



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 014 367** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁵ **C 23 F 13/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 4869885/26, 24.08.1990

(46) Дата публикации: 15.06.1994

(71) Заявитель:

Всероссийский научно-исследовательский
институт по строительству трубопроводов

(72) Изобретатель: Притула В.В.,

Кудинова Р.В., Ягмур И.Д., Зуев

А.В., Делекторский А.А., Корнев

А.Е., Неклюдов Ю.Г., Галочинский

В.И., Черулев В.К., Делаков Е.А.

(73) Патентообладатель:

Всероссийский научно-исследовательский
институт по строительству трубопроводов

(54) **АНОДНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ**

(57) Реферат:

Использование: электрохимическая защита металлических объектов от коррозии, в частности подземных кабелей и трубопроводных систем. Сущность изобретения: входное заземление содержит магистральный проводник, одножильный или многожильный, и электрод из малорастворимого полимерного материала, выполненный в виде многослойной гибкой оболочки, охватывающей проводник и электрически контактирующей с ним. Оболочка выполнена в виде чередующихся

токопроводящих и электроизолирующих участков, которые соединены в монолит посредством диэлектрических втулок. Участки и втулки выполнены из разных эластомерных материалов, обладающих термодинамическим средством. Каждая жила проводника выполнена с заданными электрическими характеристиками, например за счет переменного сечения жилы. Оболочка в целом выполнена с дискретно переменными электрическими характеристиками, определяемыми из соотношений. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 014 367** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁵ **C 23 F 13/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4869885/26, 24.08.1990

(46) Date of publication: 15.06.1994

(71) Applicant:
VSEROSSIJSKIJ
NAUCHNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ INSTITUT PO
STROITEL'STVU TRUBOPROVODOV

(72) Inventor: PRITULA V.V.,
KUDINOVA R.V., JAGMUR I.D., ZUEV
A.V., DELEKTORSKIJ A.A., KORNEV
A.E., NEKLJUDOV JU.G., GALOCHINSKIJ
V.I., CHERULEV V.K., DELAKOV E.A.

(73) Proprietor:
VSEROSSIJSKIJ
NAUCHNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ INSTITUT PO
STROITEL'STVU TRUBOPROVODOV

(54) **ANODE EARTH**

(57) Abstract:

FIELD: electrochemical protection of metal using activities against corrosion.
SUBSTANCE: the input earth uses main conductor, single-core or multi-core one, and electrode of little soluble polymeric material made in the form of a multi-layer flexible sheath embracing the conductor and having an electric contact with it. The sheath is made in the form of alternating current-conducting and electric insulating

sections that are connected in a monolith by means of dielectric bushes. The sections and bushes are made of different elastomers featuring a thermodynamic property. Each conductor core has assigned electric characteristics (for instance due to variable section of the core). The sheath on the whole is made with discretely variable electric characteristics determined from relations. EFFECT: facilitated procedure. 3 cl, 3 dwg

Изобретение относится к электрохимической защите металлических объектов от коррозии, а именно анодным заземлениям, и может быть использовано для катодной защиты протяженных подземных сооружений, например, трубопроводов и кабелей, в том числе многониточных параллельных систем. Наиболее целесообразным является использование изобретения для защиты трубопроводов и кабелей с переменными электрическими характеристиками в резкогетерогенных электролитических средах, а также в грунтах с высоким (более 100 Ом м) удельным сопротивлением.

Задачей изобретения является равномерное распределение защитного тока, т. е. дифференциация его в соответствии с реальной потребностью защищаемой поверхности, в том числе резкогетерогенной.

Известны анодные заземления для катодной защиты протяженных сооружений, обеспечивающие равномерное распределение тока катодной станции путем регулирования тока растекания по системе анодного заземления и относящиеся к типу систем с дискретно распределенными параметрами. В частности известен линейный анод для катодной защиты металлических объектов и сооружений большой протяженности [1]. Анод выполнен в виде изолированного силового кабеля с концевым выводом для подключения к плюсу источника. На кабеле коаксиально через определенные промежутки вдоль его оси размещены сегменты, соединенные с сердечником кабеля проводниками. Устройство обеспечивает достаточную эффективность защиты, поскольку обеспечивает дифференцированное токораспределение по условиям плоскопараллельного поля тока, которое снижает зависимость расхода общего тока защиты от сопротивления среды. Кроме того, коаксиальное размещение сегментов анода на кабеле обеспечивает некоторое упрощение монтажа.

