



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 072 519⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁶ G 01 N 27/90

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4742954/28, 31.01.1990

(30) Приоритет: 08.02.1989 CH 422/89

(46) Дата публикации: 27.01.1997

(56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР N 1536297, G 01N 27/90, 1990.

(71) Заявитель:
Асеа Браун Бовери АГ (CH)

(72) Изобретатель: Артур Шольц[DE],
Роберт Шмидт[DE]

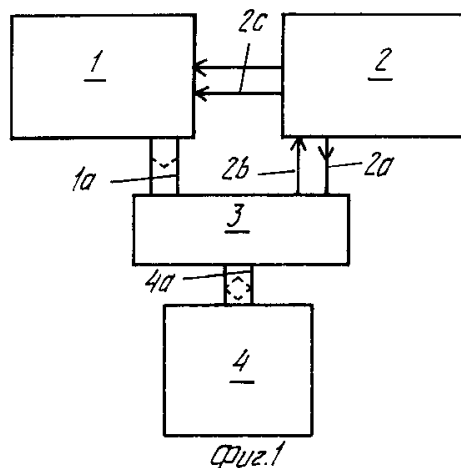
(73) Патентообладатель:
Асеа Браун Бовери АГ (CH)

(54) УСТРОЙСТВО ВИХРЕТОКОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛА
КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(57) Реферат:

Использование: контроль дефектов магнитными средствами. Задача - повышение точности. Сущность изобретения: устройство содержит гибкую подложку с не менее чем одним или матрицей вихревых преобразователей ВТП, при этом гибкая подложка выполнена в виде эластичной пленки или прямоугольной сетки, ВТП установлены на подложке с возможностью перемещения по ней или закреплены на подложке неподвижно и имеют возможность сохранения ориентации нормальной оси преобразователя относительно нормали к поверхности подложки в месте размещения преобразователя. По последовательности тактов вычислительная машина 1 может определить координаты положения соответствующего места контроля и вместе с контрольным сигналом обработать в

покрывающую плоскость изображение 1b', 1b". 7 з.п.ф-лы, 11 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 072 519** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **G 01 N 27/90**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4742954/28, 31.01.1990

(30) Priority: 08.02.1989 CH 422/89

(46) Date of publication: 27.01.1997

(71) Applicant:
 Asea Braun Boveri AG (CH)

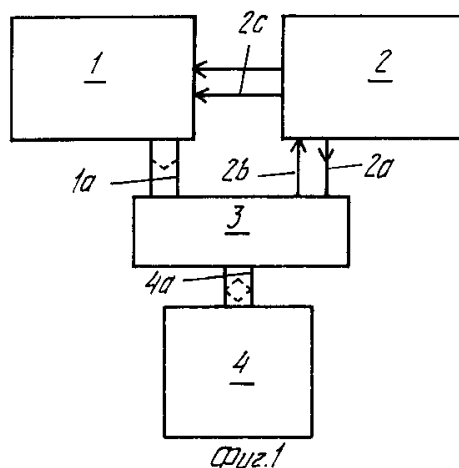
(72) Inventor: Artur Shol'ts[DE],
 Robert Shmidt[DE]

(73) Proprietor:
 Asea Braun Boveri AG (CH)

(54) **EDDY-CURRENT NONDESTRUCTIVE INSPECTION DEVICE FOR STRUCTURAL MATERIAL SURFACE**

(57) Abstract:

FIELD: flaw detection by magnetic means.
 SUBSTANCE: device has flexible substrate with at least one or array of eddy-current transducers; substrate is, essentially, flexible film or rectangular net; transducers are mounted on substrate for displacement over it or fixed on substrate for retaining orientation of normal axis to perpendicular to substrate surface at point of location of transducer. Computer 1 can determine position coordinates of respective inspection point by sequence of time steps and process, together with check signal, image I'_6, I''_6 in covering plane. EFFECT: improved accuracy. 8 cl, 11 dwg



Изобретение относится к устройству для осуществления неразрушающего контроля на поверхности конструктивных элементов.

При проведении контроля с помощью вихревых токов для обнаружения трещин поверхности или выяснения свойств материала элементов конструкции, а также для определения толщины покрытий, нанесенных на поверхность металлов, применяют так называемые ощупывающие зонды в виде карандаша или похожей на него формы. Эти ощупывающие зонды состоят из одной или двух отдельных катушек, части которых могут иметь дополнительно обмотку с противоположным направлением намотки. В зависимости от типа схемы различают абсолютную, разностную или многогранностную систему. Для более требовательных применений их подключают к приборам, которые функционируют по принципу мостовой схемы или же содержат, так называемую, трансформаторную схему, называемую также приемно-передающей техникой. Для облегчения зондирования искривленных участков контролируемой поверхности, в последнее время было предложено ряд усовершенствований, основанных на том, что несколько зондов соединяют друг с другом при помощи направляющих с некоторой степенью свободы движения или же фиксируют на лентах или пленках, или изготавливают фотохимическим путем. Эти фотохимически изготовленные пленки можно приспособлять, только к кривым поверхностям цилиндров или конусов. К уровню техники относится также и прием соединять так называемыми мультиплексорными схемами несколько измерительных каналов последовательно с испытательным прибором. В технике проведения контроля при помощи вихревых токов существующие системы из-за расходов содержат все еще не более 20 зондов. В европейском патенте (EP N 0228177, кл. G 01 N 27/90) в качестве дальнейшего усовершенствования предложено устройство, содержащее до 50 катушек. Однако оно не обеспечивает, (как это можно показать) из-за параллельных нитей, тока желаемой раздельной настройки отдельных катушек. Наконец, к уровню техники относится также и отделение в контурах постоянного тока матрицеобразных устройств от элементов схемы монтажом диодов.

