

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждаю
Зам. директора ЮТИ ТПУ по УР
_____ В.Л. Бибик
« _____ » _____ 2011 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАТЧИКОВ

Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу
«Автоматика» для студентов специальности
110304 «Технология обслуживания и ремонта машин в
агропромышленном комплексе», всех форм обучения

Издательство
Юргинского технологического института (филиала)
Томского политехнического университета
2011

ББК
УДК

Исследование характеристик температурных датчиков: методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Автоматика» для студентов специальности 110304 «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе» всех форм обучения / Сост. Р.В. Чернухин. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2011 г. – 16 с.

Рецензент
кандидат технических наук, доцент

А.А. Ласуков

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры АИ ЮТИ ТПУ « » 2011 г.

Зав. кафедрой АИ
к.т.н., доцент

О.Ю. Ретюнский

1. Цель работы:

1. Изучить конструкцию и принцип действия терморезистивных и термобиметаллических датчиков температуры
2. Произвести расчет термоэлектрического датчика
3. Экспериментально определить температурную характеристику термисторного датчика.

2. Общие сведения

В автомобилях для контроля температуры в системах охлаждения двигателей внутреннего сгорания применяют термометры с первичными преобразователями (датчиками) в виде термобиметаллической пластины или термистора (терморезистора с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления - ТКС).

В исследуемых датчиках ТМ 106 и 405.213 функцию чувствительного элемента и резистивного преобразователя выполняет термистор. Отрицательным ТКС обладают полупроводниковые терморезисторы, диапазон рабочих температур которых лежит в пределах от -60 до $+180$ °С, что полностью отвечает требованиям датчиков автомобиля. Полупроводниковые терморезисторы по сравнению с металлическими имеют примерно на порядок большее значение ТКС, т. е. изменение температуры вызывает более сильное изменение их электрического сопротивления.

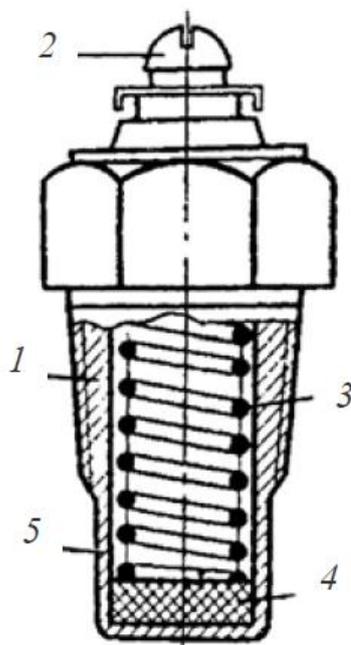


Рис.1. Терморезистивный датчик температуры ТМ106

1 – латунный баллон (корпус); 2 – зажим; 3 – токоведущая пластина; 4 – полупроводниковый терморезистор; 5 – втулка

Датчик ТМ 106 входит в состав автомобильного логометрического термометра для измерения температуры охлаждающей жидкости и представляет собой латунный баллон 1 (рис. 1), внутренняя поверхность которого изолирована втулкой 5. К плоскому дну баллона токоведущей пружиной 3 прижат терморезистор 4, выполненный в виде таблетки. Торцевые поверхности таблетки покрыты тонким слоем серебра, так как являются контактами. Другим концом пружина 3 соединяется с зажимом датчика 2. Сопротивление терморезистора значительно уменьшается при увеличении температуры среды, в которой расположен датчик. Это приводит к возрастанию тока, проходящего через измерительные катушки логометрического указателя электрического сопротивления датчика ТМ 106 от температуры приведена в табл. 1 [1].

Таблица 1

Техническая характеристика датчика ТМ-106

Температура, °С	30	50	90	130
Сопротивление, Ом	1350...1880	585. .820	155. .196	52...65

Датчик 405.213 (рис. 2) входит в состав электронной системы автоматического управления двигателем ЭСАУ Д автомобиля.

