

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
Витебский государственный технологический университет
(УО «ВГТУ»)

УДК 677.017.56
Рег. № 20250594

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор УО «ВГТУ»
В.А. Жизневский
«31» 12 2025 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ НА
ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ МАТЕРИАЛА
(заключительный)

Начальник научно-
исследовательской части
УО «ВГТУ»



В.А. Сажин
«15» декабря 2025 г.

Научный руководитель НИР,
к.т.н, профессор



В.И. Олышанский
«15» декабря 2025 г.

Витебск, 2025

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Рководитель НИР,
к.т.н, профессор



«15» декабря 2025 г. В.И. Олышанский
(введение, заключение)

Отв. исполнитель

Мл. научн. сотр.



«15» декабря 2025 г. А.В. Котович
(раздел 1, 2, 3, 4)

Нормоконтроль.



«15» декабря 2025 г. А.В. Котович

РЕФЕРАТ

Отчет 40 с., 14 рис., 10 табл., 27 источников

УСТАНОВКА, ВОЙЛОК, ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, ВЛАЖНОСТЬ, ЗАВИСИМОСТЬ

Объектом исследования является установка для определения теплопроводности.

Цель работы – создание установки для определения коэффициента теплопроводности материала с одновременным изменением его влажности.

В процессе работы проводился анализ методов определения коэффициента теплопроводности, поиск и анализ существующих установок для определения коэффициента теплопроводности материалов, создание опытной установки, исследование влияния влажности на коэффициент теплопроводности войлока.

В результате исследования было выявлено отсутствие установок подобного типа. Создана опытная установка. Получена зависимость влияния влажности на коэффициент теплопроводности войлока.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Методы определения теплопроводности	6
2 Анализ существующих установок	10
3 Разработка опытной установки	31
4 Исследование влияния влажности на коэффициент теплопроводности ..	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	36
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	37

ВВЕДЕНИЕ

К современным текстильным, нетканым и иным материалам легкой промышленности предъявляется множество требований, в том числе теплофизические, характеризующие способность материалов препятствовать изменению температуры при различных условиях. Зная теплофизические свойства материалов, можно подобрать тот из них, который лучше других будет подходить для выбранных условий эксплуатации.

Современные существующие установки и стандарты для определения теплопроводности материалов предполагают проведение испытаний высушенных образцов. Однако, как известно, теплопроводность материалов в значительной степени зависит от их влажности.

Предлагаемая работа направлена на создание опытной установки, способной определять теплопроводность материалов при возможности непосредственного изменения их влажности, что позволит в дальнейшем вывести зависимости теплопроводности от влажности для различных материалов и использовать данную информацию при проектировании изделий для различных условий.

1 Методы определения теплопроводности

В процессе эксплуатации различные изделия из текстильных, нетканых и других материалов зачастую изменяют свою влажность. Вследствие данного процесса изменяется значение такого свойства материала, как теплопроводность. Вследствие этого происходят теплотери, которые не учитываются при выборе материала, что может негативно сказаться на его эксплуатационных характеристиках. Данная проблема ставит перед нами задачу возможность оперативного определения значения коэффициента теплопроводности материалов различной влажности. Для этого необходимо изучить методы определения коэффициента теплопроводности, а также существующие установки для определения коэффициента теплопроводности, разработать собственную установку и провести исследование материала на опытной установке.

В настоящее время используется ряд методов определения теплопроводности материалов [1]:

- метод определения цилиндрическим зондом [2];
- метод определения поверхностным преобразователем [3];
- метод выполнения измерений теплопроводности диэлектрическим методом [4];
- стационарный метод плоского слоя и метод труб [5].

При использовании метода цилиндрического зонда, основанного на зависимости температуры внедрённого в материал нагреваемого тела (зонда) от теплопроводности окружающего зонд материала, в образцы, имеющие форму бруска или цилиндра, вводится один или несколько зондов. Затем образцы, с введенный в них зондами, размещаются в термокамере на несколько неметаллических опор и выдерживаются при заданной температуре измерений не менее 2 часов для теплоизоляционных материалов и 4 часов для других материалов.

На один из зондов подается ток нагрева и вовремя проведения испытания периодически измеряют силу тока и регистрируют ЭДС. Время

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) Олышанский, В. И. Метод определения теплофизических свойств нетканых материалов / В. И. Олышанский, В. Г. Мульц, Е. Л. Зимина // Вестник Витебского государственного технологического университета . — 2021. — № 2(41). — С. 43. DOI:10.24412/2079-7958-2021-2-43-50
- 2) ГОСТ 30256-94 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом. — Минск : Госстрой : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1996. — 20 с.
- 3) ГОСТ 30290-94 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности поверхностным преобразователем. — Минск : Госстрой : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1996. — 24 с.
- 4) ГОСТ Р 8.621-2006 Материалы и изделия строительные. Методика выполнения измерений влажности теплопроводности диэлькометрическим методом. — Москва : Минстрой : Стандартиформ, 2006. — 8 с.
- 5) ГОСТ 7076-99 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном режиме. — Москва : Госстрой : ГУП ГЦПП, 2006. — 23 с.
- 6) Измерители теплопроводности ИТП-МГ4 «100», ИТП-МГ4 «250», ИТП-МГ4 «300» : [сайт]. — Челябинск, 2005-2025. — URL: <https://www.stroypribor.com/izmeriteli-teploprovodnosti-ity-mg4-100-ity-mg4-250.html> (дата обращения: 2.05.2025).
- 7) Прибор для измерения коэффициента теплопроводности ПИТ-2,1 — Российский завод ИзТех [Электронный ресурс]. — URL: https://www.iztech.ru/izmeriteli_teploprovodnosti/izmeritel_teploprovodnosti_pit-2_1/ (дата обращения: 2025-05-02).
- 8) ИТС-1 - прибор для измерения теплопроводности материалов стационарным методом по ГОСТ 7076 [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.interpribor.ru/measuring-the-thermal-conductivity-its-1> (дата обращения: 2025-05-02).