Недостатком такого анодного заземления является его низкая надежность вследствие множественности и ненадежности узлов контакта отдельных анодов с магистральным проводником. Кроме того, такая система защиты чрезвычайно материалоемка (практически металлоемка) и требует значительных трудовременных затрат на установку при сравнительно небольшом (имея в виду надежность) сроке службы.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является анодное заземление, предназначенное для катодной защиты от коррозии подземных протяженных металлических сооружений и содержащее магистральный проводник, выполненный с по меньшей мере одной жилой, имеющей заданные электрические характеристики, и электрод из малорастворимого полимерного токопроводящего материала, выполненный в виде многослойной непрерывной гибкой оболочки из материала на основе каучука, охватывающей магистральный проводник и электрически контактирующий с ним по всей его поверхности через адгезионный слой [2].

Оболочка имеет дискретнопеременные электрические характеристики. Адгезионный слой выполнен с дифференциальными электрическими характеристиками, за счет

чего каждая из жил магистрального проводника, снабженная индивидуальным адгезионным слоем, практически имеет заданные электрические характеристики.

5 Заземление обеспечивает большую надежность защиты за счет введения узла контакта в тело электрода при сохранении возможности дифференцированной токоотдачи благодаря дискретным характеристикам тела электрода.

10 Однако, непрерывность токоотдающей поверхности (т.е. оболочки) вызывает нерациональный расход материала (электропроводной резины) и, кроме того, снижает срок службы анодного заземления вследствие непроизводительно большой токоотдачи со всей поверхности.

15 Целью изобретения является увеличение срока службы анодного заземления при одновременном снижении его материалоемкости и сохранении надежности, чем обеспечивается повышение на 30% КПД защиты в целом.

20 Цель достигается тем, что в анодном заземлении для катодной защиты от коррозии подземных протяженных металлических сооружений, содержащем магистральный проводник, выполненный с по меньшей мере одной жилой с заданными электрическими характеристиками, и электрод из малорастворимого полимерного материала, выполненный в виде многослойной гибкой оболочки с дискретнопеременными электрическими характеристиками, охватывающей магистральный проводник и электрически контактирующей с ним, согласно изобретению оболочка выполнена в виде чередующихся токопроводящих и электроизолирующих участков, соединенных в монолит посредством диэлектрических втулок, причем участки оболочки и втулки выполнены из эластомерных материалов, обладающих термодинамическим сродством.

30 Поставленная цель достигается тем, что для каждой жилы магистрального проводника соотношение между длиной каждого электроизолирующего участка и сечением жилы в его пределах сохраняется постоянным по всей длине электрода.

45 Поставленная цель достигается и тогда, когда соотношения между длиной электроизолирующего участка и сечением жилы в его пределах переменны для каждой жилы магистрального проводника.

50 На фиг. 1 изображена принципиальная конструкция единичного элемента анодного заземления; на фиг.2 - принципиальная конструкция части трехжильного анодного заземления с различными константами; на фиг.3 - то же, с дифференцированными константами.

55 Анодное заземление для катодной защиты от коррозии подземных протяженных металлических сооружений представляет собой монолитную совокупность единичных элементов и содержит магистральный проводник 1 и электрод из малорастворимого полимерного материала, выполненный в виде многослойной гибкой оболочки, охватывающей проводник 1 и электрически контактирующий с ним. Оболочка выполнена в виде чередующихся участков 2 и 3 токопроводящих и электроизолирующих соответственно. Участки 2 и 3 соединены в монолит посредством диэлектрических втулок

4. Магистральный проводник 1 может быть выполнен с одной жилой (фиг.1) или многожильным (фиг.2) - три жилы: I_a , I_b , I_c , фиг.3 - две жилы: I_a и I_b). Каждая жила магистрального проводника 1 выполнена с заданными электрическими характеристиками: входным сопротивлением Z' и постоянной распространения тока α^I , что обеспечивается за счет вариабельности удельных продольного и переходного сопротивлений жилы, например путем изменения диаметра жилы или ее материала.

Оболочка выполнена в целом с дискретно переменными электрическими характеристиками, определяемыми из соотношений. Участки 2 и 3 оболочки и втулки 4 выполнены из различных эластомерных материалов, обладающих, однако, термодинамическим сродством (например, эластомерный материал типа изопренового каучука с углеродсодержащим наполнителем для токопроводящих участков оболочки). Это обеспечивает возможность надежной герметизации магистрального проводника и предотвращает его прямой электрический контакт с окружающей средой.