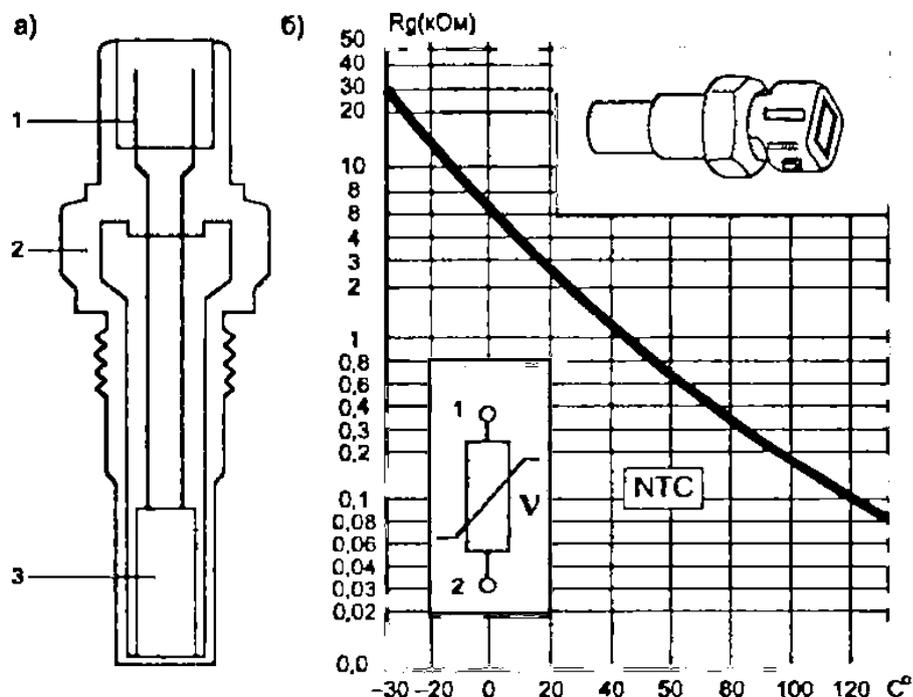


Рис.2. Терморезистивный датчик температуры 405.213

1 – электрические контакты; 2 – теплопроводный корпус; 3 – термистор

Терморезистор 3 помещен в защитный корпус 2 с крепежной резьбой для установки датчика и электрическими контактами 7. По мере прогрева двигателя автомобиля сопротивление чувствительного элемента датчика уменьшается, что приводит к уменьшению напряжения на его выходных зажимах. В зависимости от значения этого напряжения контроллер ЭСАУ Д рассчитывает режим работы двигателя

$f = (-25 \dots +65) \text{ }^\circ\text{C}$ - для холодного двигателя;

$f = (+65 \dots +120) \text{ }^\circ\text{C}$ - для прогретого двигателя.

Если температура двигателя опускается ниже $-25 \text{ }^\circ\text{C}$, то контроллер не позволяет запускать двигатель автомобиля.

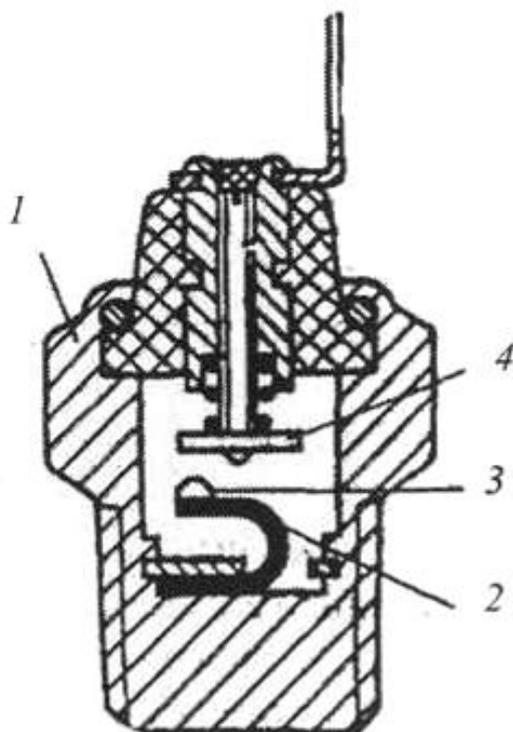


Рис.3. Конструкция датчика ТМ108

1 – корпус; 2 – термобиметаллическая пластина; 3 – подвижный контакт; 4 – неподвижный контакт

Датчик ТМ 108 (рис. 3) используется в качестве сигнализатора температуры включения и отключения электрического вентилятора охлаждения радиатора двигателя. Основой датчика служит биметаллическая пластина, выполненная из двух слоев металлов с разными значениями температурного коэффициента линейного расширения. Если температура окружающей среды увеличивается, биметаллическая пластина меняет свою кривизну. При достижении определенной температуры соединяются контакты 3 и 4, замыкая тем самым электрическую цепь питания вентилятора.