9) Прибор для измерения теплопроводности с горячей охранной зоной Lambda-Meter EP500e — Компания «ТоррЭС» [Электронный ресурс]. – URL: <https://torrequipmentsupply.com/proizvoditeli/lambda-messtechnik/lambda-meter-ep500e/> (дата обращения: 2025-05-02).

10) Lambda-Meßtechnik GmbH Dresden [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.lambda-messtechnik.de/en> (дата обращения: 2025-05-04).

11) guarded hot plate apparatus lambda-Meter EP500e - Technical data [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.lambda-messtechnik.de/en/thermal-conductivity-test-tool-ep500e/ep500e-technical-data> (дата обращения: 2025-05-04).

12) 52983-13: λ -Meter EP500e Приборы для измерения теплопроводности - Производители, поставщики и поверители [Электронный ресурс]. – URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/52983-13-l-meter-ep500e> (дата обращения: 2025-05-04).

13) 76916-19: HFM 446 Lambda мод. Small, Medium, Large Измерители теплопроводности твердых тел - Производители, поставщики и поверители [Электронный ресурс]. – URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/76916-19-hfm-446-lambda-mod-small-medium-large> (дата обращения: 2025-05-07).

14) Измеритель теплопроводности HFM 446 Lambda Eco-Line: продажа, цена в Минской области. Лабораторное, испытательное оборудование, общее от "ООО "Спектротех"" - 106484547 [Электронный ресурс]. – URL: <https://spectrotech.by/p106484547-izmeritel-teploprovodnosti-hfm.html> (дата обращения: 2025-05-07).

15) 38815-15: GHP 456 Titan® Измерители теплопроводности - Производители, поставщики и поверители [Электронный ресурс]. – URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/38815-15-ghp-456-titan> (дата обращения: 2025-05-07).

16) 90765-23: HFM 436/6/1 Прибор для измерения теплопроводности - Производители, поставщики и поверители [Электронный ресурс]. – URL:

<https://all-pribors.ru/opisanie/90765-23-hfm-43661> (дата обращения: 2025-05-07).

17) Анализатор теплопроводности TA Instruments DTC-300 купить в Минске - Takticom [Электронный ресурс]. – URL: <https://takticomconsult.by/p172096989-analizator-teploprovodnosti-instruments.html> (дата обращения: 2025-05-07).

18) Анализатор теплопроводности FOX 200 - Анализаторы теплопроводности - INTERTECH Corporation [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.intertech-corp.ru/aboutproduct.asp?gr=17&subgr=88&prid=318> (дата обращения: 2025-05-07).

19) 89286-23: FOX 200 Прибор для измерения теплопроводности - Производители, поставщики и поверители [Электронный ресурс]. – URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/89286-23-fox-200> (дата обращения: 2025-05-07).

20) Chapter 1: Introducing The ; Overview - TA DTC-300 Getting Started Manual [Page 11] | ManualsLib [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.manualslib.com/manual/3348610/Ta-Dtc-300.html?page=11#manual> (дата обращения: 2025-05-07).

21) Л. [Электронный ресурс] – URL: <https://rep.bstu.by/bitstream/handle/data/9707/1433.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 2025-05-12).

22) 2469676.pdf [Электронный ресурс] – URL: <https://rotys.com/i/2469676.pdf> (дата обращения: 2025-07-01).

23) ТМО [Электронный ресурс] – URL: http://ispu.ru/files/u2/Teplomassoobmen._Uchebnoe_posobie_dlya_bakalavrov.pdf (дата обращения: 2025-07-01).

24) Тепломассообмен. Учеб. пособие к практ. занятиям [Электронный ресурс] – URL: <https://staff.tiiame.uz/storage/users/293/books/Il9dzkwLykoOAPL9kSE7b6Sc465SXTH13jYqNEO5.pdf> (дата обращения: 2025-07-01).

25) Коэффициенты теплопроводности [Электронный ресурс] – URL: <https://www.xiron.ru/content/view/58/28/> (дата обращения: 2025-07-01).

26) Пинчук А. И. МУ к решению задач по разделу Стационарная и нестационарная теплопроводность 750 2024.pdf [Электронный ресурс] – URL: <https://rep.bstu.by/bitstream/handle/data/46055/Пинчук%20А.%20И.%20МУ%20к%20решению%20задач%20по%20разделуСтационарная%20и%20нестационарная%20теплопроводность%20750%202024.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 2025-07-02).

27) 1 [Электронный ресурс] – URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/92.pdf> (дата обращения: 2025-07-02).