



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1223059** **A**

(51) 4 G 01 K 11/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3697719/24-10

(22) 08.02.84

(46) 07.04.86. Бюл. № 13

(71) Морской гидрофизический институт  
АН УССР

(72) Ю.С.Белавин и С.О.Колесов

(53) 536.53(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 761855, кл. G 01 K 7/32, 1980.

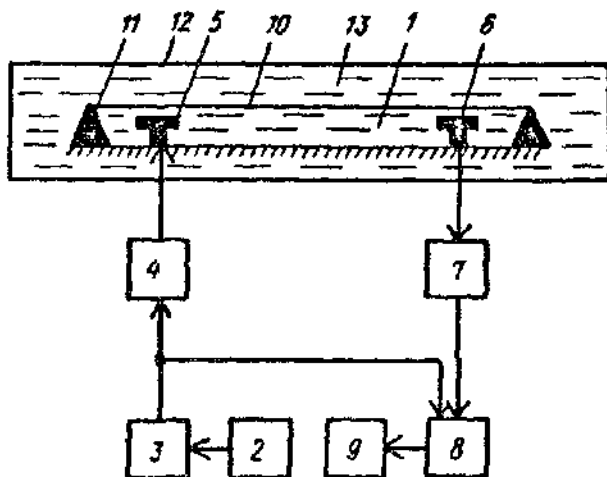
Авторское свидетельство СССР  
№ 881542, кл. G 01 K 11/26, 1981.

Авторское свидетельство СССР  
№ 662823, кл. G 01 K 5/56, 1979.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕ-  
РАТУРЫ

(57) Изобретение относится к технике  
измерения температуры (Т) жидких и  
газообразных сред, в частности мор-  
ской воды, и может быть использовано  
в океанографии и различных областях  
народного хозяйства. Цель изобре-  
тения - расширение диапазона измеря-  
емых Т и повышение точности измере-

ний. Герметичный корпус 12, содер-  
жащий первичный измерительный преоб-  
разователь 1, блок 5 возбуждения ко-  
лебаний струны и преобразователь 6  
колебаний струны, помещают в среду,  
Т которой подлежит контролю. При из-  
менении Т среды изменяется Т рабочей  
жидкости благодаря высокой теплопро-  
водности материала корпуса, изменя-  
ются вязкость жидкости и фаза сигнала  
колебаний струны на выходе преоб-  
разователя 6, который затем поступа-  
ет через усилитель 7 на блок 8 срав-  
нения фаз. Фазовый сдвиг обусловли-  
вается вязким трением, которое явля-  
ется функцией температуры. Струна и  
база крепления выполнены из матери-  
алов с близкими значениями коэффи-  
циентов теплового расширения, тем самым  
сведена к минимуму погрешность изме-  
рений, вызываемая временной неста-  
бильностью натяжения струны и ее  
собственной частоты, поскольку натя-  
жение не зависит от Т. 4 ил.



Фиг.1

ИТК

(19) **SU** (11) **1223059** **A**

Изобретение относится к технике измерения температуры жидких и газообразных сред, в частности морской воды, и может быть использовано в океанографии и различных областях народного хозяйства.

Целью изобретения является расширение диапазона измеряемых температур и повышение точности измерений.

На фиг.1 приведена структурная схема предлагаемого устройства; на фиг.2 - график фазотемпературной характеристики; на фиг.3 и 4 - один из возможных вариантов выполнения первичного измерительного преобразователя.

Устройство для измерения температуры содержит (фиг.1) первичный измерительный преобразователь 1, генератор 2 опорной частоты, делитель 3 частоты, первый усилитель 4, блок 5 возбуждения колебаний струны, преобразователь 6 колебаний струны, второй усилитель 7, блок 8 сравнения фаз, регистратор 9.

Генератор 2 опорной частоты подключен к делителю 3 частоты, один из выходов которого соединен с входом первого усилителя 4. Выход усилителя 4 подан на вход блока 5 возбуждения колебаний струны. Выход преобразователя 6 колебаний струны подключен к входу второго усилителя 7, выход которого подан на первый вход блока 8 сравнения фаз. Второй вход блока 8 сравнения фаз соединен с выходом делителя 3 частоты, а выход блока 8 сравнения фаз соединен с регистратором 9.

Первичный измерительный преобразователь выполнен в виде струны 10, натянутой на базе крепления 11, и установлен в корпусе 12, заполненном жидкостью 13.

Струна 10 может быть выполнена из упругого материала, например рессорно-пружинной стали, диаметром  $d = 0,05-0,2$  мм и длиной  $l = 20-200$  мм. Рекомендуется выдержать соотношение  $l/d \geq 300$ , в этом случае поперечной жесткостью струны можно пренебречь.