Известен вихретоковый преобразователь (авт. св. N 1536297, кл. G 01 N 27/90, 1990) являющийся наиболее близким аналогом по технической сущности к достигаемому результату, и содержит измерительный блок и гибкую подложку с не менее чем одним вихретоковым преобразователем или матрицей вихретоковых преобразователей. Однако, данным преобразователем невозможно получить точные данные о свойствах контролируемой области поверхности.

Техническим результатом изобретения является повышение точности путем устранения помех интерпретации сигналов, в частности, создаваемыми вышеописанными геометрическими эффектами, и/или легкого узнавания их благодаря соответствующей обработке сигналов в соотнесенное к поверхности псевдотрехмерное изображение

как мешающие сигналы и тем самым отличия их от отыскиваемых полезных сигналов.

Это становится возможным благодаря тому, что в устройстве вихретокового неразрушающего контроля поверхности материала конструктивных элементов, содержащим измерительный блок и гибкую подложку с не менее, чем одним вихретоковым преобразователем или матрицей вихретоковых преобразователей, гибкая подложка выполнена в виде эластичной пленки или прямоугольной сетки, вихретоковые преобразователи установлены на подложке с возможностью перемещения по ней или закреплены на подложке неподвижно и имеют возможность сохранения ориентации нормальной оси преобразователя относительно нормали к поверхности подложки в месте размещения преобразователя.

Нормальные оси вихретоковых преобразователей матрицы ориентированы перпендикулярно или параллельно поверхности подложки.

Устройство снабжено схемой построчной или постолбцовой настройки вихретоковых преобразователей матрицы.

Вихретоковый преобразователь выполнен трансформаторным, а его катушки расположены так, что взаимноиндукция между ними минимальна.

Вихретоковые преобразователи выполнены каждый в виде последовательно включенных катушек индуктивности и диода, и установлены так, что их взаимное влияние минимально.

Вихретоковые преобразователи выполнены трансформаторными с диодами в цепях возбуждения, а их катушки установлены так, что взаимное влияние между ними минимально.

Вихретоковые преобразователи выполнены в виде возбуждающей катушки и измерительного преобразователя Холла, установленных так, что их взаимное влияние минимально.

Вихретоковые преобразователи выполнены в виде возбуждающей катушки и измерительного магнитодиода, установленных так, что их взаимное влияние минимально.

Суть изобретения поясняется описанием и чертежами: фиг.1 блок-схема устройства вихретокового неразрушающего контроля; фиг. 2 эскиз механической конструкции зондового мата; фиг. 3 7 возможные виды схем для развязки отдельных элементов зонда; фиг. 8 11 возможные виды применения зондового мата.

Устройство содержит: 1 вычислительная машина; 1а управляющая линия; 1b изображение сигнала на вычислительной машине; 1b' псевдотрехмерное изображение сигнала; 1b'' изображение сигналов в виде высотных линий; 2 - вихретоковый прибор; 2а линия для сигнала передатчика; 2b линия для сигнала приемника; 3 тактовая схема (мультиплексор); 3а мультиплексор 1; 3b мультиплексор 2; 4 зондовый мат; 4', 4'', 4''' - особое выполнение зондовых матов; 4а сигнальная линия между мультиплексором и зондовым матом; 4b пленкообразная несущая структура; 4с элементы катушки зондового мата; 4с' контурная катушка передатчика; 4с'' контурная катушка приемника; 4с'''

катушки, снабженные диодом; 4с^{'''} катушки передатчика, снабженные диодом; 4с^{''''} преобразователи Холла; 4с^{'''''} магнитные диоды; 4d- подвижные отдельные катушки; 5 вал; 6 рабочая сторона лопатки; 7 турбинная лопатка; 8 паз; S путь сигнала; E путь возбуждения; U питание напряжением; EI питание током.

Для лучшего понимания изобретение сначала поясняется ссылками на фиг. 1 и 3.

На фиг. 1 схема содержит вычислительную машину 1, вихретоковый прибор 2, блок уплотнения и (тактовая схема 3 (мультиплексор)) зондовый мат 4. Вычислительная машина управляет через линии управления 1а тактовой схемой (мультиплексор) и обрабатывает контрольные сигналы, передаваемые через сигнальные провода 2с с выхода вихретокового прибора 2 при каждом периоде замеров, в покрывающее поверхность изображение сигналов на экране 1b. Вихретоковый прибор 2 представляет собой традиционный прибор, при применении которого, в контролируемом элементе создаются вихревые токи, индуктивное обратное воздействие которых на измерительную катушку или на другого рода измерительный элемент перерабатывается в виде информации о контроле. На основании изменения электрической проводимости и магнитной проницаемости определяются изменения вида сплава, твердости, локальные дефектные места, например, усадочные раковины или трещины в поверхности исследуемого элемента.

