



УКРАЇНА

(19) UA (11) 20687 (13) A

(51) G 01 L 1/22

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті  
на підставі Постанови Верховної Ради України  
№ 3769 XII від 23 XII 1993 рПублікується  
в редакції заявника

(54) ДАТЧИК ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ ГРУНТУ РІЗАННЮ ПІД ВОДОЮ

1

(21) 97020601

(22) 12.02.97

(24) 02.09.97

(46) 27.02.98. Бюл. № 1

(47) 02.09.97

(56) 1. Ветров Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами. М., Машиностроение, 1971, 356 с.

2. Авторское свидетельство СССР

№ 734514, кл. G 01 L 1/22, 1980 (прототип).

(72) Сукач Михайло Кузьмич, Сукач Олексій Михайлович, Сукач Сергій Михайлович

(73) Сукач Олексій Михайлович

(57) Датчик для измерения сопротивления грунта резанию под водой, включающий раму, на которой закреплен упругий элемент с тензорезисторами и резцодержатель с режущим элементом, отличающийся тем, что он снабжен корпусом, жестко закрепленным на раме, внутри которого установлена опора для крепления упругого элемента, втулкой, герметично прикрепленной к нижней части корпуса, сильфоном, закреплен-

2

ным двумя хомутами на втулке и резцодержателе, защитным кожухом, установленным на раме, упругий элемент выполнен в виде Г-образной балки, один конец которой консольно защемлен на опоре, а ко второму концу прикреплен резцодержатель, при этом корпус выполнен с двумя отверстиями и герметично прикрепленной к нему крышкой, в которой установлен винтовой ограничитель с зазором, равным максимально допустимому прогибу горизонтальной части упругого элемента, в верхнем отверстии корпуса установлен герметичный разъем, втулка выполнена с центральным отверстием и расположена соосно нижнему отверстию корпуса, в которое пропущена вертикальная часть упругого элемента, внутренняя полость корпуса заполнена диэлектрической жидкостью, а тензорезисторы размещены попарно с противоположных сторон в двух сечениях горизонтальной и вертикальной частей Г-образной балки и перекрестно включены в плечи измерительных мостов.

(19) UA (11) 20687(13) A

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для раздельного определения составляющих сопротивления грунта резанию в подводных условиях.

Известны стенды, снабженные тензочувствительными измерительными элементами, в которых режущий орган при помощи тяг и шарниров прикреплен к двум или более

упругим консольно защемленным металлическим балкам постоянного сечения с наклеенными на них тензорезисторами [1].

Недостатками этих стендов является то, что они применяются в полевых или лабораторных условиях для исследования только в воздушной среде.

Наиболее близким из известных к заявленному техническому решению является

стенд для измерения сопротивления грунтов резанию, включающий раму с упругим Г-образным элементом, на вертикальных и горизонтальных участках которого расположены тензорезисторы, и резцодержатель с режущими элементами, закрепленный на горизонтальном участке упругого элемента [2].

Недостатками известного технического решения являются невозможность применения его для исследования подводных грунтов из-за воздействия на измерительные тензорезисторы водной среды и низкая точность измерений, связанная с температурными погрешностями из-за расположения компенсационных тензорезисторов вне упругого элемента, а также изменения электрического сопротивления рабочих тензорезисторов под воздействием гидростатического давления.

Задача изобретения – расширение области применения и повышение точности измерений.

Указанная задача решается тем, что известный стенд, включающий раму, на которой закреплен упругий элемент с тензорезисторами и резцодержатель с режущим элементом, согласно настоящему изобретению, снабжен корпусом, жестко закрепленным на раме, внутри которого установлена опора для крепления упругого элемента, втулкой, герметично прикрепленной к нижней части корпуса, сильфоном, закрепленным двумя хомутами на втулке и резцодержателе, защитным кожухом, установленным на раме. Упругий элемент выполнен в виде Г-образной балки, один конец которой консольно защемлен на опоре, а ко второму концу прикреплен резцодержатель. При этом корпус выполнен с двумя отверстиями и герметично прикрепленной к нему крышкой, в которой установлен винтовой ограничитель с зазором, равным максимально допустимому прогибу горизонтальной части упругого элемента. В верхнем отверстии корпуса установлен герметичный разъем, втулка выполнена с центральным отверстием и расположена соосно нижнему отверстию корпуса, в которое пропущена вертикальная часть упругого элемента. Внутренняя полость корпуса заполнена диэлектрической жидкостью, а тензорезисторы размещены попарно с противоположных сторон в двух сечениях горизонтальной и вертикальной частей Г-образной балки и перекрестно включены в плечи измерительных мостов.

Таким образом, заявленный датчик для измерения сопротивления грунта резанию

под водой соответствует критерию изобретения "новизна".

Сравнение заявленного решения с прототипом и другими техническими решениями в данной области техники не позволило выявить в них признаки, отличающие заявленное решение от прототипа. Это позволило сделать вывод о соответствии его критерию "существенные отличия".

На фиг. 1 показан общий вид датчика; на фиг. 2 – упругий элемент с тензорезисторами: а – эпюра изгибающих моментов от действия касательной составляющей  $F$  сопротивления резанию грунта; б – то же, от действия нормальной составляющей  $N$ ; в – включение тензорезисторов в измерительную схему.

Датчик для измерения сопротивления грунта резанию под водой включает корпус 1, жестко закрепленный на раме 2, внутри которого установлена опора 3 для крепления упругого элемента, выполненного в виде Г-образной балки постоянного сечения 4. Один конец ее консольно защемлен на опоре, а ко второму концу винтами прикреплен резцодержатель 5 с режущим элементом 6. К нижней части корпуса герметично прикреплен втулка 7. На втулке и резцодержателе двумя хомутами 8 закреплен сильфон 9, который закрыт защитным кожухом 10, установленным на раме. Корпус 1 выполнен с двумя отверстиями и герметично прикрепленной к нему крышкой 11, в которой установлен винтовой ограничитель 12 с зазором, равным максимально допустимому прогибу горизонтальной части упругого элемента. В верхнем отверстии корпуса установлен герметичный разъем 13 для электрических коммутаций. Втулка выполнена с центральным отверстием и расположена соосно нижнему отверстию корпуса 1, в которое пропущена вертикальная часть упругого элемента 4. Внутренняя полость корпуса заполнена диэлектрической жидкостью.

Тензорезисторы размещены попарно с противоположных сторон в двух сечениях горизонтальной и вертикальной частей Г-образной балки и перекрестно включены в плечи измерительных мостов. На горизонтальных поверхностях упругого элемента закреплены тензорезисторы  $R_1$ – $R_8$  для регистрации нормальной составляющей сопротивления грунта резанию  $N$ . На вертикальных поверхностях упругого элемента закреплены тензорезисторы  $R_9$ – $R_{16}$  для регистрации касательной составляющей сопротивления  $F$ . Все тензорезисторы расположены симметрично относительно продольной оси Г-образной балки. Для регистрации боковой составляющей сопротив-

ления грунта резанию  $T$  восемь тензорезисторов (на чертеже не показаны) закрепляются на боковых сторонах горизонтальной или вертикальной части упругого элемента и включаются в измерительный мост аналогично двум предыдущим случаям, показанным на фиг. 2.

Датчик работает следующим образом.

Корпус 1 датчика закрепляют на раме 2 измерительного устройства или машины, движущейся по грунту, заполняют диэлектрической жидкостью и герметизируют. К резцодержателю 5 прикрепляют режущий орган 6 (нож) с заданными геометрическими параметрами. Перед началом измерений тензомосты балансируют, выставляя в исходное, нулевое, положение. В процессе резания на нож действует сила сопротивления грунта, которую можно разложить на касательную  $F$ , нормальную  $N$  и боковую  $T$  составляющие, вызывающие деформации растяжения, изгиба и кручения в Г-образной балке. Эти составляющие воспринимаются упругим элементом датчика независимо друг от друга. Разбаланс тензометрических мостов от действия соответствующих сил в двух сечениях каждой из тензобалок (горизонтальной или вертикальной частей упругого элемента) через усилитель подается на регистрирующее устройство (осциллограф, магнитофон, ЭВМ и т.п.).

Тензорезисторы включены в измерительные мосты следующим образом. В одноименные плечи мостов последовательно включены тензорезисторы, симметричные относительно геометрического центра горизонтальной или вертикальной части Г-образной балки, т.е. тензорезисторы, находящиеся в двух сечениях балки по обе стороны от продольной оси симметрии на двух параллельных плоскостях ( $R_1R_8$ ,  $R_2R_7$ ,  $R_3R_6$ ,  $R_4R_5$ ). В противоположные плечи мостов последовательно включены тензорезисторы, находящиеся в одном сечении на одной и той же плоскости по обе стороны от продольной оси симметрии ( $R_1R_2$ ,  $R_3R_4$ ,  $R_5R_6$ ,  $R_7R_8$ ) или находящиеся в двух сечениях балки на параллельных плоскостях с одной стороны относительно ее продольной оси симметрии ( $R_1R_7$ ,  $R_2R_8$ ,  $R_3R_5$ ,  $R_4R_6$ ). При этом пары тензорезисторов в смежных плечах измерительных мостов окажутся включенными по одной из схем, приведенных в таблице.

Такое включение тензорезисторов обеспечивает реакцию каждого измерительного моста,  $U_F$ ,  $U_N$  и  $U_T$  только на одну из трех составляющих сил сопротивления грунта резанию — соответственно  $F$ ,  $N$  и  $T$ .

