

УДК 621.89.017
UDK 621.89.017

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНИЙ ТЕРМОСТАТ ДЛЯ РОТАЦІЙНОГО ВІСКОЗИМЕТРА

Худолий М.М., кандидат технічних наук, ТОВ «Випробувальний центр паливно-мастильних матеріалів», Київ, Україна

Чуб А.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

LOW-TEMPERATURE THERMOSTAT FOR ROTARY RHEOMETER

Khudolii M.M., Ph.D., Fuel and Oil Testing Centre, Kyiv, Ukraine

Chub A.M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ТЕРМОСТАТ ДЛЯ РОТАЦИОННОГО ВИСКОЗИМЕТРА

Худолий Н.Н., кандидат технических наук, ООО «Испытательный центр топливно-смазочных материалов», Киев, Украина

Чуб А.Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Дослідження динамічної в'язкості нафтопродуктів ротаційними віскозиметрами при температурах нижче температури навколишнього середовища потребують охолодження зразків та підтримання вибраного значення температури з високою точністю.

В ротаційному віскозиметрі типу «Реотест 2», використання якого передбачено ГОСТ 1929-87 [1], для цієї мети передбачено рідинний циркуляційний термостат (рис. 1) [2]. Для роботи термостата при температурах нижче температури навколишнього середовища як теплоносії використовується етиловий спирт (біля 50 л), а як охолоджувач – «сухий лід». Робота такого термостата характеризується високими затратами, тривалим часом підготовки, проблемами з забезпеченням твердою вуглекислою, складнощами з підтриманням сталої температури зразка та ін.

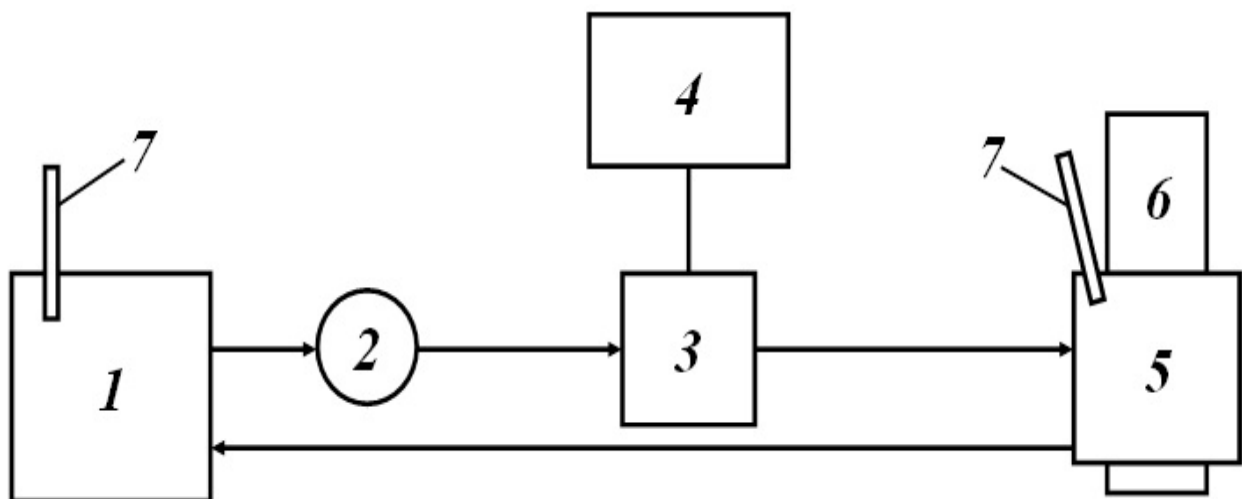


Рисунок 1 – Схема поєднання віскозиметра «Реотест 2» з циркуляційним термостатом
1 – ємність для охолоджуючої рідини; 2 – насос; 3 – кран; 4 – блок керування;
5 – ємність, що термостатується; 6 – ротаційний віскозиметр; 7 – термометр.

Розміщення випробувальних циліндрів в ємності, що термостатується, у цьому випадку показано на рис. 2.