На фиг. 2 контролируемый элемент проверяют не с помощью осязывающего зонда, а посредством зондового мата 4, который состоит из тонкой пленкообразной несущей структуры 4b, снабженной или большим числом жестко закрепленных на ней отдельных зондов 4с или же перемещающихся на ней с геометрическим замыканием отдельных зондов 4d. Несущая структура 4b при проведении контроля с покрытием поверхности исследуемого конструктивного элемента имеет своей задачей максимально возможное приспособление к такой поверхности, но одновременно и ограничение подвижности отдельных элементов 4с зонда относительно друг друга так, чтобы они оставались на общей седлообразной поверхности и могли таким образом компенсировать местные неровности исследуемой поверхности.

Элементы 4с зонда или отдельные катушки 4d могут в соответствии с уровнем техники состоять из контурной катушки 4с' передатчика и принимающей катушки 4с'' (фиг. 3) или образовывать при помощи снабженной диодом контурной катушки 4с^{'''} с общей приемно-передающей функцией (фиг. 4), снабженную диодом контурную катушку 4с^{'''} передатчика с контурной катушкой 4с^{'''} приемника (фиг. 5), а также контурную катушку 4с' передатчика и преобразователь 4с^{''''} Холла (фиг. 6) или контурную катушку 4с' передатчика и магнитный диод 4с^{'''''} (фиг. 7). Катушки можно снабжать также влияющими на поле элементами, как например, ферритовыми сердечниками или проводящими электрический ток экранированием. Проведение испытаний при помощи зондового мата 4 производят преимущественно следующим образом:

зондовый мат 4 прижимают к контролируемому образцу с геометрическим замыканием при помощи гидравлической, пневматической или какой-либо другой упругой подушки, а в случае необходимости при применении опорных структур предварительно измененной формы, насколько это позволяет целенаправленная упругость при изгибе или растяжении.

Благодаря тому, что элементы зонда соединены между собой механическим путем, происходит подавление мешающих сигналов, вызванных местными колебаниями положения зонда, и поэтому значительно легче отличить мешающие сигналы крупноформатных влияний от сигналов местных ошибок, потому что их растяжение составляет больше трех расстояний между элементами. С целью уменьшения, в случае больших зондовых матов, недопустимо большого числа электрических подключений, элементы зонда совместно подключают построчно или столбцами. Чтобы их функционально отделить друг от друга, необходима для этого достаточная развязка, которую можно осуществить в комбинации с блоком 3 уплотнения при соответствующих видах подключений^А согласно им выполненного зондового мата 4 к вихретоковому прибору 2. На фиг. 3 7 показаны в виде примера несколько таких видов схем.

На фиг. 3 высокочастотный сигнал возбуждения, через выход 2а вихретокового прибора 2 от мультиплексора 3b, периодически переносится в построчно последовательно включенные катушки 4с'. Одновременно один столбец с последовательно включенными катушками приемника соединяется через мультиплексор 3а с входом для сигналов вихретокового прибора 2. Благодаря этому, в точке перекрещивания активированная строка и столбец обратный ответ контролируемого элемента перерабатывается дальше в сигнал в качестве информации контроля. Демодулированный испытательный сигнал на выходе вихретокового сигнала вводится через линию 2с в вычислительную машину 1. Поскольку вычислительная машина 1 по положению блока 3 уплотнения может сделать вывод о соответствующем месте контроля, то при помощи вычислительной программы можно перевести распределение испытательных сигналов через перекрытую зондовым матом 4 исследуемую зону в покрывающее поверхность псевдотрехмерное изображение сигналов 1b', или в двухмерное изображение высотных линий 1b'', как это соответствует оцененному воспроизведению изображения С при ультразвуковом контроле и показано на фиг. 3. Это существенно упрощает интерпретацию вихретоковых сигналов при одновременном повышении их достоверности. Кроме того, становится возможным проведение контроля образца без видимого контакта, например, на труднодоступных поверхностях конструктивных элементов.

На фиг. 4 высокочастотный сигнал возбуждения периодически переводится через выход 2b мультиплексором 3b в подключение строк с элементом 4с. Одновременно мультиплексор 3а заземляет один из столбцовых подключений. В точке

перекрещивания элемент зонда катушка 4с"', одновременно работающий как контурная катушка передатчика и приемника, электрически соединяет оба активированных подключения строк и столбцов. Возможность прохождения тока возбуждения через соседние элементы зонда предотвращается диодом. Обратный ответ контролируемого элемента изменяет вследствие изменения полного сопротивления ток катушки и поэтому, как информация контроля тем же самым путем, через мультиплексор 3b и сигнальную линию 2a + b передается в вихретоковый прибор 2. Другой процесс соответствует в основном процессу, описанному при использовании фиг. 3, причем обработка сигнала в самом вихреточном приборе зависит от его типа конструкции.

На фиг. 5 показана комбинация принципиальных видов схем согласно фиг. 3 и 4, при этом зондовые элементы состоят каждый из контурной катушки 4с"', передатчика с развязывающим диодом и контурной катушки 4с" приемника. В этом случае, контурная катушка приемника в точках перекрещивания соединяет строчное присоединение с столбцовым. Сигнал переносится при этом через линию 2a и мультиплексор 3b на строчное подключение, тогда как соответствующее столбцовое подключение заземляется через мультиплексор 3a. Отклик контролируемого элемента в активированной точке пересечения возвращается затем от контурной катушки 4с" приемника через линию 2b в вихретоковый прибор 2. Приемные катушки могут быть включены последовательно или дополнительно приводиться в действие столбцами при помощи не изображенного здесь третьего мультиплексора. Дальнейшая обработка сигнала производится согласно фиг. 3.