Согласно предложенной схеме размещения и включения тензорезисторов регистрируются непосредственно не силы, а разности моментов этих сил в сечениях I—I и II—II; III—III и IV—IV Г-образной балки. Касательная составляющая  $F$  в сечении I—I вертикальной части балки вызывает момент  $M_F^I = F(d+h_1)$ , а в сечении II—II  $M_F^{II} = F(d+h_2)$ . Так как тензорезисторы включены перекрестно в смежные плечи, разбаланс измерительных мостов пропорционален разности  $M_F^I - M_F^{II} = F(d+h_1) - F(d+h_2) = F(h_1-h_2) = Fh$ , т.е. зависит только от базы размещения тензорезисторов на балке  $h$  и величины силы  $F$ , но не зависит от места ее приложения к ножу. Вертикальная составляющая  $N$  в этой балке реакции не вызывает, но на горизонтальную часть балки действует аналогично предыдущему случаю.

Разбаланс второго моста на горизонтальной части тензобалки от действия силы  $N$  пропорционален разности

$$M_N^{III} - M_N^{IV} = N(C+l_1) - N(C+l_2) = N(l_1-l_2) = Nl,$$

т.е. также зависит от базы размещения тензорезисторов на балке  $l$  и номинального значения силы  $N$ , но от места ее приложения не зависит. На показания измерительного моста в горизонтальной балке составляющая силы резания  $F$  не влияет. Погрешности измерений, связанные с действием боковой силы  $T$  в плоскости, перпендикулярной движению ножа и крутящих моментов в горизонтальной и вертикальной частях Г-образной тензобалки благодаря указанной схеме включения исключаются.

Легко доказать также, что разбаланс измерительного моста  $U_T$  (на фиг. 2 не показан) прямо пропорционален в этом случае разности моментов  $M_T^I - M_T^{II}$  в сечении I—I или  $M_T^{III} - M_T^{IV}$  в сечении III и IV и будет зависеть только от величины боковой силы  $T$  и базы размещения тензорезисторов, соответственно  $h$  или  $l$ , а от места приложения этой силы не зависит. На показания моста  $U_T$  касательная  $F$  и нормальная  $N$  составляющие сопротивления грунта влияния не оказывают.

При погружении датчика в воду на определенную глубину сильфон 9, деформируясь, сжимает диэлектрическую жидкость, выравнивая тем самым гидростатическое давление внутри корпуса 1 и снаружи.

Таким образом, заявленный датчик позволяет в условиях водной среды при наличии гидростатического давления определять независимо друг от друга все три составляющие (касательную, нормальную и боковую) сопротивления грунта резанию ножом.

При этом по сравнению с прототипом расширяется область применения датчика.

Герметичное исполнение датчика, при котором тензорезисторы защищены от агрессивного воздействия окружающей водной среды, а упругий элемент защищен от механических повреждений, позволяет применить предлагаемое техническое решение для измерения сопротивления резанию подводного грунта в условиях естественного залегания.

Повышение точности измерений достигается за счет исключения температурной погрешности путем размещения компенсирующих тензорезисторов на упругом элементе датчика, а также применением гидрокомпенсации с помощью силфона и

герметичного корпуса, заполненного диэлектрической жидкостью.

Кроме того, повышается чувствительность измерения за счет использования компенсационных тензорезисторов в качестве дополнительных рабочих в полномостовой схеме измерения. При этом компенсационные тензорезисторы размещаются в сечениях балок, испытывающих напряжения, равные по величине, но противоположно направленные по сравнению с напряжениями, возникающими в сечениях, где размещены рабочие тензорезисторы, и последовательного их включения в противоположные плечи измерительных мостов.

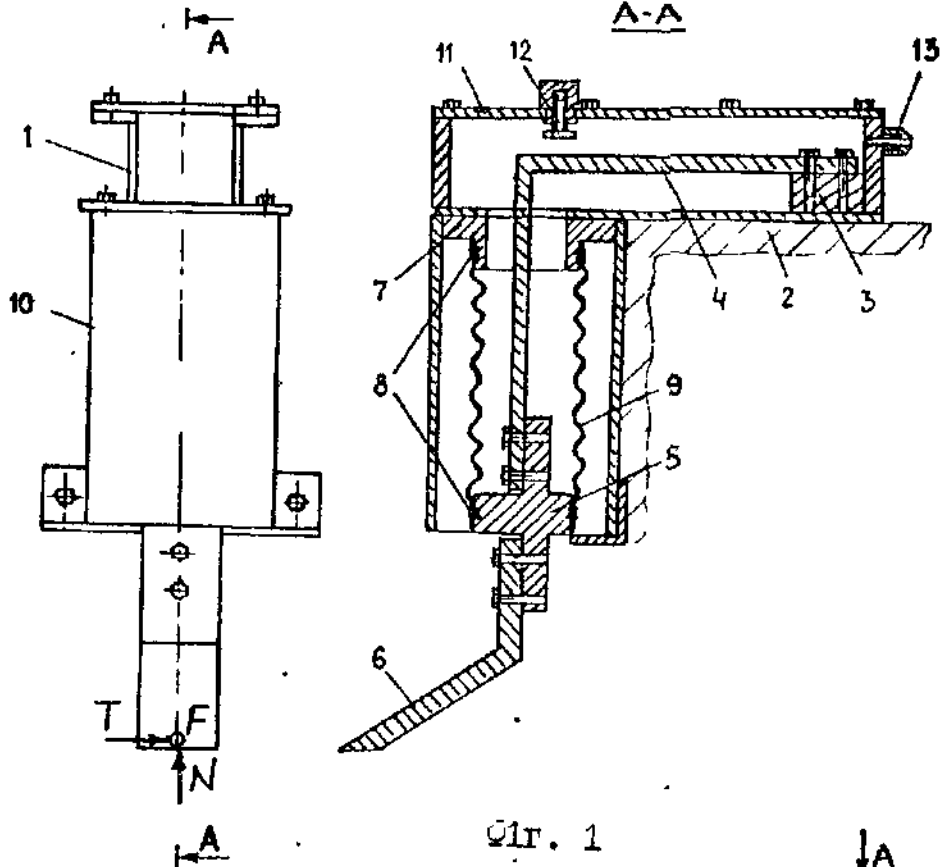
Плечи моста Пары тензорезисторов	Тензобалка		
	Сечение*	Сторона**	Плоскость***
Одноименные R <sub>1</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>5</sub>	2	2	2
Противоположные R <sub>1</sub> R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>4</sub> , R <sub>5</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>7</sub> R <sub>8</sub>	1	2	1
R <sub>1</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>5</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>6</sub>	2	1	2
Смежные R <sub>1</sub> R <sub>3</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>4</sub> , R <sub>5</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>6</sub> R <sub>8</sub>	2	1	1
R <sub>1</sub> R <sub>4</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>3</sub> , R <sub>5</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>6</sub> R <sub>7</sub>	2	2	1
R <sub>1</sub> R <sub>5</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>8</sub>	1	1	2
R <sub>1</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>5</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>7</sub>	1	2	2

\* 1 или 2 – тензорезисторы размещены соответственно в одном или двух сечениях балки;

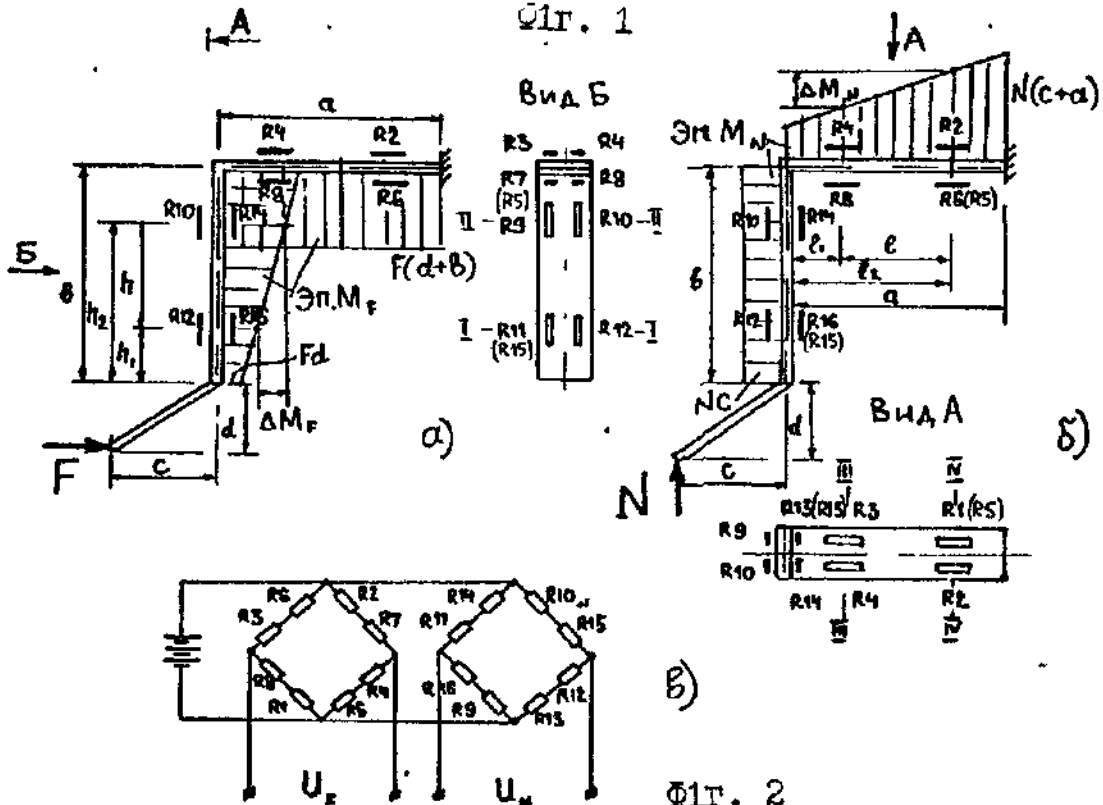
\*\* 1 или 2 – тензорезисторы размещены соответственно с одной или двух сторон балки относительно ее продольной оси симметрии;

\*\*\* 1 или 2 – тензорезисторы размещены соответственно на одной или двух параллельных плоскостях балки.

