



УКРАЇНА

(19) UA, 12757

CI

<5i>5 G 01 K 7/16

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

1

(20)94322399,28 07.93

(21)J4848972/SU

(22) 09 07.90

(24) 28 02 97

(46) 28 02 97. Бюл № 1

(56) ЭИ "Испытательные приборы и стенды".
М., ВИНТИ, 1975, № 28, с 1 (прототип)(72) Почтарьов Євген Васильович, Кіберєв
Юрій Олександрович, Кучугура Володимир
Миколайович, Михайлов Ігор Володимиро
вич, Посошко Віктор Миколайович(73) Сєверодонецьке дослідно-конструктор
ське бюро автоматики Науково-виробничо
го об'єднання "Хімволокно" (UA)(57) Устройство для измерения температуры,
содержащее датчик температуры, присоеди
ненный первым выводом к неинвертирующе
му входу преобразователя напряжение - ток
и соединенный вторым выводом через пер
вый резистор с первым выводом второго
резистора и с инвертирующим входом пре
образователя напряжение-ток, подключен
ного первым выходом ко второму выводу
второго резистора и к первому выводу
третьего резистора, второй вывод которого

соединен с катодом стабилитрона, подклю
ченного анодом через шунт к отрицательной
шине питания, и стабилизатор напряжения,
подсоединенный входом к положительной
шине питания, причем первый выход стаби
лизатора напряжения соединен со вторым
выводом датчика температуры, о т л и ч а ю
щ е е с я тем, что в него введены источник
опорного напряжения, подключенный пер
вым выводом к аноду стабилитрона и соеди
ненный вторым выводом с вторыми выходами
преобразователя напряжения -ток и стабили
затора напряжения, инвертор, присоеди
ненный инвертирующим входом к катоду
стабилитрона, и четвертый, пятый и шестой
резисторы, причем источник опорного на
пряжения соединен с неинвертирующим
входом инвертора, подключенного выходом
к первому выводу четвертого резистора,
второй вывод которого соединен через пятый
резистор с инвертирующим входом преобра
зователя напряжения - ток и подсоединен,
через шестой резистор к вторым выходам
преобразователя напряжение-ток и стаби
лизатора напряжения.

С

Сл

Изобретение относится к области электротехники, в частности к двухпроводным преобразователям, и используется для измерения температуры по двухпроводному методу

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является устройство для измерения температуры, содержащее датчик температуры, подсоединенный первым выводом к неинвертирующему входу преобразователя напряжение-ток и соеди

ненный вторым выводом через первый резистор с первым выводом второго резистора и с инвертирующим входом преобразователя напряжение-ток, подключенного первым выходом ко второму выводу второго резистора и к первому выводу третьего резистора, второй вывод которого соединен с катодом стабилитрона, подключенного анодом через шунт к отрицательной шине питания, и стабилизатор напряжения, подсоединенный входом к положительной шине питания.

О

причем первый выход стабилизатора напряжения соединен со вторым выводом датчика температуры.

Недостатком известного устройства является отсутствие линеаризации номинальных статических характеристик термодпар, используемых в качестве датчиков температуры, что приводит к высокой погрешности снимаемых с шунта сигналов и снижает точность измерения температуры,

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования устройства измерения температуры при котором обеспечивается линеаризация сигналов и появляется возможность уменьшить погрешность и повысить точность измерения температуры.

Поставленная задача решается тем, что в устройство для измерения температуры, содержащее датчик температуры, подсоединенный первым выводом к неинвертирующему входу преобразователя напряжение-ток и соединенный вторым выводом через первый резистор с первым выводом второго резистора и с инвертирующим входом преобразователя напряжение-ток, подключенного первым выходом ко второму выводу второго резистора и к первому выводу третьего резистора, второй вывод которого соединен с катодом стабилитрона, подключенного анодом через шунт к отрицательной шине питания, и стабилизатор напряжения, подсоединенный входом к положительной шине питания, причем первый выход стабилизатора напряжения соединен со вторым выводом датчика температуры, дополнительно введены источник опорного напряжения, подключенный первым выводом к аноду стабилитрона и соединенный вторым выводом с вторыми выходами преобразователя напряжения - ток и стабилизатора напряжения, инвертор, подсоединенный инвертирующим входом к катоду стабилитрона и четвертый, пятый и шестой резисторы, причем источник опорного напряжения соединен с неинвертирующим входом инвертора, подключенного выходом к первому выводу четвертого резистора, второй вывод которого соединен через пятый резистор с инвертирующим входом преобразователя напряжения - ток и подсоединен через шестой резистор к вторым выходам преобразователя напряжения - ток и* стабилизатора напряжения.