Возможен вариант конструкции анодного заземления, в котором для каждой жилы магистрального проводника соотношение между длиной каждого электроизолирующего участка 3 и сечением жилы в его пределах сохраняется постоянным по всей длине электрода.

Эта конструктивная особенность обеспечивает возможность сохранения постоянной скорости затухания токоотдачи вдоль заземления, когда защищают объект с гомогенными электрохарактеристиками (например, неизолированный резервуар или трубопровод с сопротивлением изоляции 10^5 Ом m^2 или расположенный в высокоомном грунте). Возможен вариант конструкции анодного заземления, в котором соотношения между длиной электроизолирующего участка 3 и сечением жилы в его пределах вариабельны для каждой жилы магистрального проводника 1. В этом случае, например, пучок жил с электроизолирующей оболочкой проходит через каждое тело, являющееся токопроводящей частью оболочки. При этом только на одной из жил в заранее заданной последовательности часть электроизолирующей оболочки в пределах тела удалена, а края этой оболочки упрочнены диэлектрическими втулками. Эта конструктивная особенность обеспечивает возможность дискретного управления электрическими характеристиками заземления на каждом отдельном участке и совмещения их с электрическими характеристиками противолежащих участков защищаемого объекта.

Дискретно-протяженная конструкция заземления требует оптимизации соотношения размеров его отдельных токоотдающих участков. Исходя из поставленной цели, такую оптимизацию осуществляют по критериям предельной плотности тока утечки (например не более 100 мА/м) и предельной нагрузки питающей катодной станции (например при выходном напряжении 100 В).

Максимально допустимая токоотдача

заземления (ток утечки I_y) при полной нагрузке катодной станции определяется его размерами и электрическими характеристиками. Функционально эту зависимость можно выразить соотношением

$$I_y = Kthf(d_3, R_3, n_3), \text{ где } K - \text{обратный коэффициент экранирования;}$$

d_3 - эквивалентный диаметр анодного заземления;

R_3 - поперечное сопротивление

токопроводящего участка оболочки единичного элемента анодного заземления;

n_3 - количество токопроводящих участков оболочки.

Соотношение размеров токопроводящей и электроизолирующей частей оболочки, а также диэлектрической втулки определяется критерием оптимизации токоотдачи в ортогональном и параллельном направлениях относительно оси магистрального проводника. В случае, если I_0 - расстояние между диэлектрическими втулками единичного элемента анодного заземления больше оптимальной величины, то токопроводящая часть оболочки досрочно срабатывается в ортогональном направлении, а если меньше, то в параллельном направлении относительно оси магистрального проводника. Оба варианта вызывают снижение срока службы заземления.

Диаметр диэлектрической втулки обычно определяется технологией изготовления заземления и может достигать, например, 30% диаметра токопроводящей оболочки.

Оптимизация линейного размера электроизолирующей части оболочки регламентирована критерием минимального расхода тока (т.е. максимального срока службы) при обеспечении максимального уровня защиты на участке объекта, адекватном размеру I_a - длине токопроводящего участка оболочки каждой жилы магистрального проводника. Обеспечивающее это условие соотношение контролируется условиями взаимного экранирования токопроводящих участков оболочки, зависящими от режима их работы. Допустим критерием является обеспечение предельной неравномерности

токораспределения на крайнем

токопроводящем участке не более 0,25%/м в широком практическом диапазоне напряженностей поля защитного тока от 3 до 45 В.М (т.е. в границах безопасного шагового напряжения).

В случае, если I_n - длина электроизолирующего участка оболочки единичного элемента анодного заземления - меньше оптимальной величины, то возрастает сопротивление каждого токоотдающего элемента и всего заземления в целом. Результатом этого становится снижение токоотдачи и ускорение затухания тока, уменьшающие надежность защиты. Если же I_n превышает оптимальное значение, то это приводит к увеличению удельного продольного сопротивления магистрального проводника и всего заземления в целом. Это также ускоряет затухание тока и повышает неравномерность распределения токоотдачи, что вызывает снижение как срока службы, так и надежности анодного заземления.

Общий перечень результатов различного

соотношения геометрических размеров частей единичных элементов анодного заземления представлен в таблице.