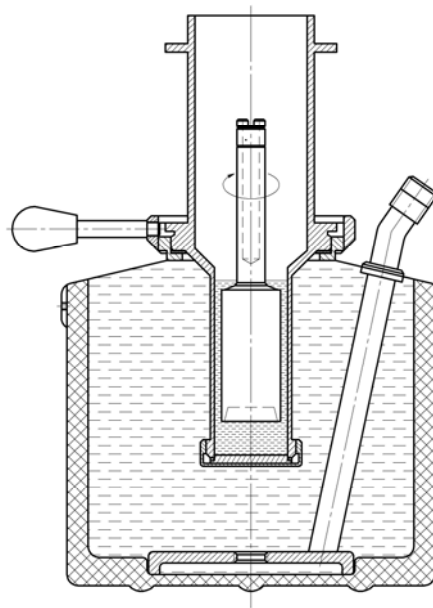


Рисунок 2 – Розміщення випробувальних циліндрів віскозиметра «Реотест 2» в ємності, що термостатується

Для вирішення перерахованих проблем у випробувальному центрі ТОВ «ВЦ ПММ» запропоновано для роботи з ротаційним віскозиметром «Реотест 2» використати низькотемпературний термоелектричний термостат, що базується на елементах Пельтьє (рис. 3) [3].

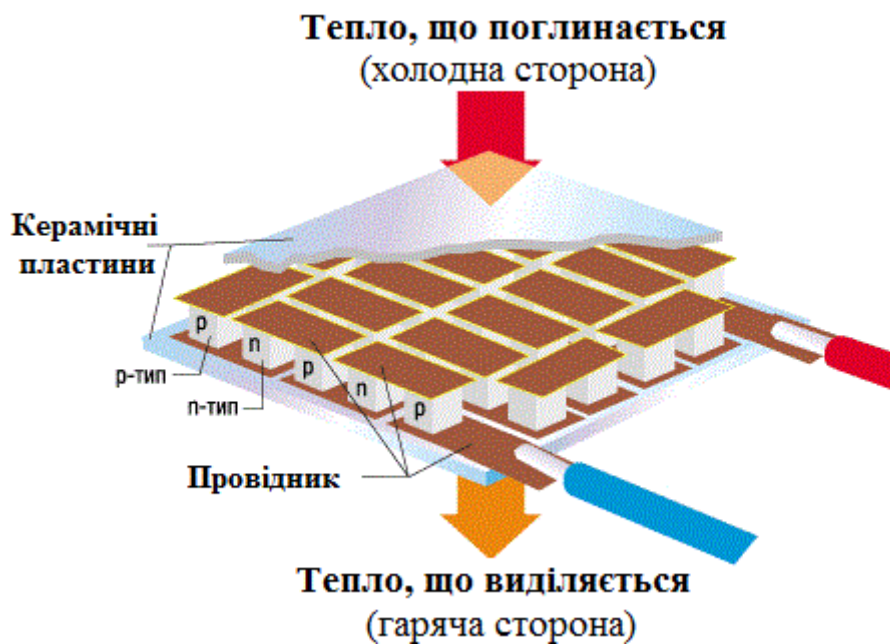


Рисунок 3 – Схема елемента Пельтьє

Елемент Пельтьє – це термоелектричний перетворювач, принцип дії якого полягає в виникненні різниці температур при протіканні електричного струму через напівпровідник. Протікання електричного струму спричиняє виділення теплоти з одного боку елемента Пельтьє та охолодження іншого.

Спільно з ТОВ «ІНКОМТЕХ» розроблено та виготовлено конструкцію термостату для забезпечення вимірювання динамічної в'язкості при температурах нижче температури навколишнього середовища за допомогою ротаційного віскозиметра. Схема поєднання термоелектричного термостату з віскозиметром «Реотест 2» показана на рис. 4.

