

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЕРХТОНКИХ ЖИДКИХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЙ

М.А. Ростникова, студентка,
А.Ю. Плавич, Г.А. Сафронов доценты кафедры
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»,
e-mail: andrey.plavich@klgtu.ru

Представлены результаты апробации жидкого теплоизолирующего материала, и проведено сравнение его теплофизических свойств со свойствами классической трубной изоляции.

жидкая теплоизоляция, теплопроводы, эффективность изоляции

Важным среди основных элементов теплопроводов является теплоизоляция. Вопрос качества тепловой изоляции – один из главных с точки зрения энергетической эффективности в строительстве и теплоэнергетике. От выбора теплоизоляционных материалов зависит не только термическое сопротивление конструкций, но и их долговечность, безопасность, внешний вид. Сегодня на рынке теплоизолирующих материалов, помимо классических, представлено множество образцов определенного класса – жидкой теплоизоляции. В основу ее производства заложена технология внедрения микросфер с разряженным воздухом или инертным газом в составе акрилового связующего, в результате чего продукт представляет собой краскообразную субстанцию. Все они схожи не только способом производства и принципом своего действия, но и заявленной сверхнизкой теплопроводностью, способом нанесения и сроком службы. Проанализировав данные с официальных сайтов производителей, можно установить следующее: жидкая теплоизоляция – это легкий, пористый, паропроницаемый материал, наносимый на изолируемую поверхность тонким слоем с помощью кисти, валика или распылителя и обеспечивающий значительное сокращение тепловых потерь за счет сверхнизкой теплопроводности (примерно $0,001 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$) в широком диапазоне температур (от 213 до 473 К) на срок до 15 лет и выше.

Нами проведено исследование, целью которого являлось ознакомление с конкретным теплоизоляционным материалом данного класса – жидкой теплоизоляцией «Корунд» (<http://корунд.рф>, ООО "НПО Фуллерен"), представленной как прорыв в теплофизике (заявленный коэффициент теплопроводности данного материала составляет $0,0012 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, что, к слову, меньше теплопроводности воздуха, а 1 мм покрытия эквивалентен 50 мм минеральной ваты). Было проведено сравнение с традиционной теплоизоляцией – «Изоком» (<http://www.isocom.ru>, «ООО Изотек») - классическими полимерными трубками - путем исследования процесса теплоотдачи. В ходе работы изучены данные с официальных сайтов производителей жидкой теплоизоляции, рассмотрены отзывы потребителей, проведена беседа с представителем компании. Основой всех дальнейших выводов являются обработанные данные, полученные в ходе экспериментов, способных дать нам общую картину свойств исследуемого материала.

Суть каждого проделанного эксперимента состояла в следующем: полые тонкостенные стальные ёмкости цилиндрической формы с внутренним диаметром 83,4 мм, толщиной стенок 0,22 мм предварительно покрывались (либо не покрывались) выбранными материалами, прогривались, после чего наполнялись теплоносителем (им выступала кипящая

вода). Для сокращения теплотерь и минимизации теплообмена между образцами они помещались между листами пенополистирола толщиной 25 мм на расстоянии 0,5 м друг от друга. С целью сокращения влияния воздушных потоков образцы располагали вдали от нагревательных приборов. В центр каждого образца помещали термометры, показания с которых снимались через определенные временные промежутки. Каждый опыт проводился в подобных условиях: температуре окружающего воздуха 21°C и атмосферном давлении 761 мм рт. ст.

В ходе первого опыта наблюдали за тремя образцами: цилиндром, изолированным с помощью полимерной трубки «Изоком» толщиной 9 мм; цилиндром, покрытым жидкой теплоизоляцией «Корунд» с толщиной покрытия 1,5 мм (рекомендуемая толщина) и неизолированным стальным цилиндром. Стоит отметить, что наружная поверхность изолированных образцов на момент замеров была тактильно комфортной температуры в отличие от образца без изоляции. К концу опыта выявлено следующее: теплоноситель в неизолированном образце остывал значительно быстрее, чем в изолированном традиционным материалом; вода в образце, покрытом изоляцией «Корунд», остывала еще быстрее, чем в образце без изоляции. Данное обстоятельство можно объяснить тем, что мы попали в докритическую область диаметра изоляции: при определенных значениях диаметра наращивание изоляции будет приводить к увеличению тепловых потерь [1, 3]. Расчет величины критического диаметра производится по формуле

$$D_{н*} = 2\lambda/\alpha,$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К) [2].