Анодное заземление протяженного типа с дискретно распределенными электрическими характеристиками для включения в работу располагают вдоль защищаемого объекта. При подключении источника постоянного тока (катодной станции 5) "минусом" к этому объекту и "плюсом" к заземлению между ними начинает протекать защитный ток, образующий плоскопараллельное поле, замкнутое на 90-95% в пределах междуэлектродного расстояния. Электрический ток, вытекая из источника, распространяется вдоль магистрального проводника 1, электроизолирующие участки 3 оболочки которого препятствуют его утечке в окружающую среду. В то же время, когда ток достигает токопроводящих участков 2 оболочки, он получает возможность перетекания через окружающую среду в расположенный рядом защищаемый объект с поперечным градиентом потенциалов. Втекающая в этот объект, ток защищает его от коррозионного разрушения, создавая необходимый уровень защитного потенциала на границе "объект-среда". Такое распространение тока вдоль анодного заземления контролируется законом "длинной линии", т. е. электрическими характеристиками: входным сопротивлением и постоянной распространения тока самого заземления. Это позволяет дискретно подобрать такое соотношение размеров единичных элементов токопроводящих участков оболочки и расстояния между ними (фиг.1), при котором электрические характеристики заземления совпадают или становятся меньше аналогичных характеристик защищаемого объекта. В этом случае достигаются оптимальные условия токораспределения в плоскопараллельном поле защитного тока, что повышает КПД защиты и увеличивает тем самым при прочих равных условиях срок службы анодного заземления. Надежность работы заземления повышается за счет влияния диэлектрических втулок 4, препятствующих досрочному установлению прямого электрического контакта токоведущего магистрального проводника 1 с окружающей электролитической средой.

Если электрические характеристики анодного заземления сильно отличаются от аналогичных показателей защищаемого объекта, то для достижения необходимого соотношения геометрических характеристик заземление выполняют с несколькими самостоятельными жилами магистрального проводника 1. Каждая из жил, например, 1_a , 1_b и 1_c на фиг.2, имеет собственный шаг размещения токопроводящих участков 2 оболочки и их размеров, которые обеспечивают заданное чередование плотностей утечки тока защиты j_a , j_b , j_c , необходимое для увеличения срока службы анодного заземления.

Необходимость в такой регулировке токоотдачи анодного заземления особенно велика, например в случае защиты, по меньшей мере двух параллельных трубопроводов 6 и 7 (фиг.3), имеющих резко различные переходные сопротивления. В случае обеспечения протекания защитного

тока J только через единичные элементы 1_b анодного заземления с каждого из них стекает ток i_a на трубопровод 6 и i_b на трубопровод 7. Для достижения на каждом из трубопроводов необходимого уровня защиты, т.е. эффективного потенциала $\zeta_{эф}$, необходимо обеспечить на них общие потенциальные диаграммы ζ_1 и ζ_2 , прямо пропорциональные общему расходу тока защиты. Если же магистральный проводник 1 в этом случае состоит из двух жил 1_a и 1_b дискретно распределенными на них токопроводящими участками 2 оболочки, то с этих участков избирательно стекают токи i_a и i_b .

При этом токи i_b обеспечивают на трубопроводе 7 эффективный потенциал $\zeta_{эф}$ при общей потенциальной диаграмме ζ_2 , а условия защиты трубопровода 6 сохраняются без изменения. Сравнение потенциальных диаграмм ζ_1 и ζ_2 показывают, что расход тока защиты в случае анодного заземления с магистральным проводником 1 из двух жил 1_a и 1_b значительно меньше, и, следовательно, срок службы его при прочих равных условиях соответственно больше.

По сравнению с прототипом, а также с широко используемой в настоящее время на трассах газонефтепроводов системой катодной защиты с сосредоточенным анодным заземлением изобретение обеспечивает повышение равномерности распределения потенциала защиты при одновременном повышении срока службы и надежности анодного заземления. Это повышает КПД катодной защиты в целом. Кроме того, обеспечивается качественная защита в резкогетерогенных и высокоомных грунтах. Одновременно конструкция обеспечивает экономию металла и сокращение расходов на ремонт и эксплуатацию анодного заземления.