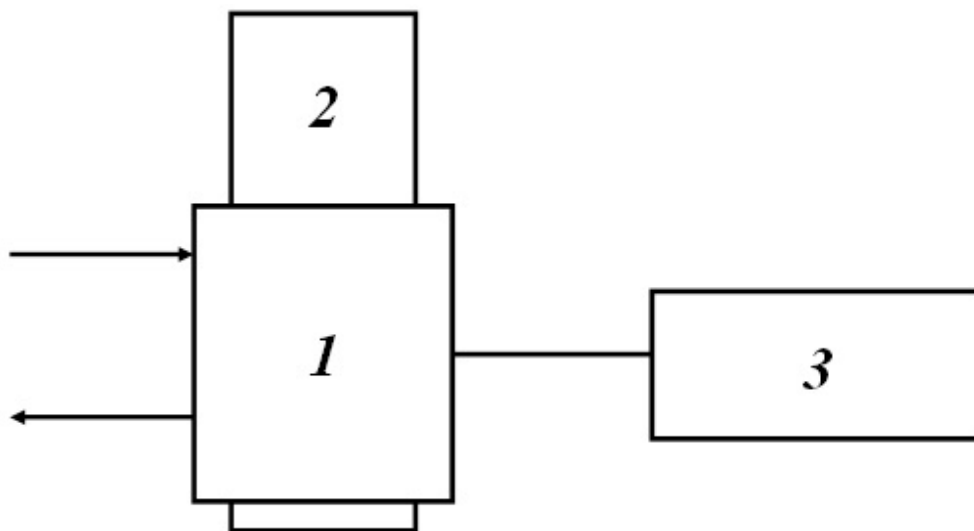


Рисунок 4 – Схема поєднання вискозиметра «Реотест 2» з термоелектричним термостатом
1 – ємність-термостат (на елементах Пельтьє); 2 – ротаційний вискозиметр;
3 – блок керування.

Для забезпечення вимог ГОСТ 1929-87 технічне завдання на термостат включає наступні вимоги:

1. Похибка вимірювання та підтримання температури, не більше $-0,5^{\circ}\text{C}$.
2. Швидкість охолодження $-1-2^{\circ}\text{C}/\text{хв}$.

Мінімальна температура, що здатен підтримувати термостат, – мінус 40°C . Відведення теплоти, що виділяють елементи Пельтьє здійснюється проточною водою.

Розміщення випробувальних циліндрів в термоелектричній ємності-термостаті показано на рис. 5.

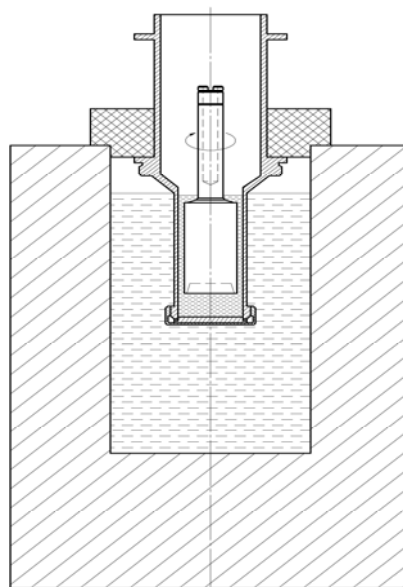


Рисунок 5 – Розміщення випробувальних циліндрів вискозиметра «Реотест 2» в ємності-термостаті

Місткість термоелектричного термостату (як і при використанні циркуляційного) заповнюється етиловим спиртом у кількості, що залежить від типу вимірювального пристрою вискозиметра (не більше 0,5 л). Як датчик температури використано платиновий термометр. Термостат дозволяє працювати як з циліндричними так і з конусо-площинними вимірювальними пристроями.

Загальний вигляд вискозиметра «Реотест 2» у поєднанні з термоелектричним термостатом показана на рис. 6.



Рисунок 6 – Загальний вигляд віскозиметра «Реотест 2» у поєднанні з термоелектричним термостатом

Випробування термостату показали, що він забезпечує підтримання сталої температури вимірюючого пристрою віскозиметра в діапазоні від $+20$ до -40°C з відхилом не більше $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Швидкість охолодження не менше $1^{\circ}\text{C}/\text{хв}$.

Практичне використання термоелектричного термостату підтвердили його метрологічні характеристики та зручність використання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ГОСТ 1929-87 «Нефтепродукты. Методы определения динамической вязкости на ротационном вискозиметре».
2. Інструкція з експлуатації Реотест 2. Циліндричний та конусо-площинний ротаційний віскозиметр. VEB MLW, 1979. – 50 с.
3. Иоффе А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы / Абрам Федорович Иоффе. – Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР, 1960. – 188 с.

