

ЖИДКОКЕРАМИЧЕСКИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ: СКАЗКА О ГОЛОМ КОРОЛЕ...

А.А. Матвиевский, канд. техн. наук;
Т.Ю. Абызова, канд. техн. наук;
М.Г. Александрия, дипл. инженер

После того, как касательно развития нанотехнологий состоялись большие правительственные решения, четыре заманчивые буквы НАНО стали использоваться предприимчивыми дельцами как громкий рекламный слоган, повод для различных псевдонаучных спекуляций, а то и для банального «обувания» потребителя. Наша история про то, как самая обычная краска превратилась в нано-чудо краску: утепляющую, шумоизолирующую, огнезащитную... разглаживающую морщины и повышающую жизненный тонус, а также про то, что из этого вышло.

1. История вопроса.

Откуда возникли жидко-керамические теплоизоляционные покрытия (ЖКП) достоверно неизвестно: производители вырывают пальму первенства друг у друга из рук. Из наиболее популярных версий – рассказ о том, как в начале 1970-х гг. на рынке появилась и начала победоносное шествие штатовская разработка - покрытие «Thermal-Coat», в состав которого входили наполнители – вакуумированные стеклянные микросферы и оксиды металлов (кремния, титана, кальция и цинка), а в роли связующего были выбраны латексы бутадиенстирольных и винилакриловых полимеров. Затем число подобных красок дополнили Liquid Siding, Multi-Gard, Multi-Gard R-20, Liquid Vinyl, Thermo-Shield, другие разнообразные жидкие сайдинги. Аппетит производителей и продавцов ЖКП все возрастал, и, продвигая свой товар, они так активно рассказывали экономным и впечатлительным американцам сказки о «космическом» происхождении своего товара, что в 2002 г. Федеральная торговая комиссия США инициировала расследование некоторых их методов и действий. Состоявшиеся судебные заседания вынесли постановления, **запрещающие** этим ловким дельцам **в явной или подразумевающей форме заявлять:**

А. что любой такой продукт уменьшает энергопотери, стоимость электроэнергии, потребление энергии или величину счета за коммунальные услуги;

В. о любом коэффициенте сопротивления теплопередаче в связи с таким продуктом;

С. об изоляционных качествах такого продукта по сравнению с любыми другими материалами, включая изоляционные материалы; или

Д. о преимуществах, результативности или эффективности такого продукта.

Суд также обязал ответчиков предоставлять каждому лицу, покупавшему или собирающемуся покупать в будущем данные материалы копию данного решения суда.

Затем ЖКП попытались завоевать Западную Европу, но преградой на их пути стали заключения ведущих научных лабораторий строительной физики (Лейпциг, Ганновер).

2009 год - В Латвии на борьбу с жидкокерамической экспансией встает министр экономики Артис Кампарс. Он обратился к населению с призывом не доверять сомнительным предложениям по утеплению многоквартирных домов и направил письма в Строительную инспекцию, Латвийское общество строительных инженеров, а также в Совет по конкуренции и Центр защиты прав потребителей с просьбой выяснить, почему данный способ повышения энергоэффективности зданий не дал ожидаемого результата.

Более удачным и прибыльным оказался поход ЖКП в страны Восточной Европы, особенно в Беларуси...

Экспансия ЖКП в России началась в 2001-2002 гг. – с двух американских материалов Thermo-Shield и Thermal Coat. В этой связи вспоминается известная сказка Ганса Христиана Андерсена – «Новое платье короля»: обнищавшие иностранные авантюристы, предлагающие что-то настоль авангардное, при королевском дворе доселе неслыханное, что поначалу у придворных специалистов – молчаливое недоумение, а потом, после того, как король (чиновник самого высокого ранга), принял решение – уже и высказываться как-то неудобно, можно и головы лишиться...

Аналогия с продвижением на российском рынке ЖКП прямая: сначала в рекламных буклетах продавцов банальные акриловые краски с микросферами (диаметром 10-100 микрон) вдруг попадают в разряд нанотехнологий. Дальше – больше: погрешности такого порядка становятся нормой – и значение коэффициента теплопроводности λ , после пересечения государственной границы Российской Федерации, каким-то чудесным образом уменьшается в 100 раз. Американская краска на акриловом связующем с керамическим пористым наполнителем, имеющая $\lambda=0,1$ Вт/мК, а также высокий коэффициент отражения солнечной радиации, малую температуропроводность и малую паро- и воздухопроницаемость, превратилась за несколько пазов предприимчивых людей... в производимую в Волгограде краску с коэффициентом теплопроводности 0,001 Вт/мК и гениальную разработку отечественных нанотехнологов...