Из расчета следует, что значение критического диаметра ничтожно мало при таком значении теплопроводности и никак не может составить наши 83,5 мм. Наблюдаемое явление указывает на несоответствие фактической скорости остывания той, которая должна быть при заявленной теплопроводности, следовательно, теплопроводность должна отличаться от заявленной.

Возникла необходимость проведения дополнительного эксперимента.

Чтобы уйти от влияния формы образца и упростить сравнение, был изготовлен образец с толщиной, равной толщине изоляции «Изоком»: нанесены 18 слоёв материала «Корунд» для достижения 9 мм слоя изоляции, и опыт повторили уже с двумя изолированными образцами: цилиндром с наращенной толщиной изоляции «Корунд» и цилиндром с изоляцией «Изоком» из первого эксперимента. В этом случае процесс остывания образца с покрытием «Корунд» практически соответствовал процессу остывания образца с «Изокомом». Обратим внимание, что процесс остывания образца «Изоком» хорошо согласуется в обоих опытах. Полученные в ходе двух экспериментов результаты представлены на графике (рис. 1).

Здесь мы видим, что процессы остывания образцов с изоляцией «Изоком» из первого и второго опытов и с покрытием «Корунд» толщиной 9 мм протекают схоже. Также на рис. 1 расположены графики зависимости температуры от времени в образце без изоляции и с покрытием «Корунд» толщиной 1,5 мм соответственно.

На их основе были произведены расчеты темпов охлаждения, представленные на графике (рис. 2).

Для экономической оценки была составлена смета, в которой указаны затраты на изолирование 1 пог. м трубопровода до получения сходного теплоизолирующего эффекта. Сметная стоимость при использовании полимерной трубки «Изоком» составит 465 руб., жидкой теплоизоляции «Корунд» - 4636 руб.