20687



Фиг. 1



Фиг. 2

Упорядник

Техред М.Келемеш

Коректор О.Обручар

Замовлення 4397

Тираж

Підписне

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

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

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14



УКРАЇНА

(19) UA (11) 20687 (13) A

(51) G 01 L 1/22

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті  
на підставі Постанови Верховної Ради України  
№ 3769-XII від 23 XII. 1993 р.Публікується  
в редакції заявника

(54) ДАТЧИК ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ ҐРУНТУ РІЗАННЮ ПІД ВОДОЮ

1

(21) 97020601  
(22) 12.02.97  
(24) 02.09.97  
(46) 27.02.98. Бюл. № 1  
(47) 02.09.97  
(56) 1. Ветров Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами. М., Машиностроение, 1971, 356 с.

2. Авторское свидетельство СССР № 734514, кл. G 01 L 1/22, 1980 (прототип).  
(72) Сукач Михайло Кузьмич, Сукач Олексій Михайлович, Сукач Сергій Михайлович  
(73) Сукач Олексій Михайлович  
(57) Датчик для измерения сопротивления грунта резанию под водой, включающий раму, на которой закреплен упругий элемент с тензорезисторами и резцодержатель с режущим элементом, отличающийся тем, что он снабжен корпусом, жестко закрепленным на раме, внутри которого установлен опора для крепления упругого элемента, втулкой, герметично прикрепленной к нижней части корпуса, сильфоном, закреплен-

2

ным двумя хомутами на втулке и резцодержателе, защитным кожухом, установленным на раме, упругий элемент выполнен в виде Г-образной балки, один конец которой консольно защемлен на опоре, а ко второму концу прикреплен резцодержатель, при этом корпус выполнен с двумя отверстиями и герметично прикрепленной к нему крышкой, в которой установлен винтовой ограничитель с зазором, равным максимально допустимому прогибу горизонтальной части упругого элемента, в верхнем отверстии корпуса установлен герметичный разъем, втулка выполнена с центральным отверстием и расположена соосно нижнему отверстию корпуса, в которое пропущена вертикальная часть упругого элемента, внутренняя полость корпуса заполнена диэлектрической жидкостью, а тензорезисторы размещены попарно с противоположных сторон в двух сечениях горизонтальной и вертикальной частей Г-образной балки и перекрестно включены в плечи измерительных мостов.

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для раздельного определения составляющих сопротивления грунта резанию в подводных условиях.

Известны стенды, снабженные тензочувствительными измерительными элементами, в которых режущий орган при помощи тяг и шарниров прикреплен к двум или более

упругим консольно защемленным металлическим балкам постоянного сечения с наклеенными на них тензорезисторами [1].

Недостатками этих стендов является то, что они применяются в полевых или лабораторных условиях для исследования только в воздушной среде.

Наиболее близким из известных к заявленному техническому решению является

(19) UA (11) 20687

(13) A

стенд для измерения сопротивления грунтов резанию, включающий раму с упругим  $\perp$ -образным элементом, на вертикальных и горизонтальных участках которого расположены тензорезисторы, и резцодержатель с режущими элементами, закрепленный на горизонтальном участке упругого элемента [2].

Недостатками известного технического решения являются невозможность применения его для исследования подводных грунтов из-за воздействия на измерительные тензорезисторы водной среды и низкая точность измерений, связанная с температурными погрешностями из-за расположения компенсационных тензорезисторов вне упругого элемента, а также изменения электрического сопротивления рабочих тензорезисторов под воздействием гидростатического давления.

Задача изобретения – расширение области применения и повышение точности измерений.

Указанная задача решается тем, что известный стенд, включающий раму, на которой закреплен упругий элемент с тензорезисторами и резцодержатель с режущим элементом, согласно настоящему изобретению, снабжен корпусом, жестко закрепленным на раме, внутри которого установлена опора для крепления упругого элемента, втулкой, герметично прикрепленной к нижней части корпуса, сильфоном, закрепленным двумя хомутами на втулке и резцодержателе, защитным кожухом, установленным на раме. Упругий элемент выполнен в виде Г-образной балки, один конец которой консольно защемлен на опоре, а ко второму концу прикреплен резцодержатель. При этом корпус выполнен с двумя отверстиями и герметично прикрепленной к нему крышкой, в которой установлен винтовой ограничитель с зазором, равным максимально допустимому прогибу горизонтальной части упругого элемента. В верхнем отверстии корпуса установлен герметичный разъем, втулка выполнена с центральным отверстием и расположена соосно нижнему отверстию корпуса, в которое пропущена вертикальная часть упругого элемента. Внутренняя полость корпуса заполнена диэлектрической жидкостью, а тензорезисторы размещены попарно с противоположных сторон в двух сечениях горизонтальной и вертикальной частей Г-образной балки и перекрестно включены в плечи измерительных мостов.

Таким образом, заявленный датчик для измерения сопротивления грунта резанию

под водой соответствует критерию изобретения "новизна".

Сравнение заявленного решения с прототипом и другими техническими решениями в данной области техники не позволило выявить в них признаки, отличающие заявленное решение от прототипа. Это позволило сделать вывод о соответствии его критерию "существенные отличия".

На фиг. 1 показан общий вид датчика; на фиг. 2 – упругий элемент с тензорезисторами: а – эпюра изгибающих моментов от действия касательной составляющей  $F$  сопротивления резанию грунта; б – то же, от действия нормальной составляющей  $N$ ; в – включение тензорезисторов в измерительную схему.

Датчик для измерения сопротивления грунта резанию под водой включает корпус 1, жестко закрепленный на раме 2, внутри которого установлена опора 3 для крепления упругого элемента, выполненного в виде Г-образной балки постоянного сечения 4. Один конец ее консольно защемлен на опоре, а ко второму концу винтами прикреплен резцодержатель 5 с режущим элементом 6. К нижней части корпуса герметично прикреплен втулка 7. На втулке и резцодержателе двумя хомутами 8 закреплен сильфон 9, который закрыт защитным кожухом 10, установленным на раме. Корпус 1 выполнен с двумя отверстиями и герметично прикрепленной к нему крышкой 11, в которой установлен винтовой ограничитель 12 с зазором, равным максимально допустимому прогибу горизонтальной части упругого элемента. В верхнем отверстии корпуса установлен герметичный разъем 13 для электрических коммутаций. Втулка выполнена с центральным отверстием и расположена соосно нижнему отверстию корпуса 1, в которое пропущена вертикальная часть упругого элемента 4. Внутренняя полость корпуса заполнена диэлектрической жидкостью.

Тензорезисторы размещены попарно с противоположных сторон в двух сечениях горизонтальной и вертикальной частей Г-образной балки и перекрестно включены в плечи измерительных мостов. На горизонтальных поверхностях упругого элемента закреплены тензорезисторы  $R_1-R_8$  для регистрации нормальной составляющей сопротивления грунта резанию  $N$ . На вертикальных поверхностях упругого элемента закреплены тензорезисторы  $R_9-R_{16}$  для регистрации касательной составляющей сопротивления  $F$ . Все тензорезисторы расположены симметрично относительно продольной оси Г-образной балки. Для регистрации боковой составляющей сопротив-



ления грунта резанию  $T$  восемь тензорезисторов (на чертеже не показаны) закрепляются на боковых сторонах горизонтальной или вертикальной части упругого элемента и включаются в измерительный мост аналогично двум предыдущим случаям, показанным на фиг. 2.

Датчик работает следующим образом.

Корпус 1 датчика закрепляют на раме 2 измерительного устройства или машины, движущейся по грунту, заполняют диэлектрической жидкостью и герметизируют. К резцодержателю 5 прикрепляют режущий орган 6 (нож) с заданными геометрическими параметрами. Перед началом измерений тензомосты балансируют, выставляя в исходное, нулевое, положение. В процессе резания на нож действует сила сопротивления грунта, которую можно разложить на касательную  $F$ , нормальную  $N$  и боковую  $T$  составляющие, вызывающие деформации растяжения, изгиба и кручения в Г-образной балке. Эти составляющие воспринимаются упругим элементом датчика независимо друг от друга. Разбаланс тензометрических мостов от действия соответствующих сил в двух сечениях каждой из тензобалок (горизонтальной или вертикальной частей упругого элемента) через усилитель подается на регистрирующее устройство (осциллограф, магнитофон, ЭВМ и т.п.).

Тензорезисторы включены в измерительные мосты следующим образом. В одноименные плечи мостов последовательно включены тензорезисторы, симметричные относительно геометрического центра горизонтальной или вертикальной части Г-образной балки, т.е. тензорезисторы, находящиеся в двух сечениях балки по обе стороны от продольной оси симметрии на двух параллельных плоскостях ( $R_1R_8$ ,  $R_2R_7$ ,  $R_3R_6$ ,  $R_4R_5$ ). В противоположные плечи мостов последовательно включены тензорезисторы, находящиеся в одном сечении на одной и той же плоскости по обе стороны от продольной оси симметрии ( $R_1R_2$ ,  $R_3R_4$ ,  $R_5R_6$ ,  $R_7R_8$ ) или находящиеся в двух сечениях балки на параллельных плоскостях с одной стороны относительно ее продольной оси симметрии ( $R_1R_7$ ,  $R_2R_8$ ,  $R_3R_5$ ,  $R_4R_6$ ). При этом пары тензорезисторов в смежных плечах измерительных мостов окажутся включенными по одной из схем, приведенных в таблице.