Формула изобретения:

1. АНОДНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ для катодной защиты от коррозии подземных протяженных металлических сооружений, содержащее магистральный проводник, выполненный с по меньшей мере одной жилой с заданными электрическими характеристиками, и электрод из малорастворимого полимерного материала, выполненный в виде многослойной гибкой оболочки с дискретнопеременными электрическими характеристиками, охватывающей магистральный проводник и электрически контактирующей с ним, отличающееся тем, что, с целью увеличения срока службы при одновременном снижении материалоемкости и сохранении надежности, оболочка выполнена в виде чередующихся токопроводящих и электроизолирующих участков, соединенных в монолит посредством диэлектрических втулок, причем участки оболочки и втулки выполнены из эластомерных материалов, обладающих термодинамическим средством.

2. Заземление по п.1, отличающееся тем, что для каждой жилы магистрального проводника соотношение между длиной каждого электроизолирующего участка и сечением жилы в его пределах сохраняется постоянным по всей длине электрода.

3.Заземление по п.1, отличающееся тем,
что соотношения между длиной
электроизолирующего участка и сечением

жилы в его пределах переменны для
каждой жилы магистрального проводника.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

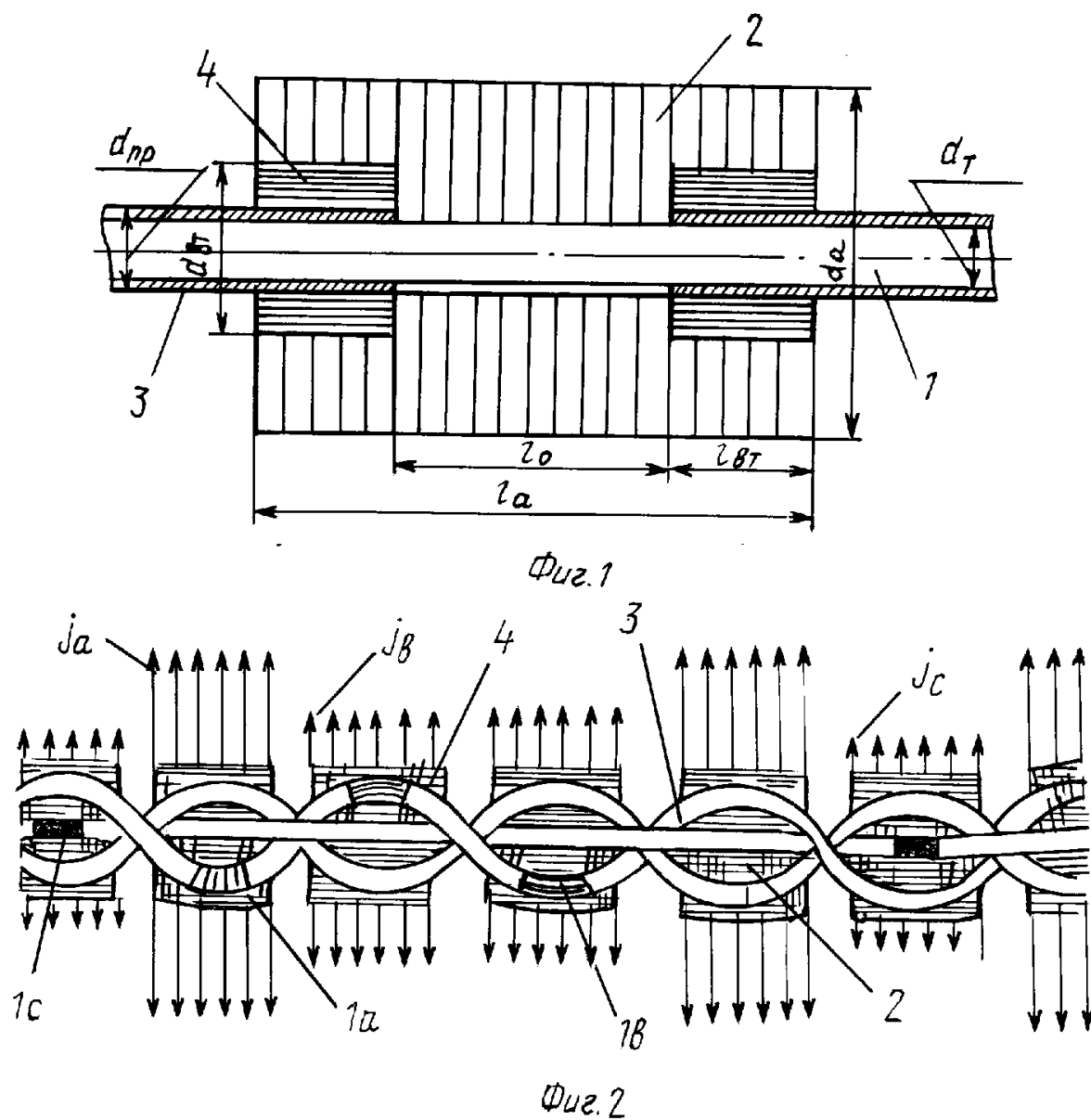
50

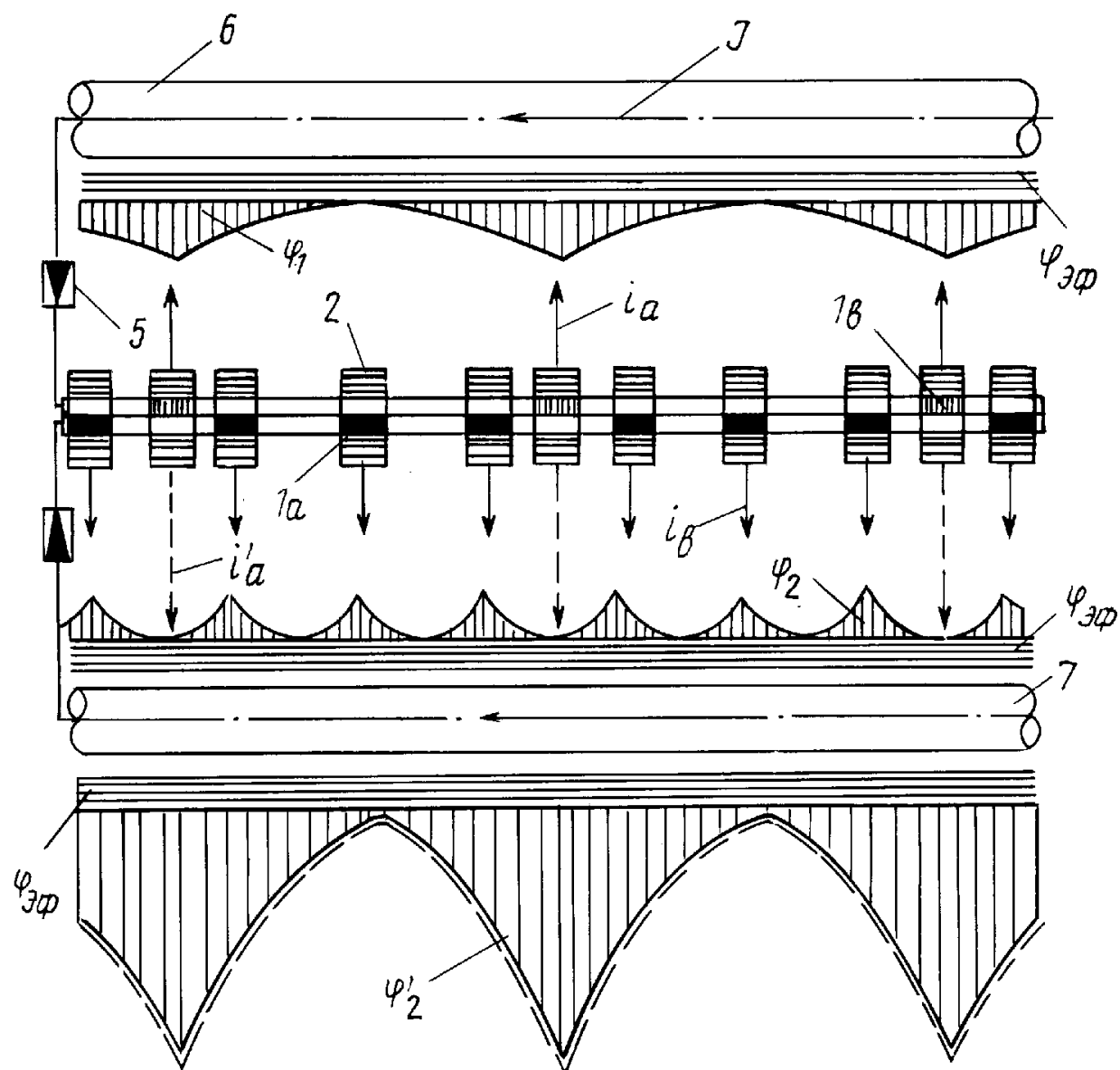
55

60

RU 2014367 C1

RU 2014367 C1





Фиг. 3