Так на самом деле был изобретен еще один способ относительно честного изъятия денег у доверчивых граждан, и начался отечественный сериал «Гербалайф» в строительстве». В различных регионах нашей страны появляются генетические братья Thermo-Shield и Thermal Coat - по сути те же самые стеклянные шарики, размешанные в краске, получили торговые марки Корунд (г. Волгоград), Астратек (г. Екатеринбург), Альфатек (г. Москва), Теплос-Топ (г. Москва), Изоллат (г. Екатеринбург), Moutrical (г. Волжский Волгоградской обл.), RE-THERM (г. Казань, г. Красноярск). В г. Санкт-Петербурге ЗАО «Рикон» предлагает покрытие THERMATEC (про-во MatMix Technologies, Германия), в г. Волжском Волгоградской области ЗАО «Теплоэнерго» - TEMP-COAT (пр-во **Brand Products, LLC, США**), в г. Красноярске ООО НЦ "Сибирская Теплосберегающая Компания" – официальный дистрибьютор **TSM Ceramic** (на официальном сайте значится, что **TSM Ceramic** был ранее известен как **thermal...**). Поди разберись.

Еще одна штатовская краска в Россию и Украину поставляется под торговой маркой Mascoat, а в другие страны СНГ она же импортируется под торговой маркой Thermal-Тес. Другой американский производитель своей устаревшей разработке дал новое имя: Thermal Coat теперь TC Ceramic НВ. Украинские

вариации на тему «Thermal Coat» - это TCM Керамічний и КЕРАМОІЗОЛ (г. Харьков).

Интересно отметить, что американцы объясняли природу уникального энергосберегающего эффекта своих покрытий исключительно коэффициентом излучения поверхности, а коэффициенты теплопроводности декларировали честно - порядка 0.097 Вт/м·К для «TC Ceramic HV» и «Mascoat» (измерены по ASTM C177 (американский аналог ГОСТ 7076, см. англоязычные спецификации на сайтах производителей,) или $\lambda=0.15$ Вт/м·К - для немецкого «Thermo-Shield» (как у обычной краски). Однако на самом деле ЖКП хорошо отражают не тепловое инфракрасное излучения, а коротковолновое солнечное излучение в видимой части спектра. Поэтому первоначально они использовались в качестве покрытий для кровель, эксплуатирувавшихся в жарком климате, например, в Калифорнии. Неужели в Екатеринбурге, Красноярске или Москве кого-то сильно беспокоит нагрев крыши дома прямыми солнечными лучами?

Если проследить историю продвижения этих материалов в интернете, то открывается любопытный факт: зачастую администраторы и модераторы различных интернет-форумов, посвященных строительству, уличают производителей и поставщиков ЖКП в том, что под разными логинами одни и те же люди (одни ip-адреса) дискутируют сами с собой. Каковы же должны быть достоинства материалов, если для их успешной продажи в ход идет и реклама такого толка, и высосанные из пальца псевдоспоры и псевдоутверждения об успешном опыте применения? Кто хочет продавать продукт, тот должен предлагать больше, чем обещания и намеки.

2. По поводу корректности проведенных исследований: фокусы для дилетантов

Применяя манипуляции из арсенала рыночных наперсточников, продавцы ЖКП убеждают покупателей в особой уникальности своих материалов. Продавцы Thermo-Shield строят свою рекламу на фантастически низком коэффициенте излучения поверхности материала, продавцы остальных обсуждаемых материалов - на фантастически низком коэффициенте теплопроводности.