Корпус 12 служит для герметизации рабочего объема и крепления узлов. Он может быть выполнен из материала с высокой теплопроводностью для повышения быстродействия первичного преобразователя, например из латуни и т.п. Если корпус является базой крепления струны, то он изготавливается из того же материала, что и струна.

Струна 10 может быть закреплена в корпусе, например, так, как показано на фиг.3. Корпус 12 выполнен в виде стакана 14, имеющего кольцевой выступ 15. Корпус имеет подвижную втулку 16 и закрыт с торцов неподвижной втулкой 17 и крышкой 18. На выступе 15 и втулке 17 закреплены "порожки" 19 в виде планок, которые образуют базу струны 10. Для исключения возможных деформаций струны в точках соприкосновения с "порожками" 19 последние изготавливают из более мягкого материала. Концы струны 10 прикреплены к втулкам 16 и 17. Натяг струны 10 можно регулировать, перемещая вдоль корпуса подвижную втулку 16, посредством трех винтов 20 (под углом  $120^\circ$  друг к другу), пропущенных через крышку 18.

Вблизи струны 10 установлены блок 5 возбуждения колебаний струны и преобразователь 6 колебаний струны с помощью кронштейна 21, прикрепленного к выступу 15. Расстояние между блоком 5 и преобразователем 6 и базой крепления струны зависит от конкретных размеров первичного преобразователя и выбирается из условия получения максимально возможной чувствительности и линейности характеристики преобразования.

Втулки 16 и 17 снабжены элементами герметизации рабочей полости корпуса, втулка 16 имеет технологическое отверстие 22 для заполнения рабочей полости жидкостью 13. В качестве рабочей жидкости 13 может быть использована дистиллированная вода. При заполнении в корпусе оставляют воздушный пузырек для компенсации температурного расширения жидкости. Струна 10 крепится с помощью элементов 23-25 (фиг.3).

Блок 5 возбуждения колебаний струны 10 предназначен для возбуждения вынужденных периодических колебаний струны. Это может быть любой малогабаритный электромагнит с напряжением питания 5-15 В и частотой возбуждения несколько килогерц. Преобразователь 6 служит для преобразования механических колебаний струны 10 в электрический сигнал. Он может быть пьезоэлектрическим, электромагнитным, можно использовать готовые звукоусилители, например ГЗУМ-73с.

Генератор 2 опорной частоты служит для питания блока 5 возбуждения

колебаний струны через дилитель 3 частоты. Основное требование к его выбору - высокая стабильность частоты. Может быть использован любой генератор с кварцевой стабилизацией частоты, например генератор частоты декадный прецизионный Г5-35 на 1 МГц.

Введение в электрическую схему делителя 3 частоты вызвано тем, что высокостабильные кварцевые генераторы имеют высокую выходную частоту, обычно на несколько порядков превышающую собственную резонансную частоту струны. В качестве блока 3 может использоваться делитель частоты, встроенный в генератор опорной частоты, либо отдельный стандартный делитель с выходной частотой несколько килогерц.

Первый усилитель 4 служит для усиления по мощности напряжения с выхода делителя 3 частоты. Коэффициент усиления его выбирается в зависимости от конструкции блока 5 возбуждения колебаний струны. Усилитель 4 может быть выполнен на базе операционного усилителя, например К140 УД8, совместно с транзистором большой мощности КТ 805, либо используют готовый усилитель мощности У7-3.

Второй усилитель 7 предназначен для усиления по амплитуде сигнала, снимаемого с преобразователя 6 (для обеспечения надежной работы блока 8 сравнения фаз), и может быть выполнен на операционном усилителе К140 УД8. Блок 8 сравнения фаз служит для выделения электрического сигнала, пропорционального разности фаз колебаний струны 10 (с преобразователя 6) и частоты вынуждающих колебаний (с делителя 3 частоты). В качестве блока 8 можно использовать фазометр Ф2-16.

Регистратор 9 служит для визуального наблюдения или регистрации выходного сигнала блока 8 сравнения фаз (фазового сдвига) на любом носителе информации. Это может быть самописец, магнитное записывающее устройство, устройство оперативного контроля типа дисплей.

Переход от электрического сигнала к значениям измеряемой температуры производится с помощью градуировочных характеристик оператором либо посредством ЭВМ. Градуировка осуществляется при аттестациях устройства.

Устройство для измерения температуры работает следующим образом.