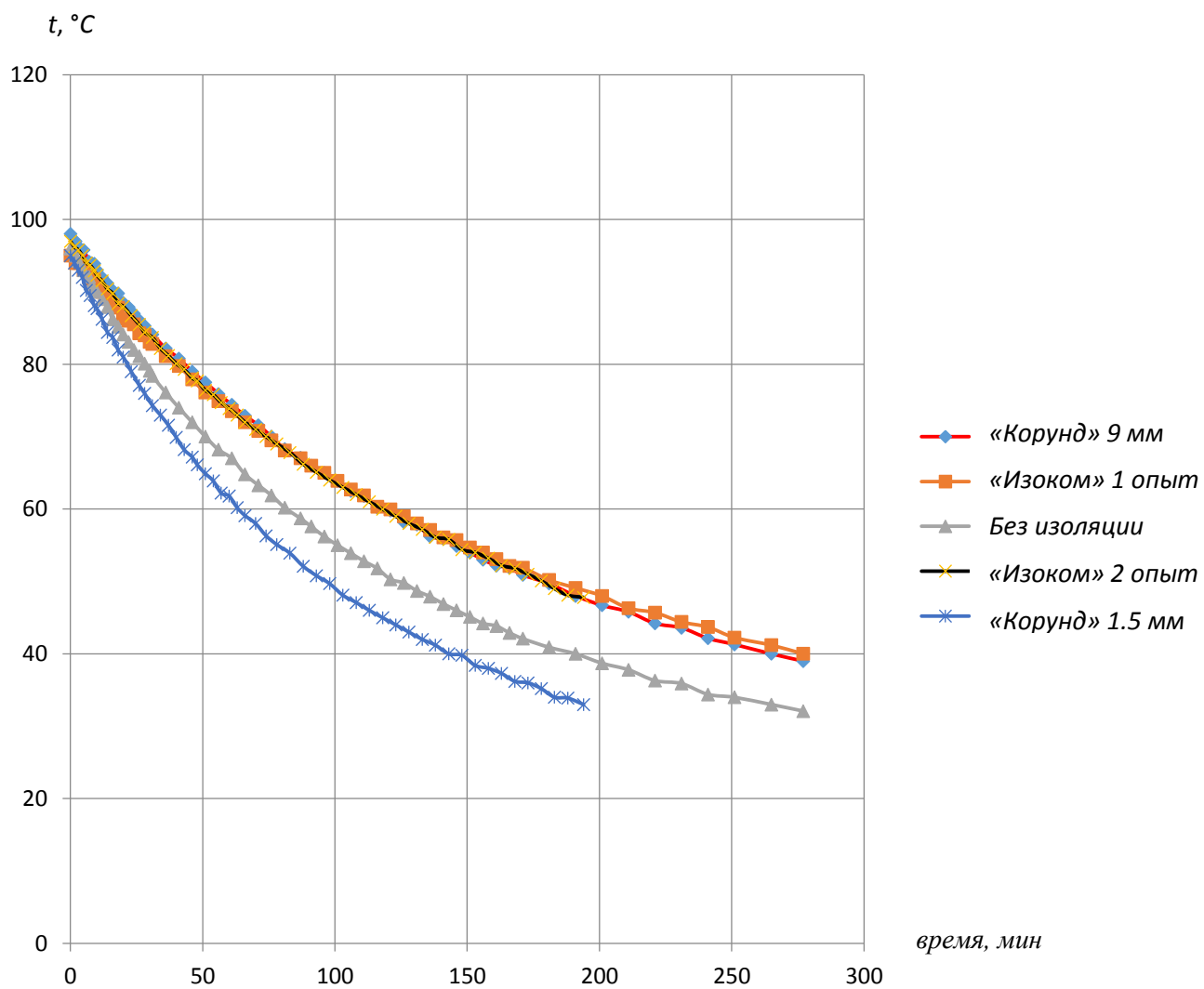


Рисунок 1 - Процесс остывания образцов

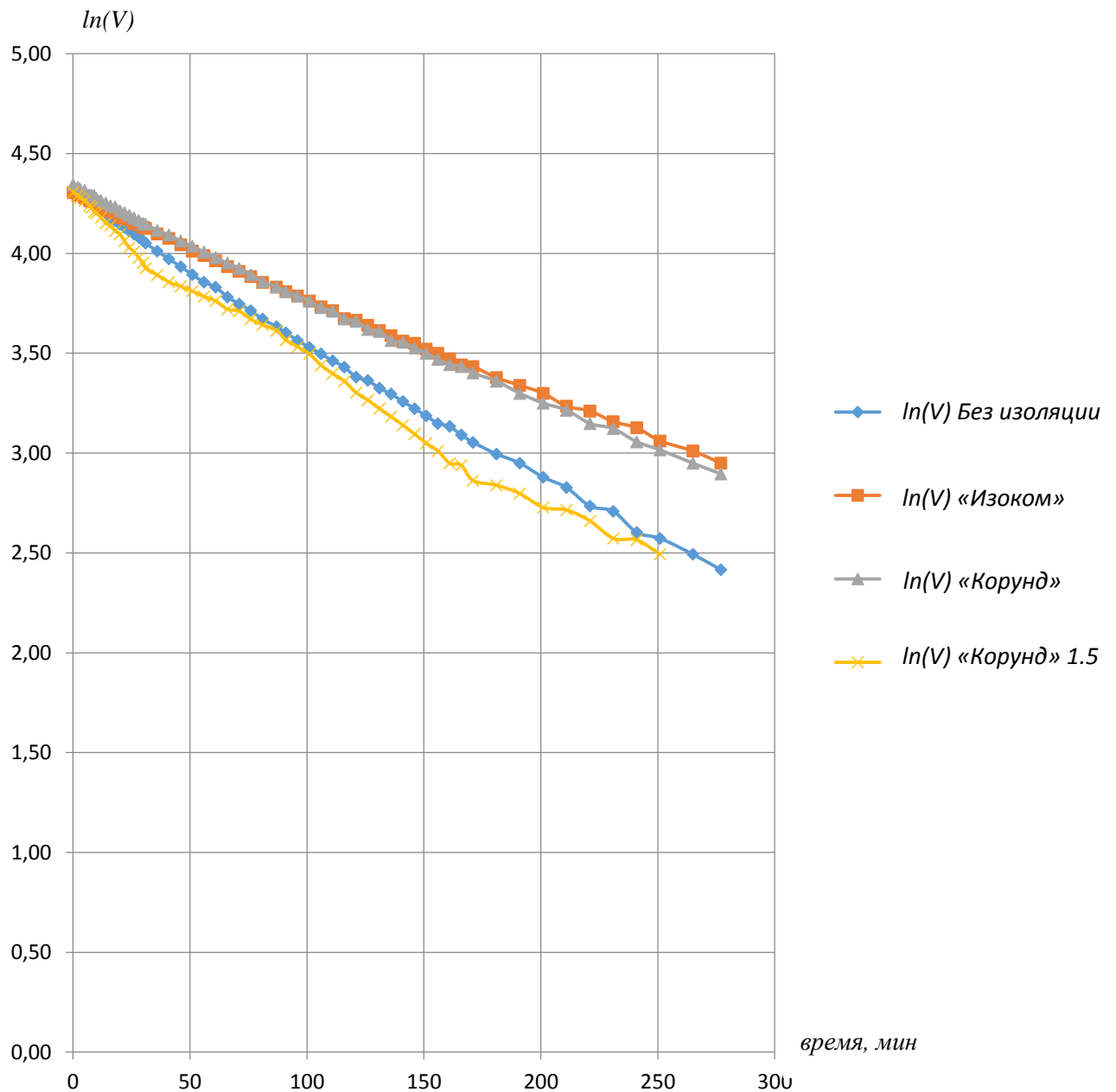


Рисунок 2 - Темпы охлаждения. $V = t_{\text{образца}} - t_{\text{воздуха}}$. $t_{\text{воздуха}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$

ВЫВОДЫ

1. Очевидно, что заявленные производителем значения теплопроводности сверхтонкой изоляции мало реалистичны и 1 мм данного покрытия вряд ли заменит 50 мм классической изоляции.
2. Материал эффективен в качестве защиты от термических ожогов [4].
3. Изоляционный материал крайне неэффективен экономически. Затраты в сравнении с соразмерным по теплофизическим свойствам материалом различаются почти в 10 раз.
4. Очень много вопросов возникает при изучении продукта: некомпетентные консультанты, сертификаты и сайт идентичны тем, что представляют производители аналогичного материала. Данный продукт следует подвергнуть более тщательной проверке прежде, чем решиться на его использование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов /Е. Я. Соколов. – 7-е изд., стер. / Е.Я. Соколов. – Москва: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.: ил.
2. Богатов, Г. Ф. Теплоснабжение. Расчет толщины тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей: методические указания к выполнению курсового и дипломного проектов / Г. Ф. Богатов. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 1998. – 40 с.
3. Миркин, А. З. Трубопроводные системы: справ. изд. / А. З. Миркин, В. В. Усиньш. – Москва: Химия, 1991. – 256 с.: ил.
4. О реальных физических свойствах и возможностях «теплоизолирующих» красок / Л. В. Декуша [и др.] // Промышленная теплотехника. – 2006. – т. 28. - №5. – С. 93-96.

TO THE QUESTION OF THE RESEARCH OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF SUPER-THIN LIQUID THERMAL INSULATION

M. A. Rostnikova, student
A. Y. Plavich, G. A. Safronov , associate professors
e-mail: andrey.plavich@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

The results of approbation of liquid heat-insulating are presented. A comparison was made of its thermophysical properties with the properties of classical pipe insulation.

liquid insulation, heat pipes, insulation efficiency