Основные характеристики датчика ТМ 108 [1] приведены в табл. 2

Таблица 2

Техническая характеристика датчиков ТМ108

Тип датчика	Температура включения, °С	Температура выключения, °С	Чувствительный элемент	Масса, г	Применяемость
ТМ108	87	82	Термо-биметаллическая пластина	50	Москвич-2141, -21412, ИЖ-2126
ТМ108	92	87	Тоже	50	ВАЗ-2104...-07
ТМ108 (66.3710)	99	94	Тоже	50	ВАЗ-2108...-15

Температурная зависимость сопротивления терморезистора R_T достаточно точно описывается формулой:

$$R_T(t^0) = A \cdot e^{B/\theta},$$

где θ - абсолютная температура;

A - коэффициент, имеющий размерность сопротивления;

B - коэффициент, имеющий размерность температуры.

Коэффициенты A и B можно определить экспериментально, если известны значения сопротивлений термистора R_1 и R_2 , соответствующие значениям температуры θ_1 и θ_2 .

Поскольку $R_1 = A \cdot e^{B/\theta_1}$ и $R_2 = A \cdot e^{B/\theta_2}$, то $B = \frac{\theta_1 \theta_2}{\theta_1 - \theta_2} \ln \frac{R_1}{R_2}$

Определив значение коэффициента

$$A = R_1 \cdot e^{-B/\theta_1}$$

Температурный коэффициент термистора отрицателен и уменьшается обратно пропорционально квадрату абсолютной температуры

$$\alpha = \frac{B}{\theta^2}$$

3. Расчет термоэлектрических датчиков

1) величина термо-ЭДС:

$$E_{\text{ТП}} = U_{\text{М}} \left(R_{\text{М}} + R_{\text{ВН}} \right) R_{\text{М}} \text{ (мВ)}, \quad (8)$$

где $E_{\text{ТП}}$ – термо- ЭДС,

2) перепад температуры:

$$t_{\text{ПЕР}} = E_{\text{ТП}} 100 / E_{\text{ТАБ}} \text{ (град.)}, \quad (9)$$

где $t_{\text{пер}}$ - перепад температуры.

3) температура горячего конца термопары:

$$t_1 = t_{\text{ПЕР}} + t_0 \text{ (град.)}, \quad (10)$$

где t_0 - температура холодного конца термопары.

4) при точном расчете термо - ЭДС вводится поправка на температуру холодного конца термопары:

$$E_{\text{П}} = E_{\text{ТАБ}} \cdot t_0 / 100 \text{ (мВ)} \quad (11)$$

5) расчетная термо-ЭДС:

$$E_{\text{Р}} = E_{\text{ТП}} + E_{\text{П}} \text{ (мВ)} \quad (12)$$

2.2 Пример расчета:

Исходные данные:

$$R_M = 130 \text{ Ом}; R_{BH} = 10 \text{ Ом}; t = 15 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$U_M = 24 \text{ мВ}; E_{\text{табл.}} = 6,95 \text{ мВ};$$

Решение:

$$1) E_{TH} = 24 \cdot \frac{30+10}{130} = 26 \text{ мВ};$$

$$2) t_{\text{ПЕР}} = 26 \cdot 100 / 6,95 = 374 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$3) t_1 = 374 + 15 = 389 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$4) E_{II} = 6,95 \cdot 15 / 100 = 1,04 \text{ мВ};$$

$$5) E_p = 26 + 1,04 = 27,04 \text{ мВ}.$$

Задание:

Определить параметры термоэлектрического датчика. Исходные данные для расчета взять из таблицы 3, согласно варианту.

Таблица 3

Исходные данные для расчета

№ варианта	R_M (Ом)	R_{BH} (Ом)	t C	U_M (мВ)	$E_{\text{табл.}}$ (мВ)
1	120	10	5	24	6,95
2	130	10	10	24	6,95
3	140	9	15	24	6,95
4	150	8	20	24	6,95
5	160	10	25	24	6,95

Результаты расчета свести в таблицу 4.

Таблица 4

Результаты расчета

$E_{\text{ТП}}(\text{В})$	$t_{\text{ПЕР}}(\text{с})$	$t_1(\text{с})$	$E_{\text{п}}(\text{В})$	$E_{\text{р}}(\text{В})$

4. Оборудование и материалы

1. Датчик температуры ТМ106;
2. Датчик температуры ТМ108;
3. Экспериментальная установка для определения вольтамперной характеристики датчиков;
4. Экспериментальная установка для определения температурной характеристики датчиков;
5. Мультиметр М-830В

5. Порядок проведения работы

5.1 Используя конспекты лекций, учебники и учебные пособия, настоящие методические указания, а также доступный справочный материал:

- ознакомиться с назначением датчиков температуры в электронной системе автоматического управления двигателем (ЭСАУ Д) автомобиля и информационно-измерительной системе;
- изучить конструкции и принцип действия основных типов датчиков и сигнализаторов температуры, используемых в автомобиле;
- ознакомиться с экспериментальными лабораторными установками.