Напряжение стабилизации стабилитрона имеет нелинейную зависимость от тока стабилизации.

Введение источника опорного напряжения позволяет выделить нелинейное приращение напряжения стабилизации стабилитрона при увеличении тока стабилизации и подать это приращение на вход

инвертора, выходной сигнал которого через делитель, образованный четвертым, пятым и шестым резисторами суммируются с входным сигналом устройства. За счет этого обеспечивается линеаризация сигналов, появляется возможность уменьшить погрешность и повысить точность измерения температуры.

На фиг.1 представлена функциональная схема устройства для измерения температуры; на фиг.2 и 3-графики, иллюстрирующие линеаризующие свойства заявляемого устройства.

Устройство для измерения температуры (фиг.1) содержит датчик 1 температуры, подсоединенный первым выводом к неинвертирующему входу преобразователя 2 напряжение-ток и соединенный вторым выводом через первый резистор 3 с первым выводом второго резистора 4 и с инвертирующим входом преобразователя 2 напряжение-ток, который подключен первым выходом ко второму выводу второго резистора 4 и к первому выводу третьего резистора 5. Второй вывод резистора 5 соединен с катодом стабилитрона 6, подключенного анодом через шунт 7 к отрицательной шине питания. Стабилизатор 8 напряжения подсоединен входом к положительной шине питания. Первый выход стабилизатора 8 напряжения соединен со вторым выводом датчика 1 температуры, с катодом стабилитрона 6 и с инвертирующим входом 5 инвертора 9, не инвертирующий вход которого соединен с источником 10 опорного напряжения. Вывод инвертора 9 подключен к первому выводу четвертого резистора 11, второй вывод которого соединен через пятый резистор (12) с инвертирующим входом преобразователя 2 напряжение-ток и подсоединен через шестой резистор 13 к вторым выходам преобразователя 2 напряжение-ток, стабилизатора 8 напряжения и источника 10 опорного напряжения, первый вывод которого подключен к аноду стабилитрона 6.

Устройство работает следующим образом.

Сигнал с датчика 1 температуры поступает на преобразователь 2 напряжение-ток, коэффициент передачи которого определяется соотношением резисторов 3, 12, 4, 5. Преобразователь 2 напряжение-ток преобразует выходной сигнал в токовый сигнал уровня 4-20 мА. протекающий через шунт 7.

Ток данного уровня, протекая через стабилитрон 6 изменяет его дифференциальное сопротивление. Известно, что зависимость дифференциального сопротивления стабилитрона 6 от тока стабилизации имеет нелинейную зависимость 5. Напряжение,

поступающее па инвертирующий вход инвертора 9 можно определить по формуле

где $U_{оп.}$ - опорное напряжение, вырабатываемое источником 10 опорного напряжения ($U_{оп}$ равно напряжению стабилизации стабилитрона 6 при токе стабилизации 4 мА);

I - ток через стабилитрон 6;

R_d - дифференциальное сопротивление стабилитрона 6.

На основании графических зависимостей формулы (1) можно определить величину нелинейности напряжения $Лн$.

Для каждого конкретного типа стабилитрона величина нелинейности имеет фиксированное значение в диапазоне заданных токов, колеблется в пределах от 5 до 20%, а знак нелинейности противоположен знаку нелинейности семейства термопар с номинальными статическими характеристиками (НСХ) типа: ХК(Л), ХК(Е), МК(Т), МК(М), ЖК(Л), ПРЭВ). Значения нелинейности НСХ термопар для конкретного диапазона измерения температуры рассчитываются по данным, приведенным в ГОСТ 3044-84.

Сигнал с выхода инвертора 9 (- Д U) через делитель напряжения па резисторах 11, 13 поступает на инвертирующий вход преобразователя 2 напряжение-ток через резистор 12, в результате чего ток, вырабатываемый преобразователем 2 напряжение-ток, определяем в следующем виде

$$R_5^{(2)}$$

$U_{вх} \rightarrow f(t)$ - зависимость сигнала с датчика 1 (термопары) от измеряемой температуры.

$Д U = f(t)$ - зависимость сигнала на стабилитроне 6 от измеряемой температуры (протекающего тока).

Выражение выходного тока можно представить в виде

(3) 50

При идентичности нелинейности функций $f(t)$ и $f'(t)$ и с учетом противоположных знаков нелинейности, просуммировав слагаемые в формуле (3) получаем нелинейную зависимость выходного тока от измеряемой температуры.