Такое включение тензорезисторов обеспечивает реакцию каждого измерительного моста,  $U_F$ ,  $U_N$  и  $U_T$  только на одну из трех составляющих сил сопротивления грунта резанию — соответственно  $F$ ,  $N$  и  $T$ .

Согласно предложенной схеме размещения и включения тензорезисторов регистрируются непосредственно не силы, а разности моментов этих сил в сечениях I—I и II—II; III—III и IV—IV Г-образной балки. Касательная составляющая  $F$  в сечении I—I вертикальной части балки вызывает момент  $M_F^I = F(d+h_1)$ , а в сечении II—II  $M_F^{II} = F(d+h_2)$ . Так как тензорезисторы включены перекрестно в смежные плечи, разбаланс измерительных мостов пропорционален разности  $M_F^I - M_F^{II} = F(d+h_1) - F(d+h_2) = F(h_1-h_2) = Fh$ , т.е. зависит только от базы размещения тензорезисторов на балке  $h$  и величины силы  $F$ , но не зависит от места ее приложения к ножу. Вертикальная составляющая  $N$  в этой балке реакции не вызывает, но на горизонтальную часть балки действует аналогично предыдущему случаю.

Разбаланс второго моста на горизонтальной части тензобалки от действия силы  $N$  пропорционален разности

$$M_N^{III} - M_N^{IV} = N(C+l_1) - N(C+l_2) = N(l_1-l_2) = Nl,$$

т.е. также зависит от базы размещения тензорезисторов на балке  $l$  и номинального значения силы  $N$ , но от места ее приложения не зависит. На показания измерительного моста в горизонтальной балке составляющая силы резания  $F$  не влияет. Погрешности измерений, связанные с действием боковой силы  $T$  в плоскости, перпендикулярной движению ножа, и крутящих моментов в горизонтальной и вертикальной частях Г-образной тензобалки благодаря указанной схеме включения исключаются.

Легко доказать также, что разбаланс измерительного моста  $U_T$  (на фиг. 2 не показан) прямо пропорционален в этом случае разности моментов  $M_T^I - M_T^{II}$  в сечении I—I или  $M_T^{III} - M_T^{IV}$  в сечении III и IV и будет зависеть только от величины боковой силы  $T$  и базы размещения тензорезисторов, соответственно  $h$  или  $l$ , а от места приложения этой силы не зависит. На показания моста  $U_T$  касательная  $F$  и нормальная  $N$  составляющие сопротивления грунта влияния не оказывают.

При погружении датчика в воду на определенную глубину сильфон 9, деформируясь, сжимает диэлектрическую жидкость, выравнивая тем самым гидростатическое давление внутри корпуса 1 и снаружи.

Таким образом, заявленный датчик позволяет в условиях водной среды при наличии гидростатического давления определять независимо друг от друга все три составляющие (касательную, нормальную и боковую) сопротивления грунта резанию ножом.

При этом по сравнению с прототипом расширяется область применения датчика.

Герметичное исполнение датчика, при котором тензорезисторы защищены от агрессивного воздействия окружающей водной среды, а упругий элемент защищен от механических повреждений, позволяет применять предлагаемое техническое решение для измерения сопротивления резанию подводного грунта в условиях естественного залегания.

Повышение точности измерений достигается за счет исключения температурной погрешности путем размещения компенсирующих тензорезисторов на упругом элементе датчика, а также применением гидрокомпенсации с помощью силфона и

герметичного корпуса, заполненного диэлектрической жидкостью.

- 5 Кроме того, повышается чувствительность измерения за счет использования компенсационных тензорезисторов в качестве дополнительных рабочих в полномостовой схеме измерения. При этом компенсационные тензорезисторы размещаются в сечениях балок, испытывающих
- 10 напряжения, равные по величине, но противоположно направленные по сравнению с напряжениями, возникающими в сечениях, где размещены рабочие тензорезисторы, и последовательного их включения в
- 15 противоположные плечи измерительных мостов.

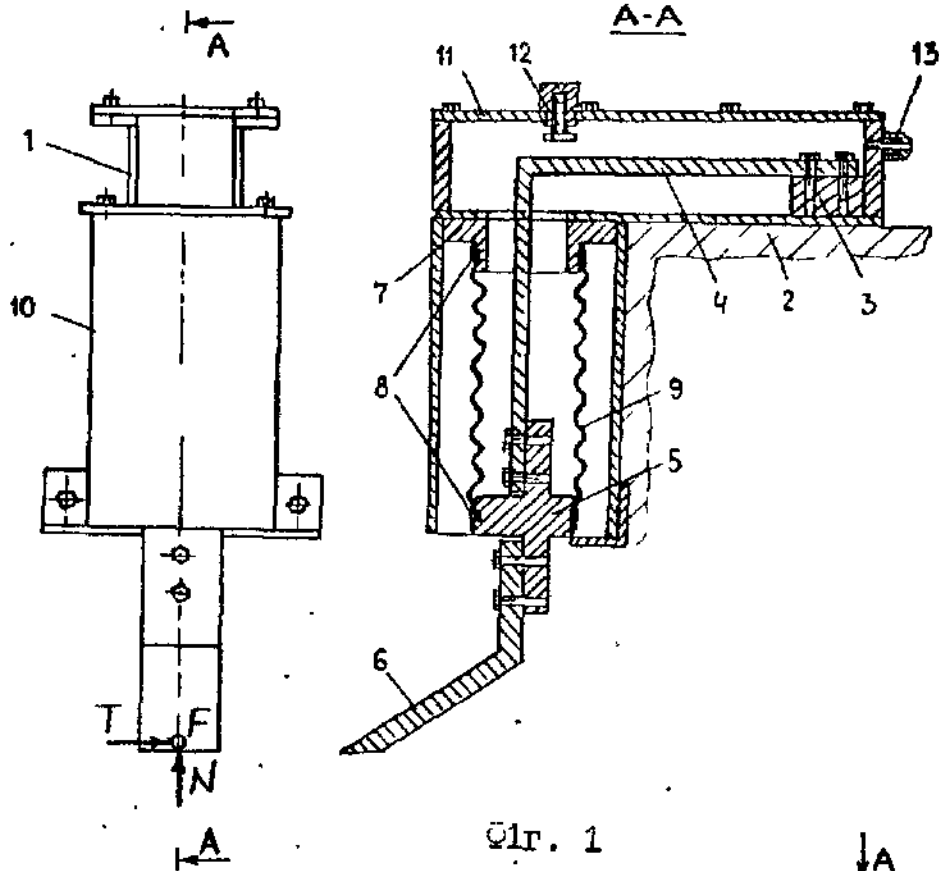
Плечи моста Пары тензорезисторов	Тензобалка		
	Сечение*	Сторона**	Плоскость***
Одноименные			
R <sub>1</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>5</sub>	2	2	2
Противоположные			
R <sub>1</sub> R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>4</sub> , R <sub>5</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>7</sub> R <sub>8</sub>	1	2	1
R <sub>1</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>5</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>6</sub>	2	1	2
Смежные			
R <sub>1</sub> R <sub>3</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>4</sub> , R <sub>5</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>6</sub> R <sub>8</sub>	2	1	1
R <sub>1</sub> R <sub>4</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>3</sub> , R <sub>5</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>6</sub> R <sub>7</sub>	2	2	1
R <sub>1</sub> R <sub>5</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>8</sub>	1	1	2
R <sub>1</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>5</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>7</sub>	1	2	2

\* 1 или 2 – тензорезисторы размещены соответственно в одном или двух сечениях балки;

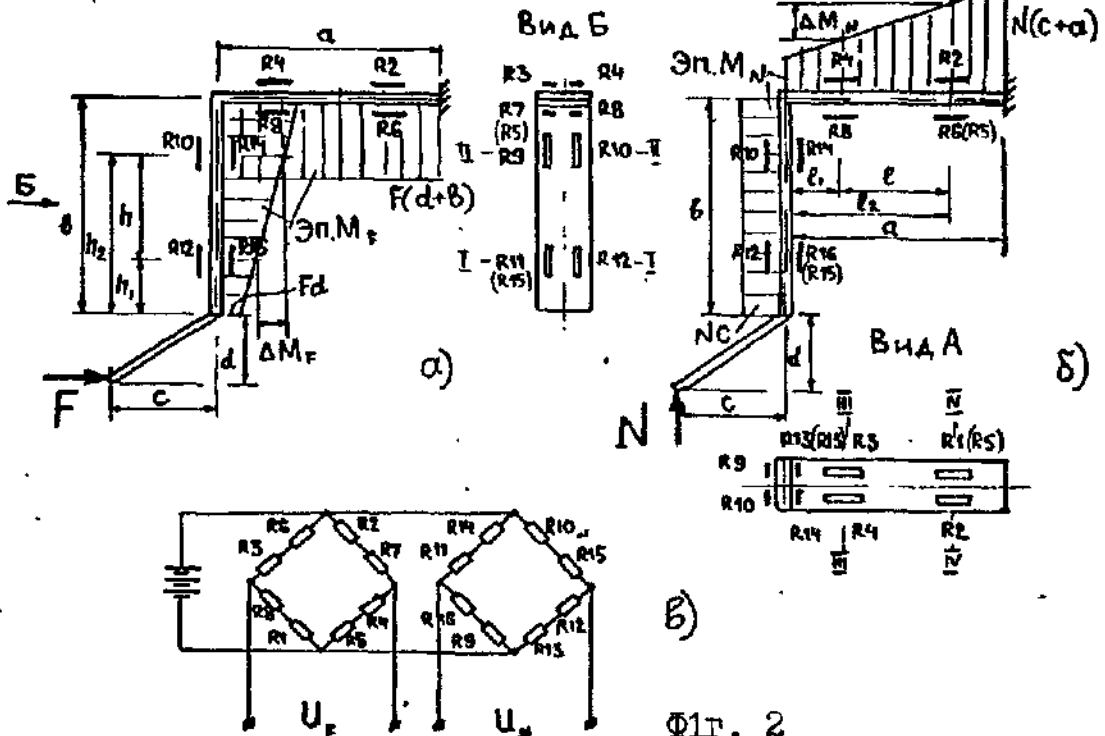
\*\* 1 или 2 – тензорезисторы размещены соответственно с одной или двух сторон балки относительно ее продольной оси симметрии;

\*\*\* 1 или 2 – тензорезисторы размещены соответственно на одной или двух параллельных плоскостях балки.