5.2 Экспериментально определить вольтамперную характеристику датчика температуры ТМ106. Для этого необходимо собрать электромонтажную схему в соответствии с рис. 4.

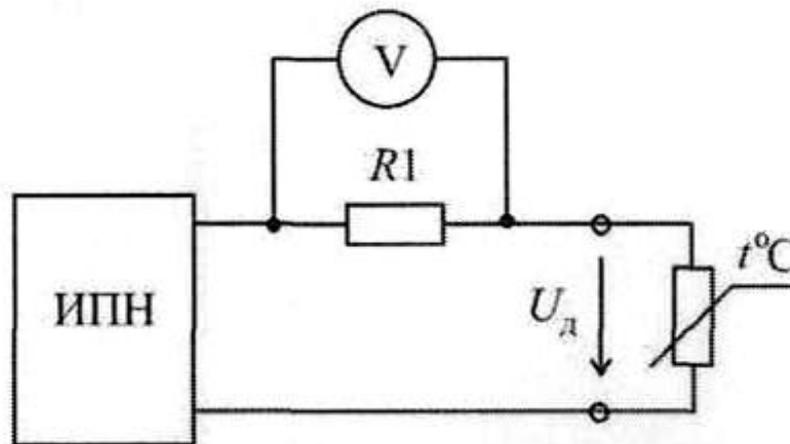


Рис.4. Схема экспериментальной установки для исследования датчика температуры ТМ106: ИПН – источник постоянного напряжения; R1 – измерительный резистор; V – вольтметр

Изменяя напряжение на выходе ИПН от 0 до 15 В через 1 В измерить напряжения на измерительном резисторе U_{R1} и на датчике U_d . По напряжению U_{R1} рассчитать ток датчика:

$$I_d = \frac{U_{R1}}{R1}$$

Данные эксперимента занести в табл. 5.

Таблица 5

Результаты эксперимента

$U_{ИПН}, В$	$U_{R1}, В$	$I_d, мА$	$U_d, В$

5.3 Экспериментально определить градуировочные характеристики датчиков ТМ 106 и 405.213 $R_d(t^\circ)$ в диапазоне температур $f = (20 - 100)^\circ\text{C}$. Для этого необходимо собрать схему по рис. 1.2. Измерения электрических сопротивлений датчиков производить через 5°C изменения температуры. Результаты измерений занести в табл. 6.