В соответствии с фиг. 3 5 матрица, для вида схемы с построчной и столбцовой настройкой, вызывает эффективную развязку, т. е. избирательную настройку отдельных зондов при минимальном числе подводящих линий и подключений.

На фиг. 6 вместо катушек приемника применяется матрица преобразователей 4с"', Холла, снабжение напряжением которой производится через одну из линий 2a, мультиплексор 3b и соответствующее строчное подключение. Одновременно последовательно включенные столбцами катушки 4с через мультиплексор 3a периодически снабжаются высокочастотным сигналом возбуждения. Таким образом происходит развязка отдельных элементов мата. Отклик контролируемого элемента возвращается точно также построчно параллельно включенным подключениям сигнала преобразователей 4с"', Холла через линию 2b к вихретоковому прибору 2. Так производится дальнейшая обработка сигнала аналогичным образом, как это уже было описано выше.

На фиг. 7 вместо катушек приемника матричное устройство магнитных диодов 4с"', Как и на фиг. 6, столбцами подключенные контурные катушки приемника, периодически снабжаются высокочастотным сигналом через сигнальную линию 2a и мультиплексор 3a. Развязка элементов

производится построчно благодаря тактированному мультиплексором 3b опросу и возврату через линию 2b в вихретоковый прибор 2. Дальнейшая обработка производится аналогично описанной выше обработке.

На фиг. 8 11 видно несколько возможностей применения зондового мата 4. Здесь, в качестве примера изображены конструктивные элементы 5 8, проведение рационального и достоверного контроля методом вихревых токов при применении традиционных ощупывающих зондов едва ли было бы осуществимо, или было бы совершенно невозможным из-за контура и/или обусловленными рабочими операциями повреждений, контролируемых участков поверхности, а также из-за ограничений доступности к месту контроля или из-за необходимых в связи с проведением испытания расходов.

На фиг. 8 показано, каким наипростейшим приемом можно размещать зондовый мат 4 на боковой поверхности вала 5 с целью проведения контроля методом вихревых токов, например, сварочного шва (на фигуре не показан). Изображенный здесь, в виде примера в квадратной форме, зондовый мат 4 можно использовать аналогичным образом также и для испытания внутренней поверхности не изображенного здесь осевого отверстия, имеющего, например, сквозной сварочный шов. Еще ярче преимущества зондового мата проявляются при проведении контроля рабочей стороны лопатки 6, это можно видеть на фиг. 9. Примененный здесь зондовый мат 4' дает возможность благодаря его гибкости проводить сбор и предварительную обработку информации о различных выпуклых местах сторон лопатки за одну общую операцию. Обусловленные производственным процессом повреждения, в особенности входной и выходной кромок лопатки, которые до настоящего времени существенно затрудняли перемещение традиционного ощупывающего зонда, и тем самым мешали получению достоверной информации, играют в случае использования зондового мата только второстепенную роль.

На фиг. 10 показано применение зондового мата 4", специально выполненного для испытания кромки лопатки.

На фиг. 11 показано, как можно рационально и достоверно контролировать участки с пазами, большей частью недоступные для традиционных ощупывающих зондов, применяя для этой цели гибкие или специально выполненные зондовые маты 4'''.

Формула изобретения:

1. Устройство вихретокового неразрушающего контроля поверхности материала конструктивных элементов, содержащее измерительный блок и гибкую подложку с не менее чем одним вихретоковым преобразователем или матрицей вихретоковых преобразователей, отличающееся тем, что гибкая подложка выполнена в виде эластичной пленки или прямоугольной сетки, вихретоковые преобразователи установлены на подложке с возможностью перемещения по ней или закреплены на подложке неподвижно и имеют возможность сохранения ориентации нормальной оси преобразователя

относительно нормали к поверхности подложки в месте размещения преобразователя.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что нормальные оси вихретоковых преобразователей матрицы ориентированы перпендикулярно или параллельно поверхности подложки.

3. Устройство по пп.1 и 2, отличающееся тем, что оно снабжено схемой построчной или постолбцовой настройки вихретоковых преобразователей матрицы.

4. Устройство по п.3, отличающееся тем, что вихретоковый преобразователь выполнен трансформаторным, а его катушки расположены так, что взаимоиנדукция между ними минимальна.

5. Устройство по п.3, отличающееся тем, что вихретоковые преобразователи выполнены каждый в виде последовательно включенных катушки индуктивности и диода и

установлены так, что их взаимное влияние минимально.

6. Устройство по п.3, отличающееся тем, что вихретоковые преобразователи выполнены трансформаторными с диодами в цепях возбуждения, а их катушки установлены так, что взаимное влияние между ними минимально.

7. Устройство по п.3, отличающееся тем, что вихретоковые преобразователи выполнены в виде возбуждающей катушки и измерительного преобразователя Холла, установленных так, что их взаимное влияние минимально.

8. Устройство по п.3, отличающееся тем, что вихретоковые преобразователи выполнены в виде возбуждающей катушки и измерительного магнитодиода, установленных так, что их взаимное влияние минимально.