20687



Фиг. 1



Фиг. 2

Упорядник

Техред М.Келемеш

Коректор О.Обручар

Замовлення 4397

Тираж

Підписне

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

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





УКРАЇНА

(19) UA (11) 20684 (13) A

(51) 6 B 01 D 3/00

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті  
на підставі Постанови Верховної Ради України  
№ 3769-XII від 23 XII 1993 рПублікується  
в редакції заявника

(54) СОНЯЧНИЙ ОПРЕСНЮВАЧ

1

(21) 96010362

(22) 30.01.96

(24) 02.09.97

(46) 27.02.98. Бюл № 1

(47) 02.09.97

(72) Денисов Юрій Павлович, Дорошенко  
Олександр Вікторович, Гліксон Анатолій  
Львович, Ахлізер Володимир Константино-  
вич(73) Науково-виробнича фірма "Нові техно-  
логії"(57) 1. Солнечный опреснитель, включающий  
расположенные концентрично секции испа-  
рения и конденсации, первая из которых  
расположена внутри второй и содержит на-  
садку для формирования тонкопленочного  
течения исходной воды, испаряемой в восхо-  
дящий поток газа-носителя и теплообмен-  
ник для нагрева этого газа, а вторая —  
конденсатор для предварительного нагрева  
исходной воды за счет тепла конденсации  
водяного пара из обратного потока газа, а  
также головной подогреватель исходной во-  
ды и устройства для организации циркуля-  
ции потоков воды и газа-носителя, о т л и ч а  
ю щ и й с я тем, что опреснитель снабжен

2

аккумулятором тепла с вертикально уста-  
новленным цилиндрическим баком, объем  
которого разделен коаксиально установлен-  
ной цилиндрической теплоизолирующей пе-  
регородкой на сообщающиеся между собой  
центральную и периферийную секции, со-  
держатые соответственно трубопровод за-  
рядки, соединенный с солнечным  
коллектором, и теплообменник разрядки,  
выполненный в качестве головного подогре-  
вателя и соединенный по входу с выходом  
теплообменника для нагрева газа-носителя,  
а по выходу со входом в секцию испарения.2. Солнечный опреснитель по п 1, о т л и  
ч а ю щ и й с я тем, что бак аккумулятора  
тепла разделен вдоль оси опреснителя вну-  
три секции испарения.3. Солнечный опреснитель по п.1, о т л и  
ч а ю щ и й с я тем, что насадка формируется  
из псевдооживленного шарикового слоя,  
способного к самоочищению.4. Солнечный опреснитель по п 1, о т л и  
ч а ю щ и й с я тем, что солнечный коллектор  
выполнен комбинированным с выработкой  
электроэнергии для устройств опреснителя

Изобретение относится к области опрес-  
нения соленых вод и может быть использова-  
но для разделения жидкостей перегонкой на  
конденсат и концентрированный остаток, в  
частности для опреснения морской воды с  
использованием солнечной энергии.

Известно устройство для опреснения  
морской воды с применением солнечной  
энергии, включающее секцию испарения,  
содержащую форсунку для распыла нагретой  
воды в потоке горячего воздуха нагне-  
таемого вентилятором, и секцию

(19) UA (11) 20684 (13) A

конденсации, содержащую конденсатор в виде трубчатого охладителя обратного потока воздуха, насыщенного водяным паром, через который с помощью насоса проходит исходная вода в секцию испарения, а также солнечный коллектор с концентратором солнечного излучения в качестве источника тепловой энергии [Заявка Японии № 53-31101, кл. В 01 D 3/00, опублик. 31.08.78].

Недостатком известного устройства является низкая тепловая эффективность вследствие прямоточного движения паровоздушного потока и потока исходной воды, нагреваемой в конденсаторе, а также периодичность работы устройства в течение суток, обусловленная потребностью его в солнечном излучении, что приводит к низкой суточной производительности установки и высоким капитальным затратам.

Известна перегонная установка, включающая секцию испарения, содержащую множество элементов для формирования тонкослойных потоков жидкости, и секцию конденсации, содержащую конденсатор в виде охладителя обратного потока газа-носителя, насыщенного водяным паром, через трубный пучок которого проходит исходная жидкость в секцию испарения, а также головной подогреватель и устройства для организации циркуляции потоков между секциями испарения и конденсации [Заявка Японии 57-53121, кл. В 01 D 3/00, опублик. 11.11.82].

Недостатком известной установки является высокая стоимость потребляемой тепловой энергии, достигающая 50% стоимости дистиллята. При этом известная установка обладает низкой удельной производительностью (на единицу расхода газа-носителя) вследствие невысокой степени насыщения газа-носителя водяным паром в установке без дополнительного нагрева этого газа в объеме секции испарения, что приводит к высоким капитальным затратам.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению, принятым в качестве прототипа, является опреснительное устройство, включающее расположенные концентрично секции испарения и конденсации, первая из которых расположена внутри второй и содержит насадку для формирования тонкопленочных ручейков исходной воды, испаряемой в восходящий поток газа-носителя и теплообменник для нагрева этого газа, а вторая — конденсатор, используемый для предварительного подогрева исходной воды за счет тепла конденсации водяного пара обратного потока газа, а также головной подогреватель исходной воды и устройства для организации циркуля-

ции потоков воды и газа-носителя [Патент США № 4595459, кл. В 01 D 3/34, опублик. 17.06.86].

Такое устройство имеет большую удельную производительность по сравнению с предыдущим аналогом за счет передачи части тепла конденсации на подогрев газа-носителя в секции испарения. Недостатком известного устройства-прототипа остается высокая стоимость потребляемой тепловой энергии для нагрева воды перед секцией испарения.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования опреснительного устройства, в котором достигается снижение затрат на нагрев исходной воды перед вводом ее в секцию испарения благодаря использованию солнечной энергии при сохранении высокой производительности устройства, что обеспечивает снижение стоимости опреснения морской воды.

Поставленная задача решается тем, что в солнечном опреснителе, включающем расположенные концентрично секции испарения и конденсации, первая из которых расположена внутри второй и содержит насадку для формирования тонкопленочного течения исходной воды, испаряемой в восходящий поток газа-носителя и теплообменник для нагрева этого газа, а вторая — конденсатор для предварительного нагрева исходной воды за счет тепла конденсации водяного пара из обратного потока газа, а также головной нагреватель исходной воды и устройства для организации циркуляции потоков воды и газа-носителя, согласно изобретению, опреснитель снабжен аккумулятором тепла с вертикально установленным цилиндрическим баком, объем которого разделен коаксиально установленной цилиндрической теплоизолирующей перегородкой на сообщающиеся между собой центральную и периферийную секции, содержащие соответственно трубопровод зарядки, соединенный с солнечным коллектором, и теплообменник разрядки, выполненный в качестве головного подогревателя и соединенный по входу с выходом теплообменника для нагрева газа-носителя, а по выходу со входом в секцию испарения. При этом бак аккумулятора тепла размещен вдоль оси опреснителя внутри секции испарения, а солнечный коллектор выполнен комбинированным с выработкой электроэнергии для устройств опреснителя. Кроме этого, насадка в секции испарения формируется из псевдооживленного шарикового слоя, способного к самоочищению.

Снабжение солнечного опреснителя аккумулятором тепла с вертикально установ-

ленным цилиндрическим баком, объем которого разделен коаксиально установленной цилиндрической теплоизолирующей перегородкой на сообщающиеся между собой центральную и периферийную секцию, содержащие соответственно трубопровод зарядки, соединенный с солнечным коллектором, и теплообменник разрядки, выполненный в качестве головного подогревателя, обеспечивает круглосуточную работу солнечного опреснителя при минимальных потерях с аккумулированного тепла в окружающую среду, что снижает стоимость дистиллята.

Размещение бака аккумулятора тепла вдоль оси опреснителя внутри секции испарения позволяет использовать тепловой поток от поверхности бака аккумулятора тепла для дополнительного нагрева воды и газа-носителя в секции испарения, что повышает удельную производительность опреснителя, а выполнение солнечного коллектора комбинированным обеспечивает автономность его работы.

При этом формирование насадки в секции испарителя из псевдооживленного шарикового слоя, способного к самоочищению, повышает надежность работы опреснителя.

На чертеже представлена схема предлагаемого солнечного опреснителя.

Опреснитель включает расположенные концентрично секцию испарения 1 и секцию конденсации 2, первая из которых расположена внутри второй и содержит насадку 3 для формирования тонкопленочного течения исходной воды и теплообменник 4 для нагрева газа-носителя, а вторая — конденсатор 5 для предварительного нагрева исходной воды в этой секции. Опреснитель включает также вентилятор 6 для организации циркуляции газа-носителя и насос 7 для прокачки исходной воды через фильтр 8, конденсатор 5, теплообменник 4 и головной подогреватель 9.