Корпус 12, содержащий первичный измерительный преобразователь, блок возбуждения колебаний струны и преобразователь колебаний струны, помещают в среду, температура которой подлежит контролю. При подаче питания сигнал с генератора 2 опорной частоты через делитель 3 частоты и усилитель 4 поступает на блок 5 и возбуждает вблизи струны 10 электромагнитное поле с частотой порядка нескольких килогерц.

С одного из выходов делителя 3 частоты опорный сигнал поступает на первый вход блока 8 сравнения фаз. Воздействие электромагнитного поля на струну 10 вызывает ее колебания с той же частотой.

В преобразователе 6, связанном со струной 10 электромагнитным полем, механические колебания струны преобразуются в электрический сигнал.

При измерении температуры среды изменяется температура рабочей жидкости благодаря высокой теплопроводности материала корпуса, изменяются вязкость жидкости и фаза сигнала вынужденных колебаний струны на выходе преобразователя 6. Этот сигнал поступает через усилитель 7 на второй вход блока 8 сравнения фаз. Так как фаза вынужденного сигнала на выходе преобразователя 6 отличается от фазы вынуждающих колебаний (с делителя 3 частоты), на выходе блока 8 появляется сигнал  $\varphi$ . Фазовый сдвиг  $\varphi$  связан с температурой (фиг.2). По регистратору 9, используя зависимость  $\varphi = f(t)$ , судят о температуре среды.

Помещение первичного измерительного преобразователя в жидкость с высоким температурным коэффициентом вязкости позволяет построить измеритель температуры, принцип действия которого основан на изменении фазы вынужденных колебаний струны от вязкости окружающей среды, зависящей в свою очередь от температуры.

Как известно, например для дистиллированной воды при изменении температуры от 0 до 20°C вязкость уменьшается примерно в 2 раза; для глицерина вязкость изменяется в 60 раз при изменении температуры от 100 до 200°C.

Изменение фазы вынужденных колебаний струны в жидкости происходит за счет наличия сил вязкости трения, пропорциональных вязкости среды.

Диапазон измерений известного устройства равен  $2^\circ$ .

В предложенном устройстве отказ от dilatометрического принципа действия первичного измерительного преобразователя позволяет выполнить струну и базу ее крепления из материалов с одинаковыми коэффициентами теплового расширения и тем самым свести к минимуму погрешности измерений, вызванные временной нестабильностью натяжения струны и ее собственной частоты, поскольку натяжение не зависит от температуры.

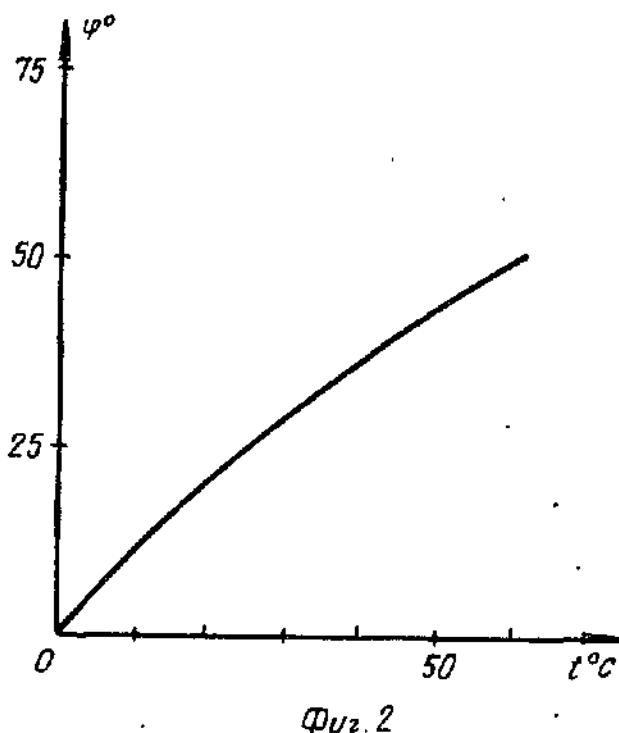
В предложенном устройстве фазовый сдвиг  $\varphi$  обуславливается вязким трением, которое является функцией температуры.