REFERENCES

1. GOST 1929-87 Petroleum products. Methods of test for determination of dynamic viscosity by rotary viscosimeter/
2. Instruksia z ekspluatatsii Reotest 2. Tsylyndrychnyi ta konusno-ploshchynnyi rotatsiinyi viskozometr [User guide Rheotest 2. Cylindrical and cone-plate rotary rheometer]. VEB MLW, 1979. – 50 с.
3. Ioffe A.F. Poluprovodnikovue termoelementy [Semiconductor thermoelements]. Moscow-Leningrad, AN SSSR Publ, 1960. 188 p. (RUS)

РЕФЕРАТ

Худолій М.М. Низькотемпературний термостат для ротаційного віскозиметра / М.М. Худолій, А.М. Чуб // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті виконаний аналіз конструкції ротаційного віскозиметра «Реотест 2» для визначення динамічної в'язкості оливи при низьких температурах та обґрунтовано вибір конструктивних параметрів, які спрощують конструкцію ротаційного віскозиметра «Реотест 2».

Об'єкт дослідження – ротаційний віскозиметр «Реотест 2».

Мета роботи – вдосконалення конструкції ротаційного віскозиметра «Реотест 2» при визначенні динамічної в'язкості олив при низьких температурах.

Метод дослідження – експериментальний та розрахунковий.

Дослідження динамічної в'язкості олив ротаційним віскозиметром при температурах нижче температури навколишнього середовища потребують охолодження зразків та підтримання вибраного значення температури з високою точністю.

В ротаційному віскозиметрі типу «Реотест 2» для цієї мети передбачено рідинний циркуляційний термостат. Для роботи термостата при температурах нижче температури навколишнього середовища як теплоносії використовується етиловий спирт (біля 50 л), а як охолоджувач - «сухий лід». Робота такого термостата характеризується високими затратами, тривалим часом підготовки, проблемами з забезпеченням твердою вуглекислою, складнощами з підтриманням сталої температури зразка та ін.

Для вирішення перерахованих проблем запропоновано разом з ротаційним віскозиметром «Реотест 2» використовувати низькотемпературний термоелектричний термостат, що базується на елементах Пельтьє.

Запропонована конструкція відповідає вимогам ГОСТ 1929-87 для визначення динамічної в'язкості олив. Ця конструкція забезпечує підтримання сталої температури вимірюючого пристрою віскозиметра в діапазоні від + 20 до - 40°C з відхилом не більше $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Швидкість охолодження не менше $1^\circ\text{C}/\text{хв}$.

Отримані результати будуть використані в подальших дослідженнях з використанням віскозиметра Реотест 2.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РОТАЦІЙНИЙ ВІСКОЗИМЕТР, ТЕРМОСТАТ, ЕЛЕМЕНТ ПЕЛЬТЬЄ, ДИНАМІЧНА В'ЯЗКІСТЬ, ОЛИВА.

ABSTRACT

Khudolii M.M. Low-temperature thermostat for rotary rheometer / M.M. Khudolii, A.M. Chub // Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

In the article the analysis of the design rotary rheometer "Rheotest 2" to determine the dynamic viscosity of the oil at low temperatures and the choice of constructive parameters that simplify the design rotary rheometer "Rheotest 2".

The object of study is a rotary rheometer "Rheotest 2".

The purpose of the study – improving construction rotary rheometer "Rheotest 2" in determining the dynamic viscosity oils at low temperatures.

The method of research - experimental and calculated.

Research of dynamic viscosity oils rotary rheometer at temperatures below ambient temperature require sample cooling and maintaining the selected temperature with high accuracy.

In rotary rheometer "Rheotest 2" for this purpose provided liquid circulation thermostat. For the operation of the thermostat at temperatures below the ambient temperature as a coolant used ethyl alcohol (about 50 l), as well as the cooler - "dry ice". The work of the thermostat is characterized by high costs, long time preparation, problems with providing solid carbonic acid, difficulties with maintaining a constant temperature of the sample etc.

To solve the aforementioned problems offered together with rotary rheometer "Rheotest 2" use low-temperature thermoelectric thermostat unit that is based on the Peltier elements.