Так как термопары имеют при различных диапазонах измерений различную ве-

личину нелинейности, то необходимо регулировать значение $f(t)$ при помощи коэффициента K .

Зная нелинейность термопары (ТП) J и 5 нелинейность стабилитрона 6 (j), вычисляем значение R_{12}

ЛИ

$$J \cdot \frac{U_{вх} - K + ДЦ - K'}{R_s} \quad 10$$

(4)

$AUK'R_s$

15

$$\frac{RuQ'AU-JAU)}{UK} \quad (5)$$

В качестве стабилитрона 6 использован 20 стабилитрон типа КС191. $Лн$ при изменении тока через стабилитрон от 4 до 20 мА составляет 160 мВ. Нелинейность $Лн$ при изменении тока через стабилитрон 6 составляет 16%.

25 В качестве примера рассмотрим погрешность линеаризации характеристики термопары типа ТХК с НСХ ХК (Л), диапазон измерения температуры 0-100°C.

Исходные данные приведены в табл.1.

30 В табл. 2 приведены данные стабилитрона.

Рассчитываем погрешность линеаризации в пяти точках, просуммировав соответственно значения, приведенные в графах 3

35 и 6 табл.1 и 2:

$$\begin{aligned} 1) 0 + 0 &= 0 \text{ мВ} \quad 2) -0,096 + 0,126 = \\ &0,03 \text{ мВ} \quad 3) -0,124 + 0,124 = \\ &0 \text{ мВ} \quad 4) -0,09 + 0,079 = \\ &-0,012 \text{ мВ} \quad 5) 0 + 0 = 0 \text{ мВ}. \end{aligned}$$

Максимальная погрешность в положительную область составляет

$$V = \frac{0,03 \times 100}{6,86} = 0,44\%.$$

45 0,03

Лн,

Максимальная погрешность в отрицательную область составляет

$$- \frac{0,012 \times 100}{6,86} = -0,17\% \quad \text{Дных} \quad \text{и}$$

Суммарная максимальная погрешность 55 составляет

$$J/+ I = 0,44 + 0,17 = 0,61\% \quad \text{Изменяя нелинейность } j'' \text{ можно получить погрешность } 1/j \pm 0,305\%. \text{ Погрешность в}$$

результате линеаризации уменьшена в 6 раз.

На фиг.2 представлено графическое изображение отклонения от линейности зависимости выходного сигнала ТП от температуры; компенсирующая нелинейность стабилитрона б и результирующая характеристика погрешности (заштрихованная область).

На фиг.3 представлено графическое изображение погрешности для температуры типа ТХК с НСХ ХК (L), диапазон измерения температуры 0-600°C, нелинейность 3.5%, Как видно из графика, результирующая

погрешность составляет $\pm 0,14\%$. Погрешность в результате линеаризации уменьшена в 25 раз.

В качестве инвертора 9 можно применить, операционный усилитель КР 140 УД1208 по схеме инвертирующего усилителя, а в качестве источника 10 опорного напряжения, резистивный делитель на резисторах типа С2-29В.

В заявляемом устройстве за счет линеаризации сигналов и уменьшения погрешности повышается точность измерения температуры.