Перетасовка единиц измерений, некорректный перевод из одной системы мер в другую, ошибочная методология определения теплопотерь, прочие ухищрения, приводят к глубоко ошибочному преувеличению теплоизолирующей способности этой «сверхтонкой теплоизоляции». Обычно расчеты, показывающие снижение теплопотерь при изоляции ЖКП в технических целях (трубы, резервуары и пр.) очень ловко строятся на измерениях только единственного параметра - температуры изолированной поверхности, которую измерить без грубых ошибок довольно сложно. Для корректной оценки теплосберегающего эффекта должны использоваться специально разработанные методики, т.е. методики, точность которых доказана. Проводимые испытания должны адекватно воссоздавать реальные условия эксплуатации: фокусы, вроде опыта с кусочками льда, тающими на изолированном и неизолированном участках горячей трубы, где количество тепла, проходящее под маленьким кубиком льда, сравнивают с теплом, проходящим через всю поверхность трубы, хороши для дилетантов.

Когда же поклонники Thermo-Shield собираются утеплять фасады зданий, вывод о 40-50%-ной экономии тепла они делают, определяя температуру стены не из равенства тепловых потоков через слой утеплителя и с поверхности стены, а

считая температуру наружной стены неизменной. Даже при двукратном увеличении сопротивления теплообмену у наружной поверхности, суммарное сопротивление теплопередаче конструкции изменяется незначительно: повышение температуры поверхности стены и уменьшение теплоотдачи с ее поверхности будут практически полностью скомпенсировано за счет увеличения температуры стены. Поэтому получить теплосберегающий эффект утепление нанокраской позволит, вот только чтобы измерить его придется запастись аптекарскими весами, ведь кое-какую экономию дает даже оклейка стен обоями.

Несмотря на то, что в рекламных материалах дается информация о том, что при использовании ЖКП для утепления наружных стен экономия затрат на энергию или на отопление достигает 40% и со стороны производителей говорится о прочих эффективных составляющих, приводимые тому доказательства не могут быть приняты во внимание в связи с отсутствием сравнения с традиционными системами утепления.

Интересен в этой связи отчет ООО «Лаборатория качества и технологии строительства» (г. Самара, 2006 г.) «О результатах испытаний покрытия «Термошилд» с целью определения энергоэффективности при нанесении его на фасад», где в первом пункте выводов значится подсчитанный по какой-то секретной методике энергосберегающий эффект - 17%, а в последнем (п.3.5.) - констатация факта, что методология подобных испытаний этой лаборатории не известна: «необходимо разработать и утвердить, вначале на региональном уровне, методы испытаний покрытия «Термошилд» по оценке его энергоэффективности»... ?

В том же отчете, авторы отмечают, что оценка теплопроводности по ГОСТ 26254 прибором ПИТ-2 не выявляет теплоизоляционных свойств испытываемой термокраски. Оценка тепловых потоков в представленных протоколах испытаний выглядит очень забавно:

1. лист полиуретана 50 мм - получены значения от 16.02 до 24.89 (обратите внимание: погрешность измерения 55%)

2. лист полиуретана 50 мм с покрытием термокраской - от 17.08 до 19.81 (погрешность измерения 16%).

Вывод лаборатории: «Средний уровень тепловых потоков через образец без покрытия - 19,21, а с покрытием термокраской - 18,53, соответственно, имеет место эффект снижения теплопотерь на 4%». Это при погрешности измерений в 55%!

На часто повторяемый всеми продавцами ЖКП аргумент, что существующие инженерно-технические модели не применимы к их материалам, приведем лишь неоспоримую истину: теплоперенос осуществляется через теплопроводность, конвекцию и излучение. Эти три универсальных механизма работают как внутри самого пористого теплоизолятора, так и в примыкающем к поверхности слое воздуха, но они существенны в разной степени. Аккредитованные лаборатории пользуются методологией, основанной именно на этом утверждении фундаментальной физики. Существующие официально принятые методологии описаны в ГОСТ 26254 – 84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций», а также в разработанном Всемирной организацией по нормированию стандарте DIN ISO 6946 «Сопротивление теплопроводности элементов здания / коэффициент теплопроводности».

Так что все это - фокусы для дилетантов, но не для людей, владеющих знаниями законов физики в рамках курса технического ВУЗа.

3. Зарубежные исследования аналогов ЖКП.

Германия. Лейпциг. НИИ по исследованию материалов / лаборатория по испытанию материалов для строительства в Лейпциге (2000 г.): «в рамках проведенных исследований, при нанесении покрытия наружной стены ($k = 1,0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$) продуктом Thermo-Shield Exterieur, не удалось подтвердить сколько-нибудь заметной экономии энергии, необходимой для отопления здания, по сравнению с характеристиками аналогичной необработанной наружной стены. Для неустановившегося случая (включая ливневую нагрузку) удалось рассчитать экономию энергии для отопления, выраженную лишь значением в 2%.