20

25

30

35

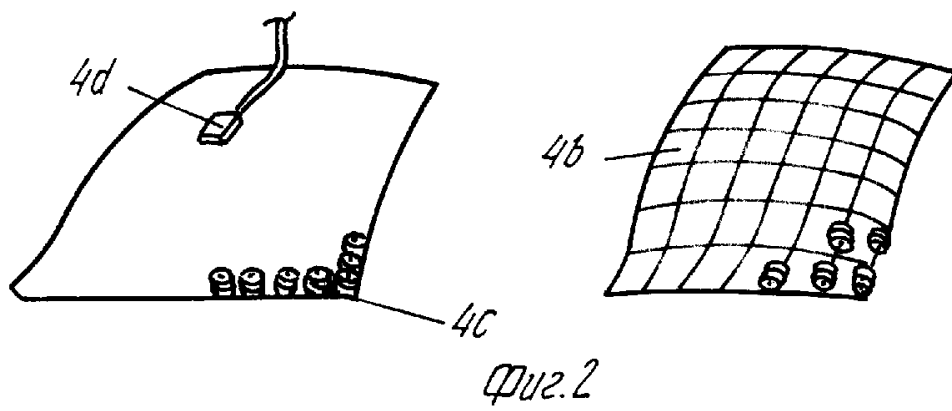
40

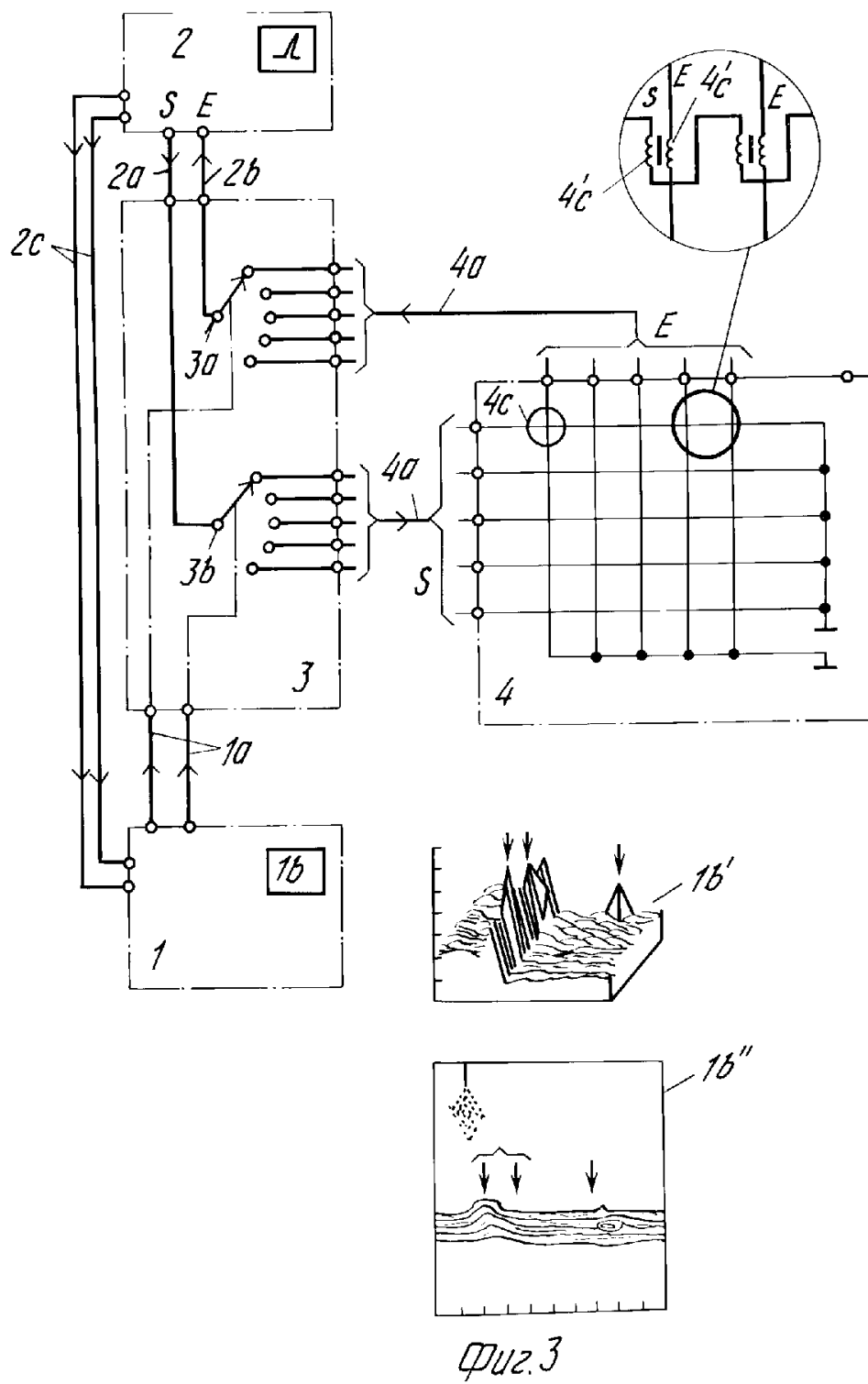
45

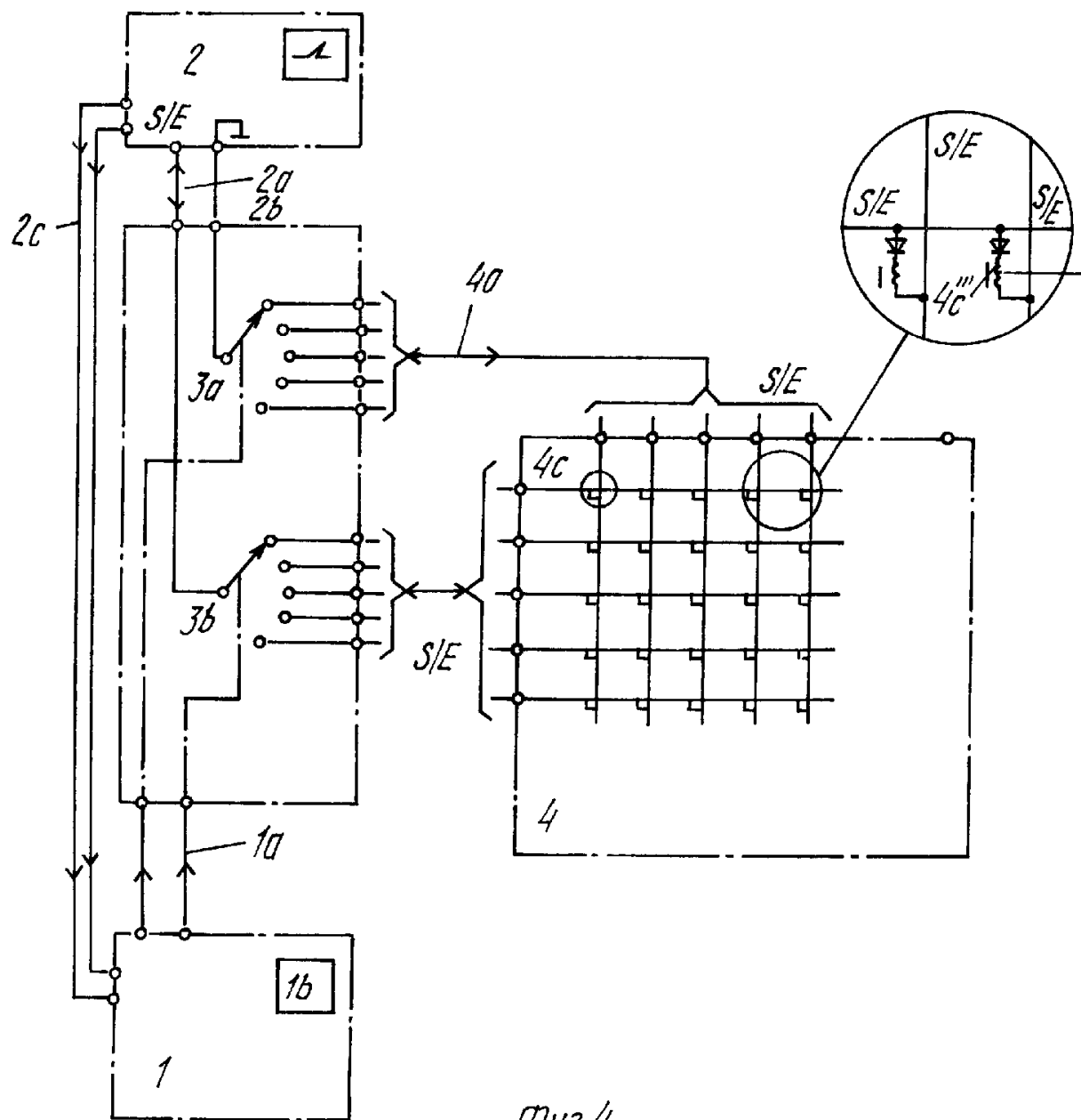