Согласно изобретению, опреснитель снабжен аккумулятором тепла 10, включающим трубопровод зарядки 11, соединенный с солнечным коллектором 12, и теплообменник разрядки 9, выполненный в качестве головного подогревателя и соединенный по входу с выходом теплообменника 4, а по выходу с секцией испарения 1 через распределитель 13 исходной воды. При этом цилиндрический бак аккумулятора тепла размещен вертикально вдоль оси опреснителя внутри секции испарения 1 и содержит цилиндрическую теплоизолирующую перегородку 14, разделяющую объем аккумулятора на центральную секцию 15, содержащую трубопровод зарядки 11, и пе-

риферийную кольцевую полость 16, содержащую теплообменник разрядки 9.

Теплообменник 4, вход которого соединен с выходом конденсатора 5, а выход — со входом головного подогревателя 9, размещен вдоль перегородки 17, разделяющей секции испарения и конденсации.

Солнечный коллектор 12 выполнен комбинированным с концентратором 18 солнечного излучения и снабжен фотоэлементами 19, установленными на теплоприемниках 20 для обеспечения опреснителя как тепловой, так и электрической энергией. Насадка 3, ограниченная в объеме секции испарения 1 с помощью решеток 21 и 22, формируется из псевдооживленного шарикового слоя, способного к самоочищению.

Для исключения заноса капель морской воды в секцию конденсации 2 и капель дистиллята в секцию испарения 1 перед вентилятором 6 установлен сепаратор 23, а в отверстиях 24, размещенных равномерно в перегородке 17 и предназначенных для циркуляции газа-носителя из секции конденсации в секцию испарения, установлены сепараторные решетки 25.

Солнечный опреснитель снабжен блоком управления 26 для автоматического управления работой вентилятора 6, насоса 7 и солнечного коллектора 11 с помощью датчика 27 температуры исходной воды на входе в аккумулятор тепла 8 и электромагнитного клапана 28 на линии теплоносителя между солнечным коллектором и аккумулятором тепла, а также для контроля работы фильтра 8 с помощью расходомера 28 исходной воды.

Солнечный опреснитель работает следующим образом. Комбинированный солнечный коллектор 12, снабженный фотоэлементами 19, установленными на теплоприемниках 20, преобразует солнечное излучение в тепловую энергию жидкого теплоносителя для зарядки аккумулятора тепла 10 и электрическую энергию для зарядки электроаккумулятора (не показан). Жидкий теплоноситель, нагретый в солнечном коллекторе 12, в результате естественной циркуляции (или с помощью циркуляционного насоса) поступает через трубопровод 11 зарядки и центральную полость 15 зарядки аккумулятора тепла 10. В результате естественной циркуляции поток горячего теплоносителя поднимается в верхнюю часть бака аккумулятора 10, вытесняя холодный теплоноситель через кольцевую периферийную полость 16 разрядки в нижнюю часть бака аккумулятора, откуда направляется на вход солнечного коллектора 12.

По достижению потоком теплоносителя, поступающим в аккумулятор тепла 10, температуры, заданной оператором, блок управления 26 включает вентилятор 6 для организации циркуляции газа-носителя (воздуха) через секции испарения 1 и конденсации 2 и насос 7 для подачи морской воды через фильтр 8, конденсатор 5, теплообменник 4, головной подогреватель 9 и распределитель 13 в секцию испарения 1.

При этом газ-носитель проходит через решетки 22 и формирует в объеме секции испарения 1 псевдооживленный шариковый слой, способный к самоочищению и диспергирующий морскую воду благодаря соударению шариков с большой частотой.

В процессе работы опреснителя морская вода очищается в фильтре 8 от дисперсных частиц и нагревается в конденсаторе 5 за счет тепла конденсации водяного пара из обратного потока газа, откуда поступает в теплообменник 4 для нагрева газа-носителя в секции испарения 1 и далее в головной подогреватель 9, где догревается до максимального значения температуры, после чего через распределитель 13 вводится в секцию испарения 1.

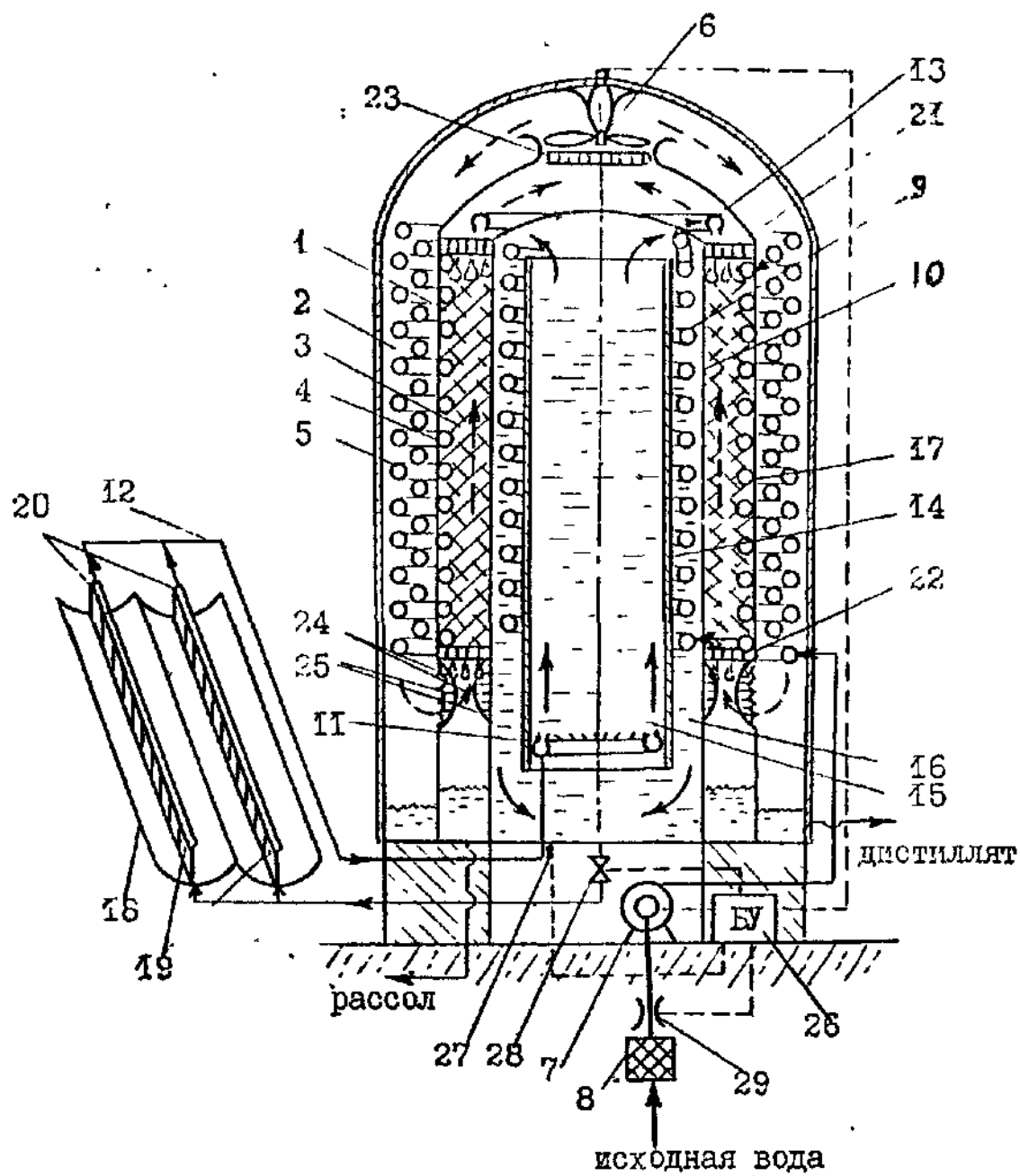
В результате взаимодействия диспергированной горячей морской воды с восходящим потоком газа-носителя, подогреваемым в свою очередь теплообменником 4 и наружной поверхностью бака ак-

кумулятора 10, газ-носитель насыщается водяными парами и выводится с помощью вентилятора 6 из секции испарения 1 через сепаратор 23, отделяющий капли морской воды, в секцию конденсации 2.

Охлаждение обратного паро-газового потока в секции конденсации через поверхность конденсатора встречным потоком морской воды сопровождается конденсацией водяного пара, при этом дистиллят выводится из нижней части секции конденсации в качестве продукта потребителю. Одновременно морская вода, прошедшая через секцию испарения 1 и охлажденная в результате частичного испарения, выводится из нижней части секции испарения в качестве рассола в море на некотором удалении от места забора исходной морской воды.

Блок управления 26 контролирует температуру теплоносителя на входе в бак аккумулятора 10 с помощью датчика 27 и расход морской воды на выходе из фильтра 8 с помощью расходомера 29. Предельные значения этих параметров, задаваемые оператором, используются блоком управления 26 для подачи электропитания на привод вентилятора 6 и насоса 7, а также электромагнитного клапана 28, используемого для предотвращения потери тепловой энергии из бака-аккумулятора во время отсутствия солнечного излучения.





Упорядник

Техред М.Келемеш

Коректор М.Самборская

Замовлення 4397

Тираж

Підписне

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

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





УКРАЇНА

(19) UA (11) 20687 (13) A  
(51) G 01 L 1/22ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті  
на підставі Постанови Верховної Ради України  
№ 3769 XII від 23 XII 1993 рПублікується  
в редакції заявника

(54) ДАТЧИК ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ ҐРУНТУ РІЗАННЮ ПІД ВОДОЮ

1

(21) 97020601

(22) 12.02.97

(24) 02.09.97

(46) 27.02.98. Бюл. № 1

(47) 02.09.97

(56) 1. Ветров Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами. М., Машиностроение, 1971, 356 с.

2. Авторское свидетельство СССР № 734514, кл. G 01 L 1/22, 1980 (прототип).

