффициента теплопроводности ЖКТИМ в диапазоне минусовых температур, будут полезными при проектировании различных объектов ЖКХ и систем климатической защиты сосудов, арматурных элементов конструкций на объектах малой и большой энергетики.