50

55

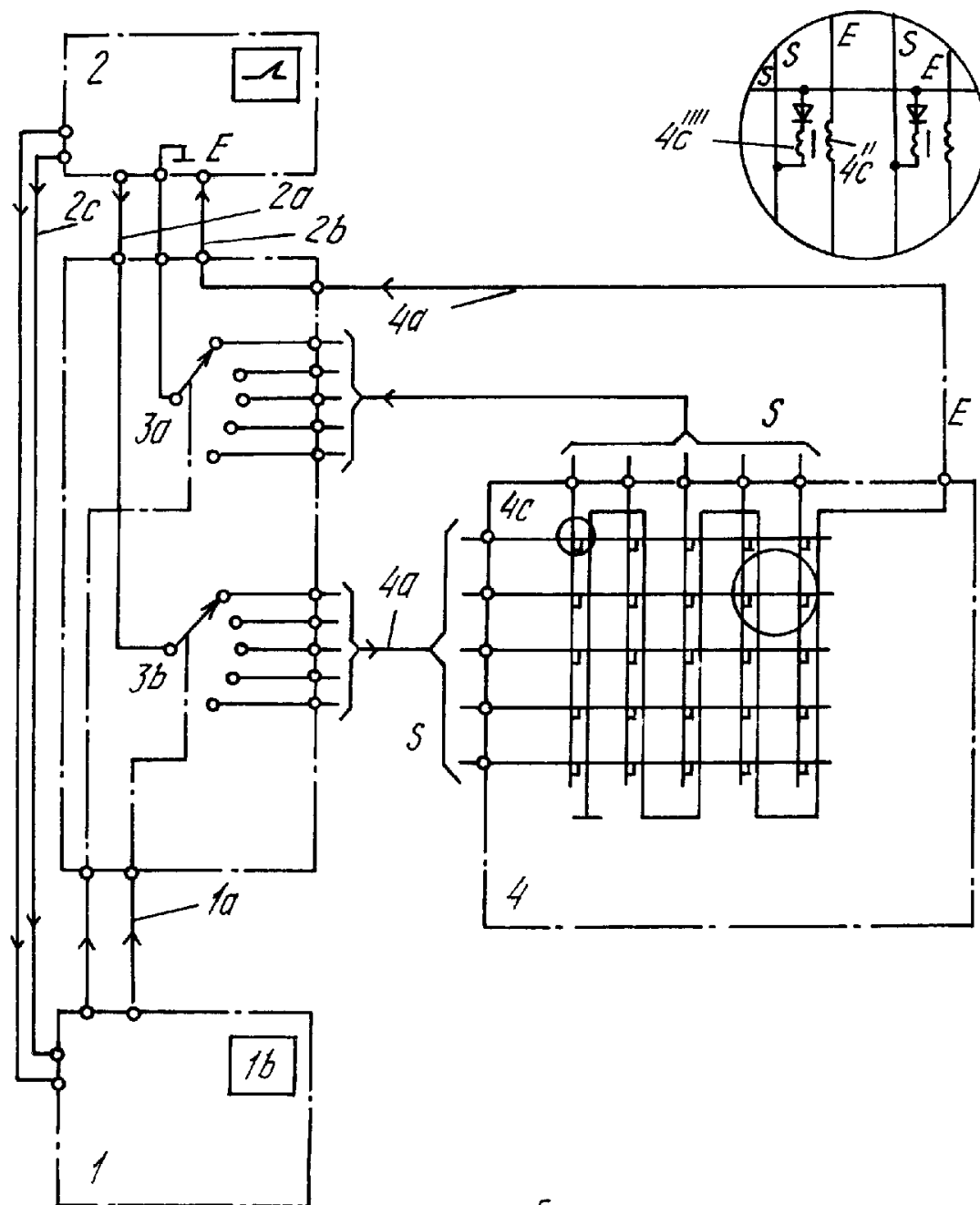
60



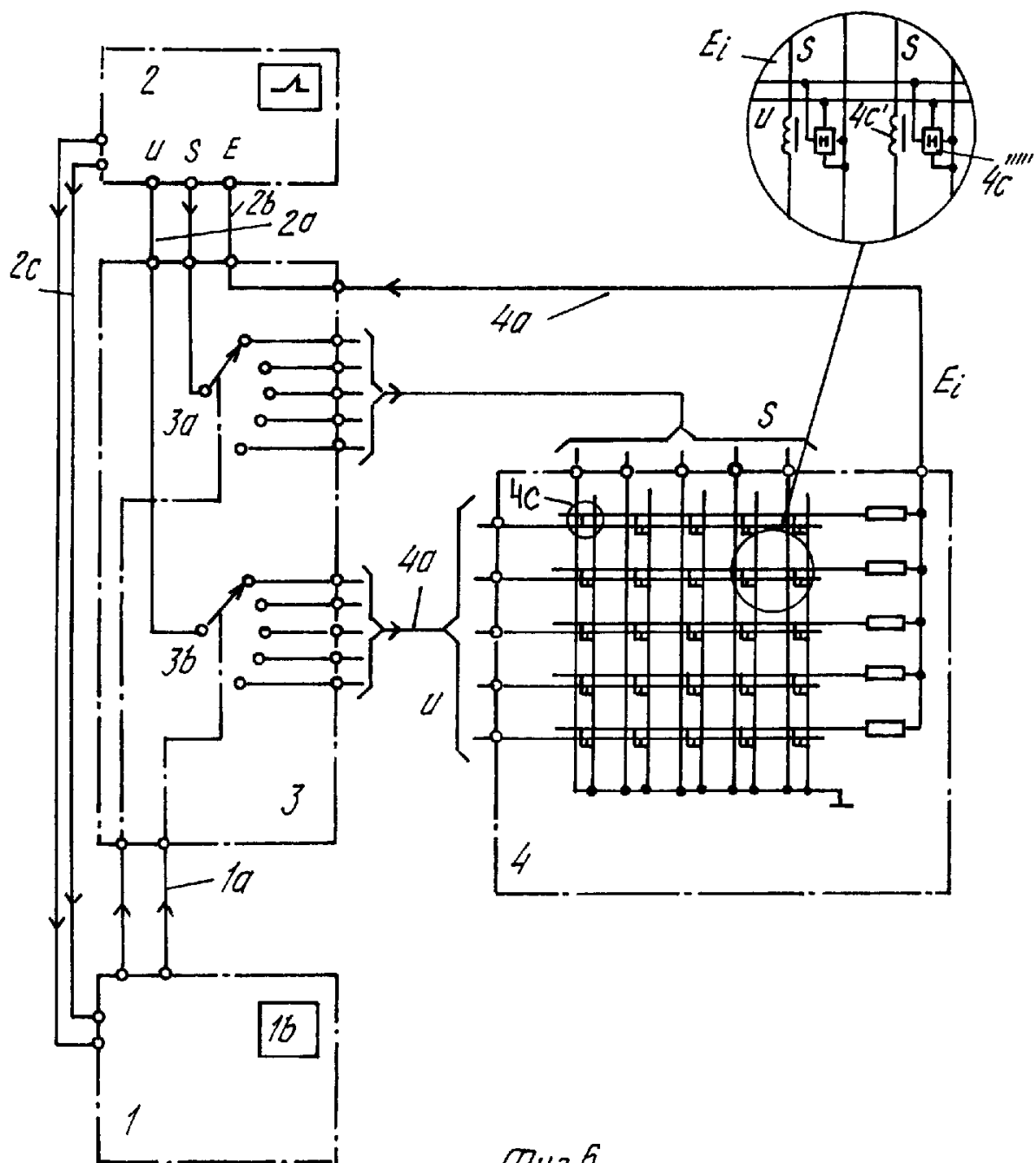




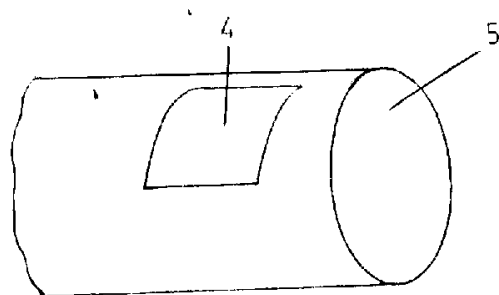