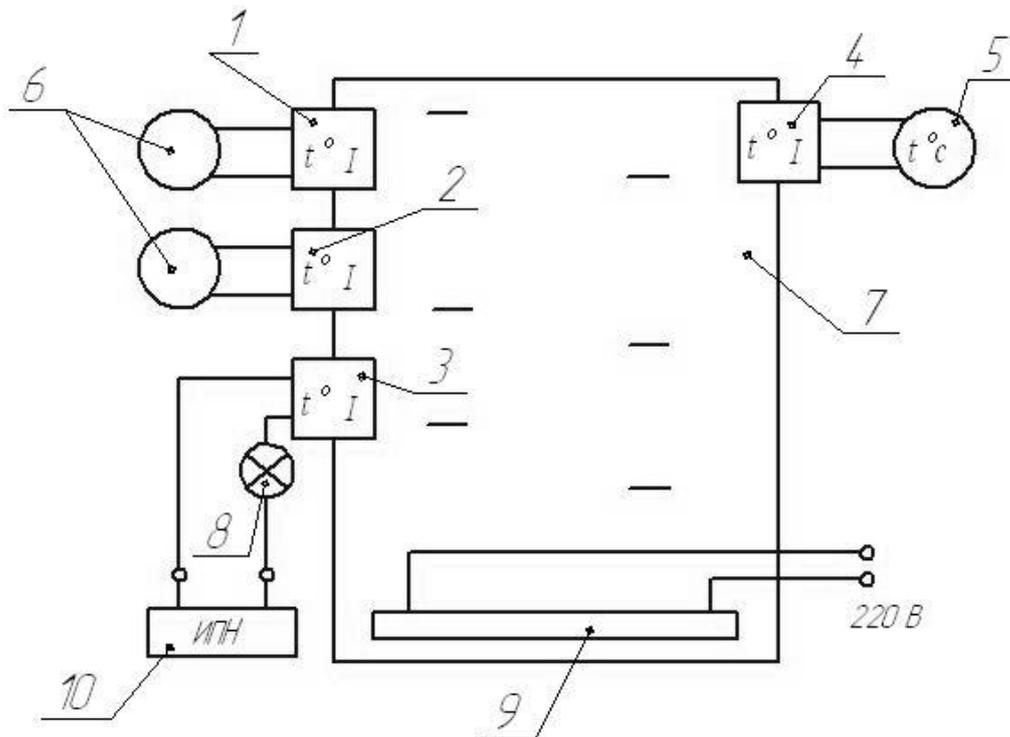


Рис.5. Устройство экспериментальной установки

1 – датчик температуры ТМ106; 2 – датчик температуры 405.213; 3 – датчик температуры ТМ108; 4 – датчик термометра; 5 – термометр; 6 – омметры; 7 – вода; 8 – сигнальная лампа; 9 – нагревательный элемент; 10 – источник постоянного напряжения.

Описание экспериментальной установки

Лабораторная установка, представляет собой герметичную емкость с жидкостью 7, температура которой может увеличиваться с помощью нагревательного элемента 9. В стенку емкости ввернуты исследуемые датчики 1, 2, 3. Температура жидкости измеряется цифровым термометром 5. Приборы 6 служат для измерения электрического сопротивления датчиков.

Таблица 6

Результаты эксперимента

t, °C	R _д Ом	
	ТМ106	405.213

В процессе эксперимента зафиксировать температуру срабатывания датчика-сигнализатора ТМ 108.

5.4 Повторить измерения в соответствии с п. 5.2 для температуры $f = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Результаты измерений занести в табл. 6.

5.5 Выключить электрическое питание стенда, измерительных приборов и проанализировать полученные результаты измерения.

Обработка экспериментальных данных

По двум значениям сопротивлений датчиков ТМ 106 и 405.213 , при $t_1^\circ = 40^\circ\text{C}$ и $t_2^\circ = 90^\circ\text{C}$ (см. табл. 1.2) определить значения параметров A и B аналитической зависимости сопротивления датчика от температуры, определяемой по формуле

$$R_{\text{д}}(t^\circ) = A \cdot e^{B/\alpha},$$

Записать получившееся аналитическое выражение. Построить расчетную и экспериментальную характеристики $R_{\text{д}}(t^\circ)$ в одной системе координат. Проанализировать результаты и сделать выводы.

Вольтамперные характеристики датчиков для различных температур $t^\circ = t_{\text{нач}}$ и $t^\circ = 90^\circ\text{C}$ построить в одной системе координат. Проанализировать их и сделать выводы.

Определить температурный коэффициент α для $t = t_{\text{min}}^\circ$ и $t = t_{\text{max}}^\circ$. Проанализировать результаты и сделать выводы.

Сделать вывод об исправности датчика ТМ108.

6. Техника безопасности при проведении работ

При проведении работ соблюдать требования инструкции по охране труда и пожарной безопасности в лаборатории.

7. Содержание отчета

1. Цель работы;
2. Схемы лабораторных установок;
3. Рабочие формулы, расчет датчика и таблица с результатами расчета;
4. Таблицы 4, 5, 6.
5. Аналитические и экспериментальные вольтамперные характеристики датчиков ТМ106 и 405.213;
6. Графики зависимости $R_{\text{д}} = f(t)$ датчиков ТМ106 и 405.213
7. Выводы

8. Контрольные вопросы

- 1 Укажите назначение температурных датчиков в автомобиле.
- 2 Каковы устройство и принцип действия терморезисторных датчиков?
- 3 Каковы устройство и принцип действия термобиметаллических датчиков?
- 4 Что такое температурный коэффициент сопротивления?
- 5 Из каких основных узлов состоит автомобильный термометр?
- 6 Как экспериментально определяется температурная зависимость терморезистора?

Список литературы

1. Келим Ю. М. Типовые элементы систем автоматического управления. Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2002. — 384 с.: ил. — (Серия «Профессиональное образование»).
2. В.В. Литвиненко, А.П. Майструк. Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник. — М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. — 176 с.: ил.: табл.
3. Соснин Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей: Учебное пособие. М.: СОЛОН-Р, 2001, 272 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАТЧИКОВ

Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу
«Автоматика» для студентов специальности
110304 «Технология обслуживания и ремонта машин в
агропромышленном комплексе» всех форм обучения

Составитель
Чернухин Роман Владимирович

Печатается в редакции составителя

Подписано к печати 26.04.11
Формат 60 84/16. Бумага офсетная
Плоская печать. Усл. печ. л. 0,93 . Уч. изд. л. 0,84.
Тираж 25 экз. Заказ №1360. Цена договорная.
ИПЛ ЮТИ ТПУ. Ризограф ЮТИ ТПУ.
652050, Юрга, ул. Московская, 17.