(72) Сукач Михайло Кузьмич, Сукач Олексій Михайлович, Сукач Сергій Михайлович

(73) Сукач Олексій Михайлович

(57) Датчик для измерения сопротивления грунта резанию под водой, включающий раму, на которой закреплен упругий элемент с тензорезисторами и резцодержатель с режущим элементом, отличающийся тем, что он снабжен корпусом, жестко закрепленным на раме, внутри которого установлена опора для крепления упругого элемента, втулкой, герметично прикрепленной к нижней части корпуса, фильоном, закреплен-

2

ным двумя хомутами на втулке и резцодержателе, защитным кожухом, установленным на раме, упругий элемент выполнен в виде Г-образной балки, один конец которой консольно зашцеилен на опоре, а ко второму концу прикреплен резцодержатель, при этом корпус выполнен с двумя отверстиями и герметично прикрепленной к нему крышкой, в которой установлен винтовой ограничитель с зазором, равным максимально допустимому прогибу горизонтальной части упругого элемента, в верхнем отверстии корпуса установлен герметичный разъем, втулка выполнена с центральным отверстием и расположена соосно нижнему отверстию корпуса, в которое пропущена вертикальная часть упругого элемента, внутренняя полость корпуса заполнена диэлектрической жидкостью, а тензорезисторы размещены попарно с противоположных сторон в двух сечениях горизонтальной и вертикальной частей Г-образной балки и перекрестно включены в плечи измерительных мостов.

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для раздельного определения составляющих сопротивления грунта резанию в подводных условиях.

Известны стенды, снабженные тензочувствительными измерительными элементами, в которых режущий орган при помощи тяг и шарниров прикреплен к двум или более

упругим консольно зашцеиленным металлическим балкам постоянного сечения с наклеенными на них тензорезисторами [1].

Недостатками этих стендов является то, что они применяются в полевых или лабораторных условиях для исследования только в воздушной среде.

Наиболее близким из известных к заявленному техническому решению является

(19) UA (11) 20687 (13) A

стенд для измерения сопротивления грунтов резанию, включающий раму с упругим Г-образным элементом, на вертикальных и горизонтальных участках которого расположены тензорезисторы, и резцодержатель с режущими элементами, закрепленный на горизонтальном участке упругого элемента [2].

Недостатками известного технического решения являются невозможность применения его для исследования подводных грунтов из-за воздействия на измерительные тензорезисторы водной среды и низкая точность измерений, связанная с температурными погрешностями из-за расположения компенсационных тензорезисторов вне упругого элемента, а также изменения электрического сопротивления рабочих тензорезисторов под воздействием гидростатического давления.

Задача изобретения – расширение области применения и повышение точности измерений.

Указанная задача решается тем, что известный стенд, включающий раму, на которой закреплен упругий элемент с тензорезисторами и резцодержатель с режущим элементом, согласно настоящему изобретению, снабжен корпусом, жестко закрепленным на раме, внутри которого установлена опора для крепления упругого элемента, втулкой, герметично прикрепленной к нижней части корпуса, сильфоном, закрепленным двумя хомутами на втулке и резцодержателе, защитным кожухом, установленным на раме. Упругий элемент выполнен в виде Г-образной балки, один конец которой консольно защемлен на опоре, а ко второму концу прикреплен резцодержатель. При этом корпус выполнен с двумя отверстиями и герметично прикрепленной к нему крышкой, в которой установлен винтовой ограничитель с зазором, равным максимально допустимому прогибу горизонтальной части упругого элемента. В верхнем отверстии корпуса установлен герметичный разъем, втулка выполнена с центральным отверстием и расположена соосно нижнему отверстию корпуса, в которое пропущена вертикальная часть упругого элемента. Внутренняя полость корпуса заполнена диэлектрической жидкостью, а тензорезисторы размещены попарно с противоположных сторон в двух сечениях горизонтальной и вертикальной частей Г-образной балки и перекрестно включены в плечи измерительных мостов.

Таким образом, заявленный датчик для измерения сопротивления грунта резанию

под водой соответствует критерию изобретения "новизна".

Сравнение заявленного решения с прототипом и другими техническими решениями в данной области техники не позволило выявить в них признаки, отличающие заявленное решение от прототипа. Это позволило сделать вывод о соответствии его критерию "существенные отличия".

На фиг. 1 показан общий вид датчика; на фиг. 2 – упругий элемент с тензорезисторами: а – эпюра изгибающих моментов от действия касательной составляющей  $F$  сопротивления резанию грунта; б – то же, от действия нормальной составляющей  $N$ ; в – включение тензорезисторов в измерительную схему.

Датчик для измерения сопротивления грунта резанию под водой включает корпус 1, жестко закрепленный на раме 2, внутри которого установлена опора 3 для крепления упругого элемента, выполненного в виде Г-образной балки постоянного сечения 4. Один конец ее консольно защемлен на опоре, а ко второму концу винтами прикреплен резцодержатель 5 с режущим элементом 6. К нижней части корпуса герметично прикреплена втулка 7. На втулке и резцодержателе двумя хомутами 8 закреплен сильфон 9, который закрыт защитным кожухом 10, установленным на раме. Корпус 1 выполнен с двумя отверстиями и герметично прикрепленной к нему крышкой 11, в которой установлен винтовой ограничитель 12 с зазором, равным максимально допустимому прогибу горизонтальной части упругого элемента. В верхнем отверстии корпуса установлен герметичный разъем 13 для электрических коммутаций. Втулка выполнена с центральным отверстием и расположена соосно нижнему отверстию корпуса 1, в которое пропущена вертикальная часть упругого элемента 4. Внутренняя полость корпуса заполнена диэлектрической жидкостью.

Тензорезисторы размещены попарно с противоположных сторон в двух сечениях горизонтальной и вертикальной частей Г-образной балки и перекрестно включены в плечи измерительных мостов. На горизонтальных поверхностях упругого элемента закреплены тензорезисторы  $R_1$ – $R_8$  для регистрации нормальной составляющей сопротивления грунта резанию  $N$ . На вертикальных поверхностях упругого элемента закреплены тензорезисторы  $R_9$ – $R_{16}$  для регистрации касательной составляющей сопротивления  $F$ . Все тензорезисторы расположены симметрично относительно продольной оси Г-образной балки. Для регистрации боковой составляющей сопротив-

ления грунта резанию  $T$  восемь тензорезисторов (на чертеже не показаны) закрепляются на боковых сторонах горизонтальной или вертикальной части упругого элемента и включаются в измерительный мост аналогично двум предыдущим случаям, показанным на фиг. 2.

Датчик работает следующим образом.

Корпус 1 датчика закрепляют на раме 2 измерительного устройства или машины, движущейся по грунту, заполняют диэлектрической жидкостью и герметизируют. К резцодержателю 5 прикрепляют режущий орган 6 (нож) с заданными геометрическими параметрами. Перед началом измерений тензомосты балансируют, выставляя в исходное, нулевое, положение. В процессе резания на нож действует сила сопротивления грунта, которую можно разложить на касательную  $F$ , нормальную  $N$  и боковую  $T$  составляющие, вызывающие деформации растяжения, изгиба и кручения в Г-образной балке. Эти составляющие воспринимаются упругим элементом датчика независимо друг от друга. Разбаланс тензометрических мостов от действия соответствующих сил в двух сечениях каждой из тензобалок (горизонтальной или вертикальной частей упругого элемента) через усилитель подается на регистрирующее устройство (осциллограф, магнитофон, ЭВМ и т.п.).

Тензорезисторы включены в измерительные мосты следующим образом. В одноименные плечи мостов последовательно включены тензорезисторы, симметричные относительно геометрического центра горизонтальной или вертикальной части Г-образной балки, т.е. тензорезисторы, находящиеся в двух сечениях балки по обе стороны от продольной оси симметрии на двух параллельных плоскостях ( $R_1R_8$ ,  $R_2R_7$ ,  $R_3R_6$ ,  $R_4R_5$ ). В противоположные плечи мостов последовательно включены тензорезисторы, находящиеся в одном сечении на одной и той же плоскости по обе стороны от продольной оси симметрии ( $R_1R_2$ ,  $R_3R_4$ ,  $R_5R_6$ ,  $R_7R_8$ ) или находящиеся в двух сечениях балки на параллельных плоскостях с одной стороны относительно ее продольной оси симметрии ( $R_1R_7$ ,  $R_2R_8$ ,  $R_3R_5$ ,  $R_4R_6$ ). При этом пары тензорезисторов в смежных плечах измерительных мостов окажутся включенными по одной из схем, приведенных в таблице.

Такое включение тензорезисторов обеспечивает реакцию каждого измерительного моста,  $U_F$ ,  $U_N$  и  $U_T$  только на одну из трех составляющих сил сопротивления грунта резанию — соответственно  $F$ ,  $N$  и  $T$ .

Согласно предложенной схеме размещения и включения тензорезисторов регистрируются непосредственно не силы, а разности моментов этих сил в сечениях I—I и II—II; III—III и IV—IV Г-образной балки. Касательная составляющая  $F$  в сечении I—I вертикальной части балки вызывает момент  $M_F^I = F(d+h_1)$ , а в сечении II—II  $M_F^{II} = F(d+h_2)$ . Так как тензорезисторы включены перекрестно в смежные плечи, разбаланс измерительных мостов пропорционален разности  $M_F^I - M_F^{II} = F(d+h_1) - F(d+h_2) = F(h_1-h_2) = Fh$ , т.е. зависит только от базы размещения тензорезисторов на балке  $h$  и величины силы  $F$ , но не зависит от места ее приложения к ножу. Вертикальная составляющая  $N$  в этой балке реакции не вызывает, но на горизонтальную часть балки действует аналогично предыдущему случаю.

