



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1538057 A1

(51)5 G 01 H 5/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4287092/25-28

(22) 20.07.87

(46) 23.01.90. Бюл. № 3

(71) Морской гидрофизический институт АН УССР

(72) В.И. Бабий и М.В. Бабий

(53) 534.22(088.8)

(56) Оптико-механическая промышленность, 1985, № 1, с. 30-33.

Авторское свидетельство СССР
№ 808866, кл. G 01 H 5/00, 1981.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ
ЗВУКА В ЖИДКОСТЯХ И ГАЗАХ

(57) Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для определения скорости зву-

2

ка в газах и жидкостях, в частности в морской воде при переменных температурах и давлениях. Цель изобретения - повышение точности измерений за счет постоянного определения величины акустической базы и исключения влияния температурных флуктуаций показателя преломления воздуха. Устройство снабжено оптическим измерителем перемещений, рабочие плечи которого образованы с использованием зеркальных поверхностей отражателей звука. Герметические полости стоек, на которых укреплены отражатели звука, могут быть вакуумированы. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.

Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для прецизионного измерения скорости распространения звука в газах и жидкостях, в частности в морской воде в условиях переменных температур и давлений.

Цель изобретения - повышение точности за счет определения величины акустической базы в процессе измерений и исключения влияния температурных флуктуаций показателя преломления воздуха.

На чертеже изображена структурная схема устройства.

Устройство для измерения скорости звука содержит последовательно соединенные обратимый электроакустический преобразователь 1, блок 2 излучения и приема, который может быть выполнен в виде генератора импульсов, коммута-

тора, усилителя и формирователя временных интервалов (не показаны), аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 3, блок 4 вычислений и блок 5 регистрации, отражатели 6 и 7 звука, расположенные на разных расстояниях от преобразователя 1, выполненные в виде плоскопараллельных пластин одинаковой толщины из одного материала, и имеющие оптически зеркальные поверхности 8 и 9, которые установлены параллельно рабочей поверхности преобразователя 1 на торцы стоек 10 и 11, например цилиндрические трубы неравной длины. Торцовые плоскости стоек 10 и 11 параллельны. Стойки 10 и 11 укреплены неподвижно на оптически прозрачном основании 12, выполненном, например, в виде плоскопараллельной пластины или диска из стекла или лейкосапфира. Внутренние полости

(19) SU (11) 1538057 A1

Рис. 1

стоек 10 и 11 герметизированы и могут быть вакуумированы.

Отражатели 6 и 7 звука могут быть выполнены также в виде оптически прозрачных плоскопараллельных пластин (дисков) одинаковой толщины, например, из стекла или лейкосапфира, у которых оптически зеркальные покрытия нанесены (например, методом вакуумного напыления) на поверхности, отражающие звук, а поверхности 8 и 9, которыми они установлены на стойки 10 и 11, оставлены оптически прозрачными.

Отражатели 6 и 7 звука, стойки 10 и 11 и основание 12 жестко зафиксированы на заданном расстоянии от рабочей поверхности электроакустического преобразователя 1, например, посредством несущей рамы, выполненной из нержавеющей стали или титанового сплава (не показана). Эти элементы, объединенные на чертеже штриховой линией, образуют узел, погружаемый в исследуемую среду.

Устройство дополнительно содержит оптический измеритель перемещений, в качестве которого может быть использован оптический интерферометр, например, типа Майкельсона с фотозлектрическим измерителем сдвига интерференционных полос, состоящий из источника 13 света, например гелий-неонового лазера, светорасщепителя 14, светоделителя 15, модулятора 16 света, фотозлектрических приемников 17 и 18, например фотодиодов или ФЭУ, избирательных усилителей 19 и 20, настроенных на частоту модуляции, электронного фазометра 21 с цифровым выходом, выход фазометра 21 соединен с вторым входом блока 4 вычислений. Позициями 22 и 23 обозначены рабочие плечи оптического интерферометра, 24 и 25 — отраженные акустические импульсы, 26 — исследуемая среда (газ, жидкость).