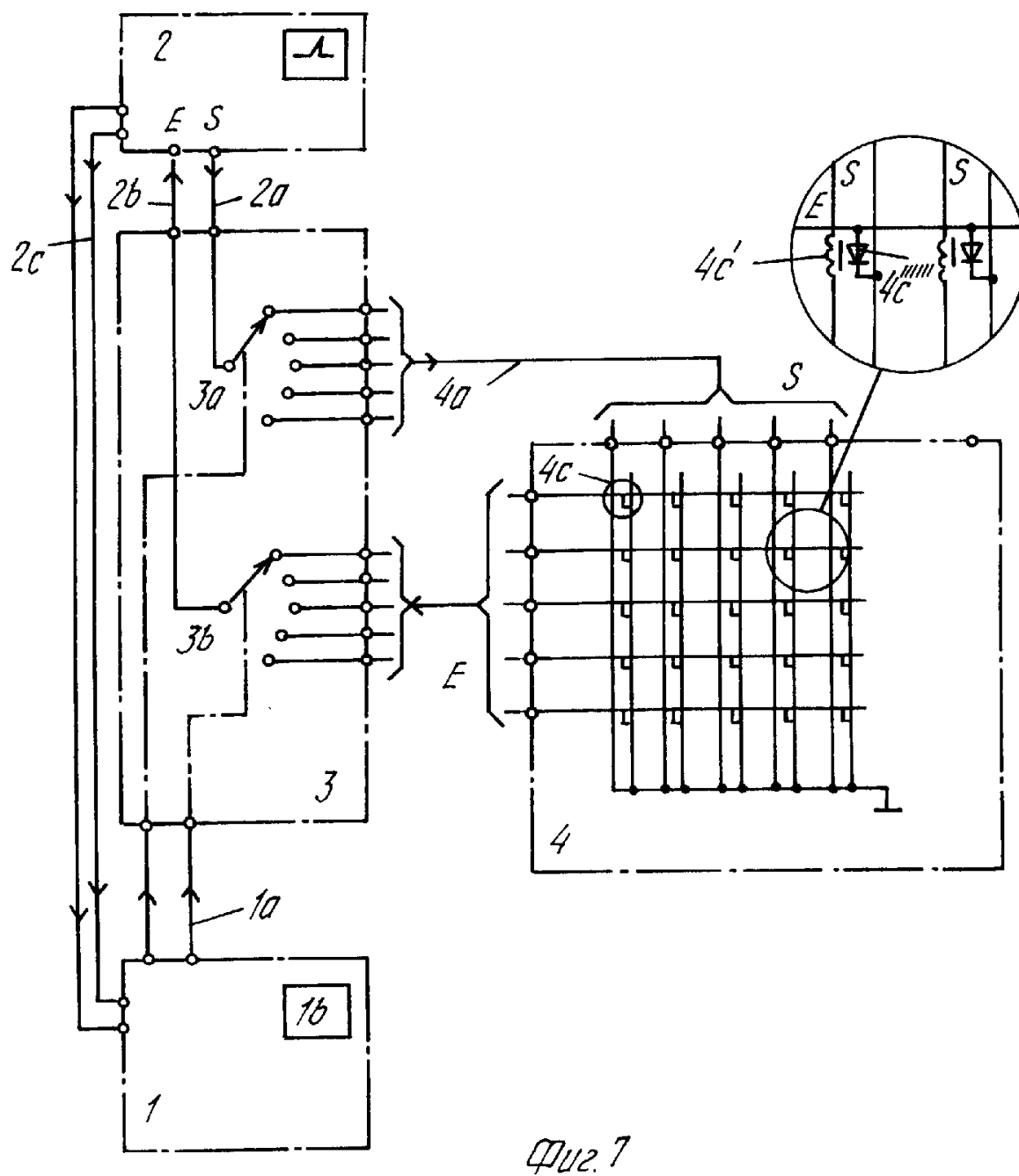
Фиг. 4

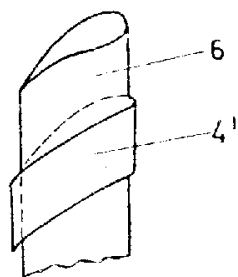


Фиг. 5

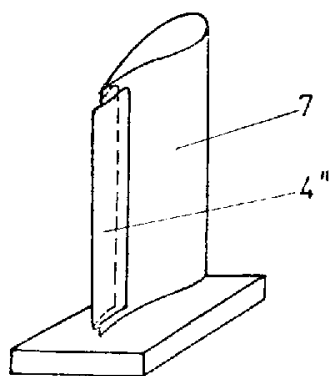


Фиг. 6

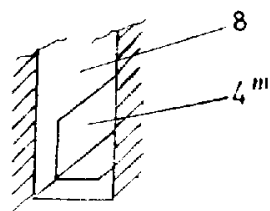




Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11