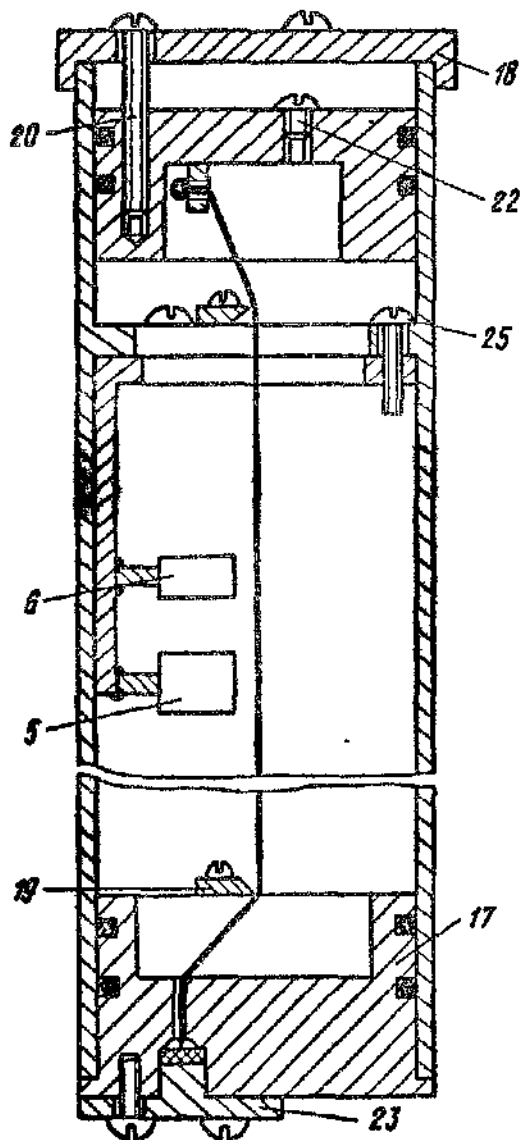
Что касается изменения сдвига фазы за счет эффектов теплового расширения струны и базы крепления, то в данном случае им можно пренебречь, поскольку струна и база крепления выполняются из одного и того же материала либо из разных материалов, но имеющих близкие значения коэффициентов теплового расширения. При этом натяжение струны не изменяется при изменении температуры, и тем

самым исключаются явления упругого последствия и ползучести, что приводит к существенному повышению временной стабильности струны.

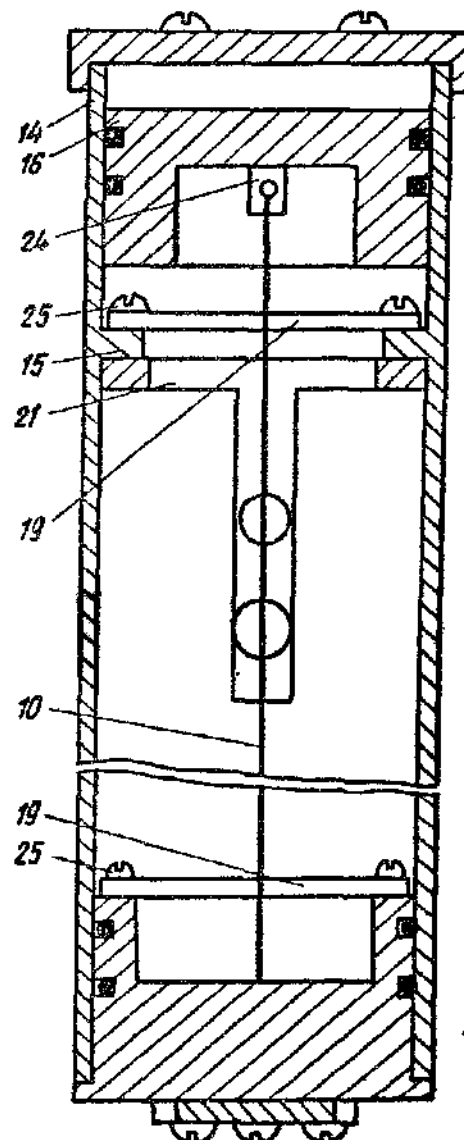
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для измерения температуры, содержащее струну, закрепленную на базе, последовательно соединенные генератор опорной частоты, делитель частоты, первый усилитель и блок возбуждения колебаний струны, преобразователь колебаний струны, подключенный к входу второго усилителя, и блок сравнения фаз, отличающееся тем, что, с целью расширения диапазона измеряемых температур, в нем струна и база выполнены из материалов с одинаковыми коэффициентами теплового расширения и вместе с блоком возбуждения колебаний струны и преобразователем колебаний струны помещены в герметичный корпус, заполненный жидкостью с высоким температурным коэффициентом вязкости, при этом выход второго усилителя и выход делителя частоты подключены к входу блока сравнения фаз.





Фиг. 3



Фиг. 4

Редактор О.Юрковецкая	Составитель Ю.Андриянов	
	Техред И.Гайдош	Корректор И.Эрдейи
Заказ 1702/43	Тираж 778	Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5		
Филиал ППП "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4		