Привлечённая же для сравнения конструкция WDVS (80-мм-вый пенополистирол) показал в отличие от необработанной наружной стены экономию энергии для отопления в 55% в стационарном, установившемся случае и 46% для нестационарного случая».

Ганновер. Для проверки эффективности теплоизоляционного материала «ТермоШилд - Экстерьер» в университете Ганновера была проведена научная работа по исследованию его термических свойств, в ходе которой какого-либо существенного термоизолирующего эффекта при нанесении этого покрытия на поверхность испытываемых образцов выявлено не было.

После того как компетентное отраслевое объединение «Теплоизоляционные единые системы» подало в суд на местного лицензиата ЖКП продуктов и юридически одержало победу, продавцы этих «чудо-продуктов» перебрались в Швейцарию.

Латвия. Эксперимент по утеплению одного панельного дома (расположенного по адресу ул.Иерикю, 44, Рига) вызвал такой резонанс, что даже министр экономики Латвии Артис Кампарс обратился к населению с призывом не доверять сомнительным предложениям по утеплению многоквартирных домов (2009 г.). Как показали результаты проверки, проведенной Рижским агентством энергетики (РАЭ), после реновации здания затраты на отопление не изменились даже в пределах 10%.

США. Американская Федеральная торговая комиссия, являясь официальным регулятором местного рынка, опубликовала официальное заявление, что на их местном рынке работали жулики, нагло обманывавшие в своей рекламе их местного американского потребителя, рекламируя чудо-термоизоляцию, наполненную полыми стеклянными микросферами.

4. Объекты и опыт применения. Адреса, пароли, явки... С ловкостью карточных шулеров продавцы ЖКП манипулируют примерами эффективного применения своих материалов. Например, на официальном сайте компании «Научный центр. Сибирская энергосберегающая компания» (г. Красноярск), реализующего материал TSM-Ceramic, целая фотогалерея утепленных по чудо-технологии объектов: фрагменты труб, кусочки цоколей, какой-то печально возвышающийся панельный дом в Кемерово в четырех ракурсах (?), покрашенные изнутри офисы, квартиры, гаражи и подвалы. Чем не документальное подтверждение победоносного шествия жидкокерамических красок-утеплителей по городам и весям, вот только одно смущает - Союз строителей Красноярского

края ничего о нем не знает. Цитата из письма Союза строителей Красноярского края: «На Ваш (*Ассоциации АНФАС*) запрос ... сообщаем следующее:

1. Применение покрытия TSM Ceramic в качестве наружного утепления на объектах г. Красноярска имело место на единичных объектах и носило фрагментарный характер (изоляция колонн, металлоконструкций, внутреннее утепление).

2. Адреса конкретных строительных объектов, утепленных с применением данного материала, Союзу Строителей Красноярского края не известны.

3. Ведущий проектный институт «Красноярскгражданпроект» никаких работ по проектированию зданий с применением подобных красок в качестве теплоизолирующего слоя не вел.

В связи с вышеизложенным дать какую-либо справку об эксплуатационных и энергосберегающих характеристиках краски TSM Ceramic не предоставляется возможным, в связи с отсутствием у нас документального подтверждения оных».

На этом же сайте слоган: «TSM Ceramic - утеплит все, что можно покрасить». После просмотра фотографий хочется поправить: красим все, что нужно утеплять, получаем деньги, ждите эффекта...

5. Классическая теплофизика: фольга вместо шубы. Наука уже давно вдоль и поперек исследовала все процессы, происходящие при теплообмене, по крайней мере, для классических макроскопических систем, какими, собственно, и являются стены и кровли наших домов. Радиационную составляющую теплообмена никто и никогда со счетов не сбрасывал, во всех уравнениях действующих строительных нормативов она обязательно учитывается, измерить и вычислить такие параметры – для специалиста труда не составит. Видимо поэтому зимой в России народ, несмотря на то, что живет в высокотехнологичном XXI век, по старинке носит шубы, а не заворачивается в фольгу.