Разбаланс второго моста на горизонтальной части тензобалки от действия силы  $N$  пропорционален разности

$$M_N^{III} - M_N^{IV} = N(C+l_1) - N(C+l_2) = N(l_1-l_2) = Nl,$$

т.е. также зависит от базы размещения тензорезисторов на балке  $l$  и номинального значения силы  $N$ , но от места ее приложения не зависит. На показания измерительного моста в горизонтальной балке составляющая силы резания  $F$  не влияет. Погрешности измерений, связанные с действием боковой силы  $T$  в плоскости, перпендикулярной движению ножа, и крутящих моментов в горизонтальной и вертикальной частях Г-образной тензобалки благодаря указанной схеме включения исключаются.

Легко доказать также, что разбаланс измерительного моста  $U_T$  (на фиг. 2 не показан) прямо пропорционален в этом случае разности моментов  $M_T^I - M_T^{II}$  в сечении I—I или  $M_T^{III} - M_T^{IV}$  в сечении III и IV и будет зависеть только от величины боковой силы  $T$  и базы размещения тензорезисторов, соответственно  $h$  или  $l$ , а от места приложения этой силы не зависит. На показания моста  $U_T$  касательная  $F$  и нормальная  $N$  составляющие сопротивления грунта влияния не оказывают.

При погружении датчика в воду на определенную глубину сильфон 9, деформируясь, сжимает диэлектрическую жидкость, выравнивая тем самым гидростатическое давление внутри корпуса 1 и снаружи.

Таким образом, заявленный датчик позволяет в условиях водной среды при наличии гидростатического давления определять независимо друг от друга все три составляющие (касательную, нормальную и боковую) сопротивления грунта резанию ножом.

При этом по сравнению с прототипом расширяется область применения датчика.

Герметичное исполнение датчика, при котором тензорезисторы защищены от агрессивного воздействия окружающей водной среды, а упругий элемент защищен от механических повреждений, позволяет применять предлагаемое техническое решение для измерения сопротивления резанию подводного грунта в условиях естественного залегания.

Повышение точности измерений достигается за счет исключения температурной погрешности путем размещения компенсирующих тензорезисторов на упругом элементе датчика, а также применением гидрокомпенсации с помощью сильфона и

герметичного корпуса, заполненного диэлектрической жидкостью.

Кроме того, повышается чувствительность измерения за счет использования компенсационных тензорезисторов в качестве дополнительных рабочих в полномостовой схеме измерения. При этом компенсационные тензорезисторы размещаются в сечениях балок, испытывающих напряжения, равные по величине, но противоположно направленные по сравнению с напряжениями, возникающими в сечениях, где размещены рабочие тензорезисторы, и последовательного их включения в противоположные плечи измерительных мостов.

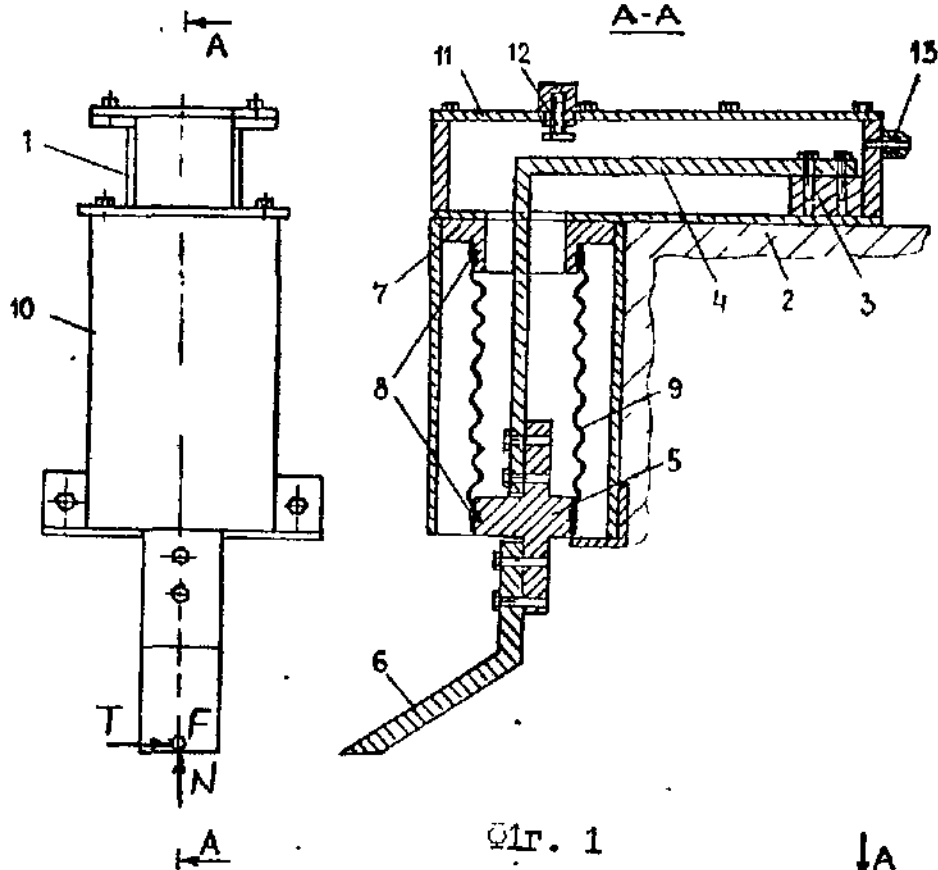
Плечи моста Пары тензорезисторов	Тензобалка		
	Сечение*	Сторона**	Плоскость***
Одноименные R <sub>1</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>5</sub>	2	2	2
Противоположные R <sub>1</sub> R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>4</sub> , R <sub>5</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>7</sub> R <sub>8</sub>	1	2	1
R <sub>1</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>5</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>6</sub>	2	1	2
Смежные R <sub>1</sub> R <sub>3</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>4</sub> , R <sub>5</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>6</sub> R <sub>8</sub>	2	1	1
R <sub>1</sub> R <sub>4</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>3</sub> , R <sub>5</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>6</sub> R <sub>7</sub>	2	2	1
R <sub>1</sub> R <sub>5</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>8</sub>	1	1	2
R <sub>1</sub> R <sub>6</sub> , R <sub>2</sub> R <sub>5</sub> , R <sub>3</sub> R <sub>8</sub> , R <sub>4</sub> R <sub>7</sub>	1	2	2

\* 1 или 2 – тензорезисторы размещены соответственно в одном или двух сечениях балки;

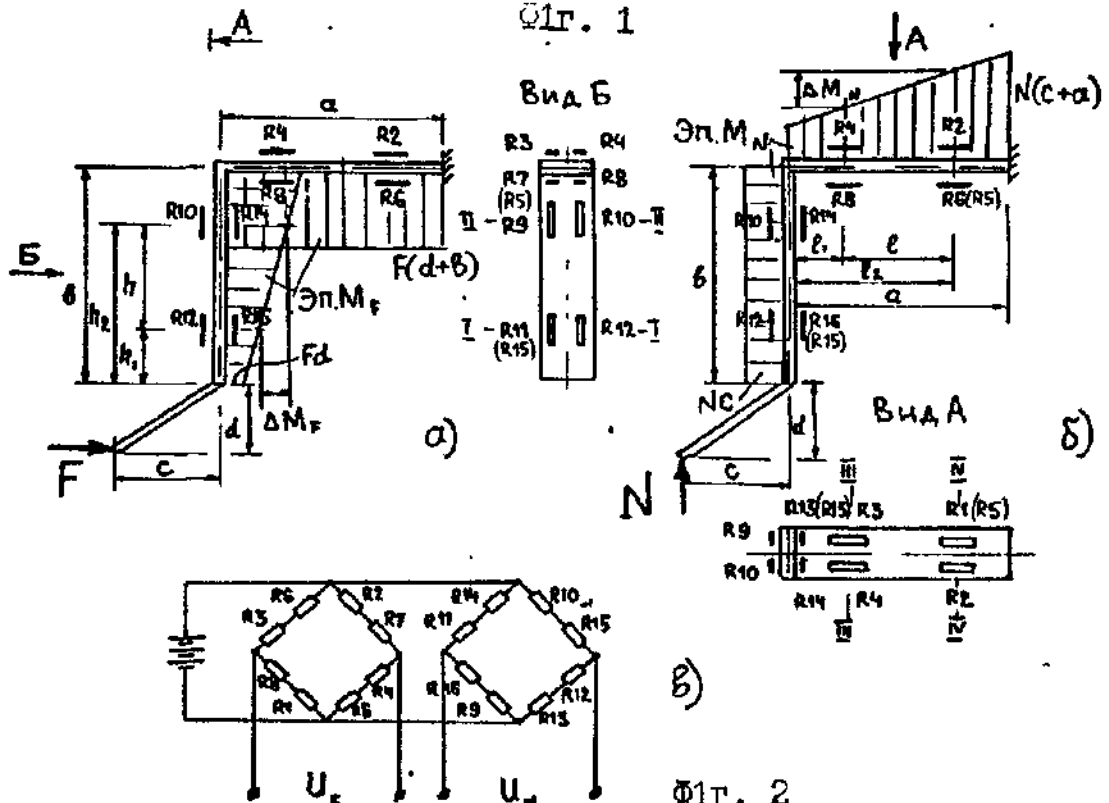
\*\* 1 или 2 – тензорезисторы размещены соответственно с одной или двух сторон балки относительно ее продольной оси симметрии;

\*\*\* 1 или 2 – тензорезисторы размещены соответственно на одной или двух параллельных плоскостях балки.

20687



Фиг. 1



Фиг. 2

Упорядник

Техред М.Келемеш

Коректор О.Обручар

Замовлення 4397

Тираж

Підписне

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

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