Интерферометр расположен так, что основание 12, полости стоек 10 и 11 и отражатели 6 и 7 звука образуют его рабочие плечи.

Генератор зондирующих импульсов излучения и приема возбуждает преобразователь 1, от излучающей поверхности которого в исследуемой среде распространяются в сторону отражателей 6 и 7 акустические импульсы. Отразившись от отражателей 6 и 7, акустические импульсы 24 и 25 приходят поочередно к преобразователю 1 с вре-

менным сдвигом τ . В блоке 2 излучения и приема преобразованные отраженные импульсы усиливают и формируют временной интервал τ . АЦП 3 преобразует временной интервал τ в цифровой код, который поступает на первый вход блока 4 вычислений.

Одновременно с этим источник 13 излучает пучок монохроматического света, который расщепляется светорасщепителем 14 на два параллельных световых пучка, которые направляются в светоделитель 15, например, в светоделительный куб с полупрозрачным слоем. Световые пучки 22 и 23 выходят из светоделителя 15 в сторону прозрачного основания 12 и, пройдя через него и внутренние полости стержней 10 и 11, претерпевают отражение от оптически зеркальных поверхностей 8 и 9 отражателей 6 и 7 звука, возвращаются обратно в светоделитель 15 и, отразившись частично от полупрозрачного слоя, направляются в фотозлектрические приемники 17 и 18.

Другая часть светового пучка, поступившего от источника 13, отразившись в светоделителе 15 от полупрозрачного слоя ВВ, поступает в модулятор 16, где происходит сдвиг частоты излучения на величину частоты модуляции Ω . В качестве модулятора 16 можно использовать, например, электрооптические или акустооптические ячейки, питаемые от генератора непрерывных электрических колебаний с частотой Ω . Сдвинутое по частоте опорное оптическое излучение возвращается из модулятора 16 в обратном направлении в светоделитель 15, проходит полупрозрачный слой ВВ и попадает в фотозлектрические приемники 17 и 18. В плоскости фотоприемников 17 и 18 опорное оптическое излучение, поступившее из модулятора 16, интерферирует с пучками света из рабочих плеч 22 и 23 оптического интерферометра. Преобразованные фотоприемниками 17 и 18 периодические изменения интенсивности света в электрические сигналы усиливаются в избирательных усилителях 19 и 20 на частоте Ω . Усиленные электрические гармонические сигналы поступают на вход электронного фазометра 21 с цифровым выходом, который измеряет сдвиг фаз Δ в долях интерференционной полосы между световыми пучками 22 и 23 рабочих плеч интер-

ферометра на частоте модуляции Ω [6, 7]. Цифровой код с выхода фазометра 21 поступает на второй вход вычислителя 4.

Вычислитель 4 осуществляет операцию расчета скорости звука C по формуле

$$C = 2[L_0 - \frac{\lambda}{2}(\Delta\varphi - \Delta\varphi_0)] \cdot \tau^{-1},$$

где L_0 - номинальное геометрическое расстояние между плоскостями отражателей 6 и 7 звука (измерительная база);

τ - интервал времени между звуковыми импульсами, отраженными соответственно от отражателей 6 и 7;

λ - длина световой волны источника 13;

$\Delta\varphi$ - полная разность фаз между световыми пучками 22 и 23 в момент измерения C при данных температуре T и давлении P ;

$\Delta\varphi_0$ - начальная разность фаз между световыми пучками при номинальных условиях $T = T_0$; $P = P_0$. Параметры L_0 , λ , $\Delta\varphi_0$ определяют и вводят в блок 4 вычислений до измерений в среде.

Результаты расчета отображаются на цифровом табло блока 4 вычислений и регистрируются в блоке 5 регистрации, например, на цифropечатающем устройстве.