Что касается "очень высокой отражающей способности" - эти материалы, действительно, обладают очень высокой отражающей способностью. Но только для солнечной радиации. Именно поэтому они эффективны как защита от прямых солнечных лучей. Любое тело с температурой, отличной от абсолютного нуля, излучает энергию в виде электромагнитных волн, световое излучение – частный случай электромагнитного излучения. Для видимых световых лучей длина волны составляет от 0,4 до 0,8 мкм, а для тепловых (инфракрасных) лучей – от 0,8 до 800 мкм, с максимумом спектральной плотности излучения для обсуждаемых температур в районе 10 микрон. И если говорить об отражающей способности применительно к тепловому излучению комнатной температуры - она у ЖКП, как и у большинства полимерных композиций, довольно низкая. Именно поэтому в рекомендациях производителей их разрешается колеровать для применений, в которых не требуется защита от нагрева прямыми солнечными лучами. На белорусском сайте Термо-Шилда упоминался измеренный в Голландии коэффициент поглощения теплового излучения 0,85 (далеко от нуля), но после некоторой дискуссии на Интернет-форумах все цифры и таблицы значений были убраны. По другим данным коэффициент излучения Термошилд - 0,75 (без уточнения длины волны). Для сравнения относительный коэффициент излучения ϵ (при температуре 0 ± 150 °C): рубероид – 0,93, дерево – 0,7-0,9, гладкая бетонная поверхность имеет 0,62, оцинкованная сталь 0,28, полированная поверхность алюминиевого сплава 0,04, так что кровельное железо излучает гораздо меньше. К

тому же обычно температура внешней поверхности стены обычно близка к температуре внешнего воздуха, то есть уменьшение коэффициента излучения поверхности на 10% по сравнению, скажем, с рубероидом, не может дать даже нескольких процентов экономии тепла.

Более «дешево и сердито» сэкономить на лучистом теплообмене можно, отполировав горячую трубу до зеркального блеска, или просто обернув ее фольгой. Вот только следует учесть, что зимой на такую теплоизоляцию легко налипнет снег, а после летнего ливня – грязь, и даже легкий ветерок будет способствовать сильному росту теплопотерь, сдувая пограничный слой воздуха у поверхности теплоизолированной таким образом конструкции.

Даже если допустить сам факт: тонкое жидкокерамическое покрытие работает как сверхмощный теплоизолятор - краску начнет коробить на стене! В пределах тоненького 0,7-1 мм слоя краски будет происходить резкий скачок температур, причем с градиентом в добрый десяток градусов... Закономерен другой вопрос: какой уникальной пластичностью должна обладать эта краска, чтобы из-за подобных температурных деформаций она не потрескалась и не отвалилась.

А то, что вопреки законам физики аргументация в пользу эффективности применения ЖКП для утепления крыш и фасадов зданий, оказалась вполне убедительной для некоторых чиновников и, к сожалению, научных работников, видимо объясняется уже законами другой науки - социологии.

6. Горючесть. О самой возможности применения ЖКП в качестве строительной теплоизоляции наружных ограждающих конструкций можно будет дискутировать только после прохождения этими покрытиями пожарных испытаний в полном объеме, с огневой нагрузкой соответствующей системам теплоизоляции фасадов и кровель. На данный момент пожарная безопасность данных материалов вызывает опасения, так как эти покрытия имеют полимерную основу, которая горюча, а при возгорании сильно дымится и выделяет токсичные газы.

7. Технология. Закономерен будет вопрос к производителям некоторых ЖКП, например, TSM Ceramic, которые рекомендуют 4 мм слой краски для достижения требуемого термического сопротивления: сколько времени и трудозатрат потребует многократное повторение операции «нанесение – сушка» до набора необходимой толщины? Чрезвычайно низкая технологичность такого способа утепления очевидна.

Возможно, ЖКП смогут найти успешное применение в других областях промышленности, где их реальные, а не вымышленные физические свойства будут удовлетворять требованиям Российских стандартов. Однако немедленное широкомасштабное применение ЖКП в качестве строительной теплоизоляции в силу недостаточной эффективности, пожарной опасности, а также непрогнозируемой долговечности, может привести к неоправданному расходу бюджетных и прочих средств, а также личных накоплений граждан России, которые более целесообразно направить на приведение старого жилого фонда в соответствие с новыми требованиями по теплозащите.

Мизансцена: крик из толпы «А король-то ... голый».