The proposed design meets the requirements of GOST 1929-87 to determine the dynamic viscosity of the oils. This design ensures maintaining a constant temperature measuring device of the viscometer in the range from + 20 to - 40°C with a deviation of fewer than $\pm 0,1^\circ\text{C}$. The speed of cooling not less $1^\circ\text{C}/\text{min}$.

The results will be used for the further research using rotary rheometer Rheotest 2.

KEY WORDS: ROTARY RHEOMETER, THERMOSTAT, PELTIER ELEMENTS, DYNAMIC VISCOSITY, OIL.

РЕФЕРАТ

Худолий Н.Н. Низкотемпературный термостат для ротационного вискозиметра / Н.Н. Худолий, А.Н. Чуб // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье выполнен анализ конструкции ротационного вискозиметра «Реотест 2» для определения динамической вязкости масла при низких температурах и обоснован выбор

конструктивных параметров, которые упрощают конструкцию ротационного вискозиметра «Реотест 2».

Объект исследования – ротационный вискозиметр «Реотест 2».

Цель работы – совершенствование конструкции ротационного вискозиметра «Реотест 2» при определении динамической вязкости масел при низких температурах.

Метод исследования – экспериментальный и расчетный.

Исследование динамической вязкости масел ротационным вискозиметром при температурах ниже температуры окружающей среды требуют охлаждения образцов и поддержания выбранного значения температуры с высокой точностью.

В ротационном вискозиметре типа «Реотест 2» для этой цели предусмотрено жидкостный циркуляционный термостат. Для работы термостата при температурах ниже температуры окружающей среды как теплоноситель используется этиловый спирт (около 50 л), а как охладитель – «сухой лед». Работа такого термостата характеризуется высокими затратами, длительным временем подготовки, проблемами с обеспечением твердой углекислотой, сложностями с поддержанием постоянной температуры образца и др.

Для решения перечисленных проблем предложено вместе с ротационным вискозиметром «Реотест 2» использовать низкотемпературный термоэлектрический термостат, который базируется на элементах Пельтье.

Предложенная конструкция соответствует требованиям ГОСТ 1929-87 для определения динамической вязкости масел. Эта конструкция обеспечивает поддержание постоянной температуры измерительного устройства вискозиметра в диапазоне от + 20 до – 40 °С с отклонением не более ± 0,1 °С. Скорость охлаждения не менее 1 °С/мин.

Полученные результаты будут использованы в дальнейших исследованиях с использованием вискозиметра Реотест 2.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РОТАЦИОННЫЙ ВИСКОЗИМЕТР, ТЕРМОСТАТ, ЭЛЕМЕНТ ПЕЛЬТЬЕ, ДИНАМИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ, МАСЛО.

АВТОРИ:

Худолий Микола Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, ТОВ «Випробувальний центр паливно-мастильних матеріалів», директор, e-mail: pmm@ntu.edu.ua, тел. +380675099110, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1.

Чуб Анатолій Миколайович, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, e-mail: anatoliy.chub@gmail.com, тел. +380664255090, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 410.

AUTHOR:

Khudoliy Mykola M., Ph.D., associate professor, Fuel and Oil Testing Centre Ltd, director, e-mail: pmm@ntu.edu.ua, tel. +380675099110, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1.

Chub Anatoly M., National Transport University, senior lecturer of department of automobiles technical exploitation and automobiles services center, e-mail: anatoliy.chub@gmail.com, tel. +380664255090, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, of. 410.

АВТОРЫ:

Худолий Николай Николаевич, кандидат технических наук, доцент, ООО «Испытательный центр горюче-смазочных материалов», директор, e-mail: pmm@ntu.edu.ua, тел. +380675099110, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1.

Чуб Анатолий Николаевич, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры технической эксплуатации автомобилей и автосервиса, e-mail: anatoliy.chub@gmail.com, тел. +380664255090, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1, к. 410.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідуючий кафедрою автомобілів, Київ, Україна.

Волков О.Ф., кандидат технічних наук, доцент, ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСНДІПРОЕКТ», заступник завідувача випробувальної лабораторії, Київ, Україна.

REVIEWER:

Sakhno V.P., Doctor of Technical Sciences, professor, National Transport University, Head of the automobiles department, Kyiv, Ukraine.

Volkof O.F., Ph.D., Associate Professor, State Road Transport Research Institute, Kyiv, Ukraine.