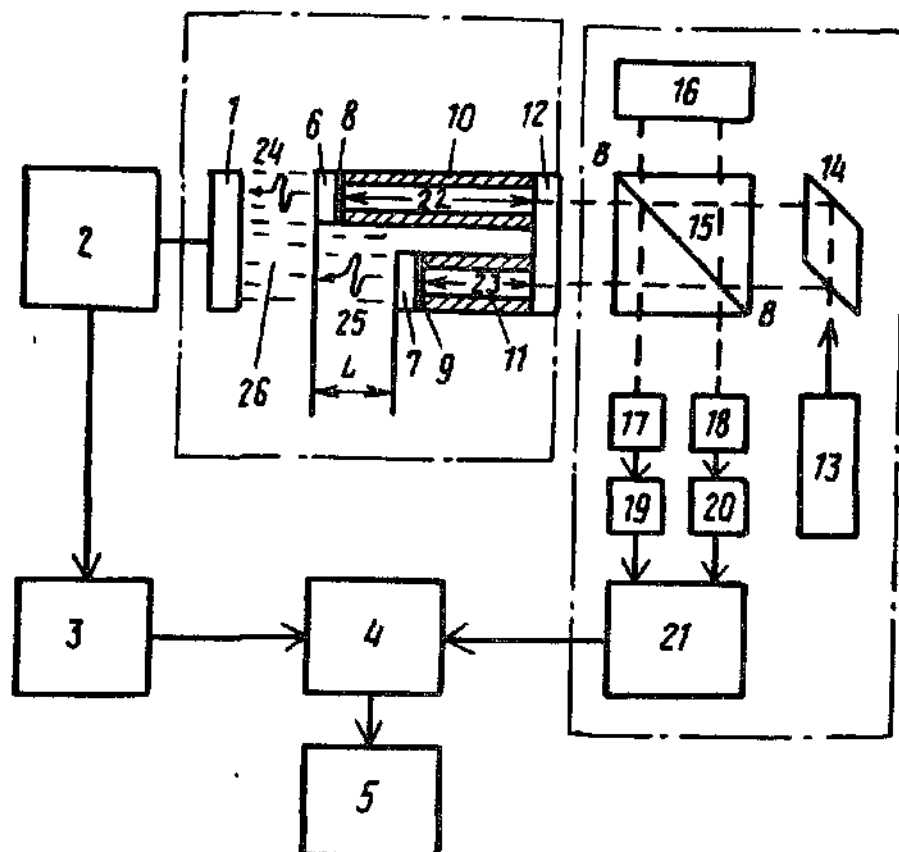
Точность измерений может быть повышена также за счет исключения влияния температурного изменения показателя преломления воздуха, заполняющего полости стоек, путем вакуумирования внутренних полостей стоек 10 и 11. При этом повышается стабильность и надежность работы оптического интерферометра за счет исключения запотевания и окисления зеркальных поверхностей 8 и 9 в процессе эксплуата-

ции и при изменениях температуры среды.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Устройство для измерения скорости звука в жидкостях и газах, содержащее блок излучения и приема акустических колебаний, связанный с ним электроакустический преобразователь, аналого-цифровой преобразователь, вход которого соединен с вторым выходом блока излучения и приема акустических колебаний, блок регистрации и первый и второй отражатели акустических колебаний, отличающееся тем, что, с целью повышения точности путем определения величины акустической базы в процессе измерений, оно снабжено блоком вычислений, оптическим измерителем перемещений и образующими рабочие плечи оптического измерителя перемещений оптически прозрачным плоскопараллельным основанием, двумя полыми герметизированными стойками, первый и второй отражатели акустических колебаний выполнены в виде плоскопараллельных пластин равной толщины одинакового материала с оптически зеркальной поверхностью и закреплены на торцовых плоскостях первой и второй герметизированных стоек соответственно, первый и второй входы блока вычислений соединены соответственно с выходами аналого-цифрового преобразователя и оптического измерителя перемещений, а выход блока вычислений подключен к блоку регистрации.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерений за счет исключения влияния температурных флуктуаций показателя преломления воздуха, полости первой и второй герметизированных стоек вакуумированы.



Составитель Д. Широчин

Редактор В. Бугренкова

Техред Л. Сердюкова

Корректор Э. Лончакова

Заказ 164

Тираж 411

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101