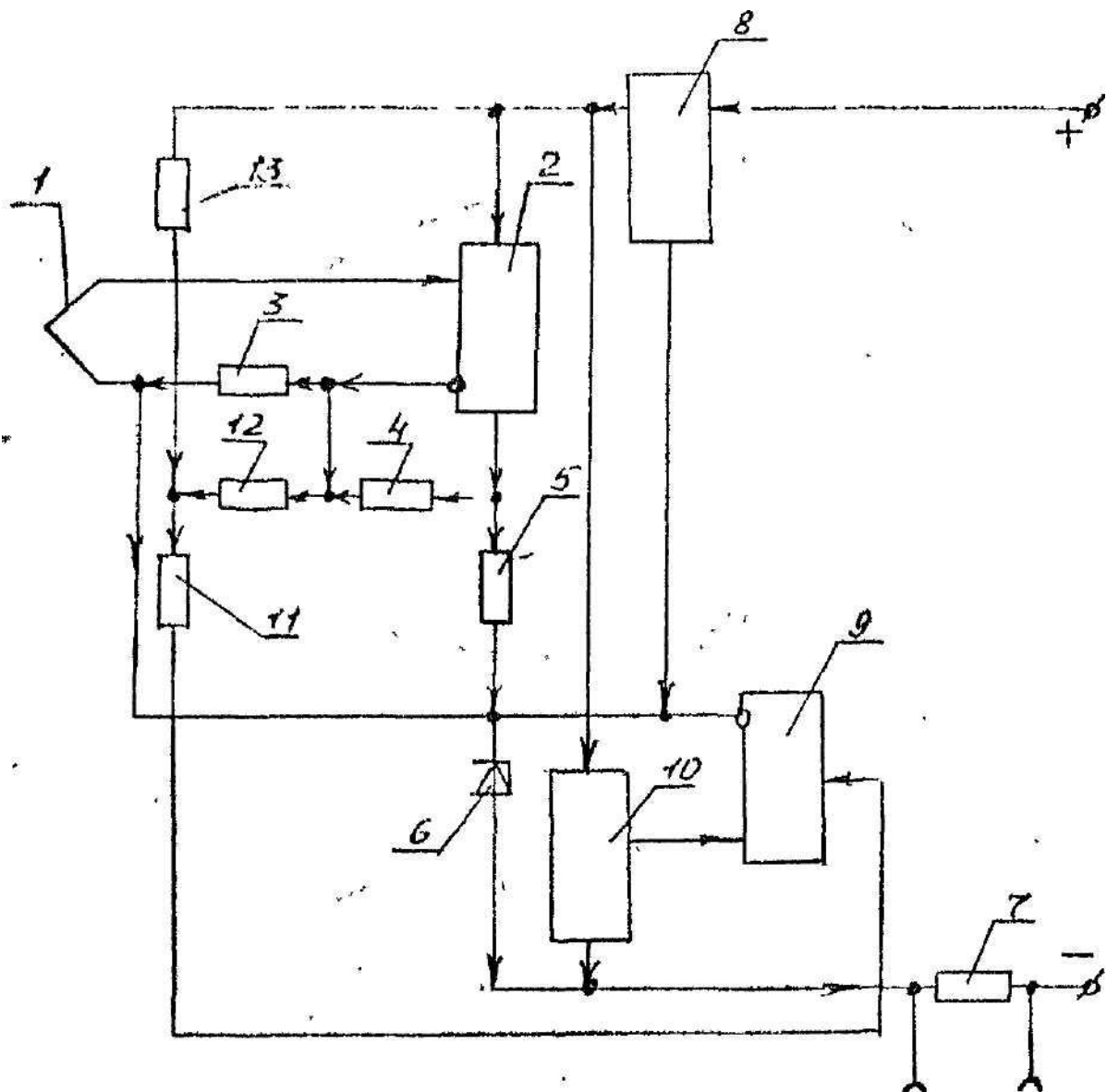
15

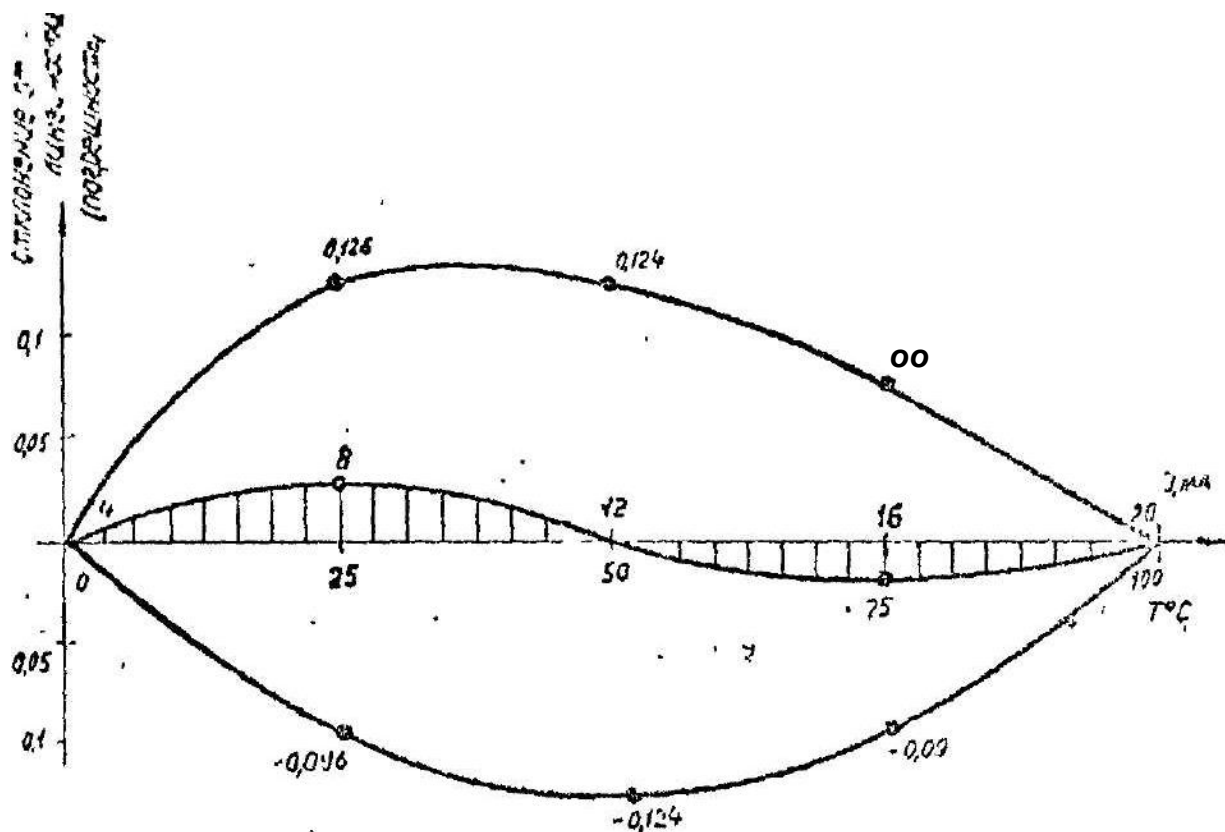
Т а б л и ц а 1

Температура t, °C	U _{вых} , мВ	Отклонение от линейности, мВ	Отклонение от линейности, % j
25	1,619	-0,096	-1,399
50	3,306	-0,124	-1,808
75	5,055	-0,09	-1,312
100	6,86	0	0

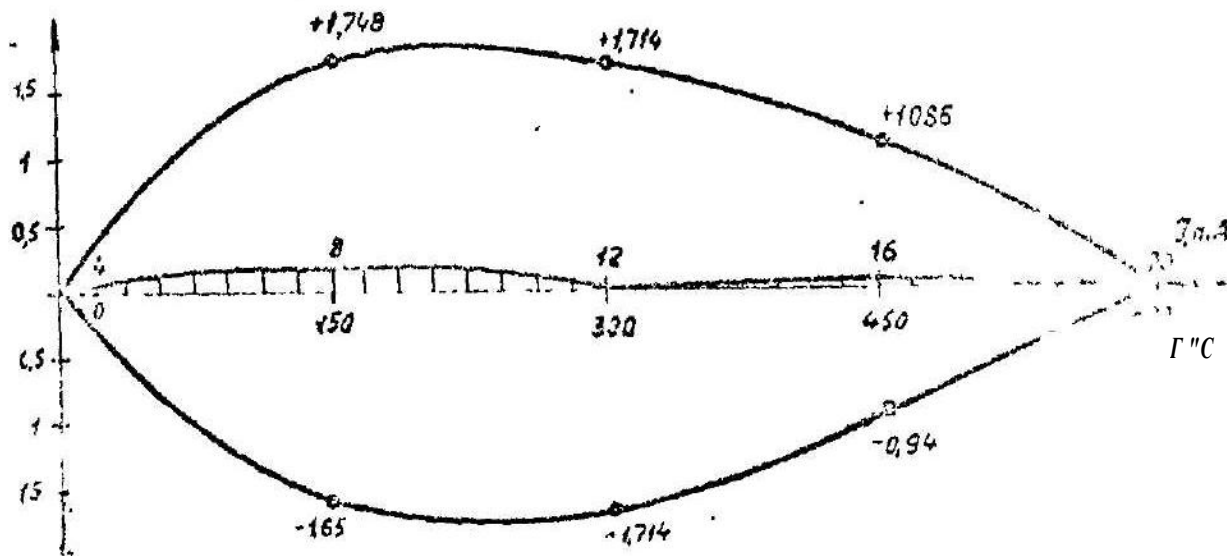
Т а б л и ц а 2

Температура измерения ТП, т., °C	Ток через стабилитрон, мА	Ли, мВ	Отклонение от линейности, мВ	Отклонение от линейности D %, j	Отклонение от линейности, привед. к LW... мВ	Погрешность линейар., мВ. */
250	4	0	0	0	0	0
25	8	67	+26,47	+16,47 '	+16,34	+0,03
50	12	107	+26,00	+16,05	+0,124	0
75	16	пе	+16,51	+10,2	+0,079	-0,011
100	20	162	0	0	0	0





Фиг. 2



Фиг. 3

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор Н. Король

Замовлення 4081

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, КиТа-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул Гагаріна, 101