

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

(19) BG

(11) 62869 B1



ОПИСАНИЕ КЪМ ПАТЕНТ

ЗА

ИЗОБРЕТЕНИЕ

6(51) H 05 B 6/06

H 05 B 6/10

H 02 M 7/42

ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

(21) Регистров № 102573

(22) Заявено на 23.06.98

(24) Начало на действие
на патента от:

Приоритетни данни

(31) 97063043 (32) 24.06.97 (33) UA

(41) Публикувана заявка в
бюлетин № 2 на 26.02.99

(45) Отпечатано на 29.09.2000

(46) Публикувано в бюлетин № 9
на 29.09.2000

(56) Информационни източници:
SU 1760653; EP 0075811
FR 2568083

(62) Разделена заявка от рег. №

(73),(72) Патентоприетател(и) и
изобретател(и):

ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ ЕРЪМИН
ГЕНАДИЙ ПЕТРОВИЧ ЕРЪМИН
ОЛЕГ ПАВЛОВИЧ ЛАППА
М. ДОНЕЦК (UA)

(74) Представител по индустриална
собственост:

Д-р Емил Габриел Бенатов, 1113 София,
ул. "Люлякова градина" бл. 36 Б

(86) № и дата на РСТ заявка:

(87) № и дата на РСТ публикация:

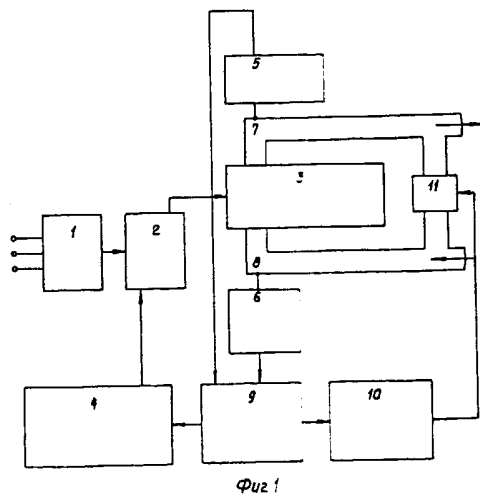
(54) УСТРОЙСТВО ЗА ИНДУКЦИОННО НАГРЯВАНЕ НА ТЕЧНОСТИ В ТРЪБОПРОВОД

(57) Устройството ще намери приложение в системи за отопление и водоснабдяване. То има повишени коефициент на мощност, КПД и скорост на нагриване. Устройството се състои от последователно съединени променливотоков изправител (1) и инвертор (2), чийто изход е свързан с индукционния нагревател (3), а вторият му вход - с изхода на неговия управляващ блок (4). Първи (5) и втори (6) термодатчик са механично закрепени съответно на изходната (7) и входната (8) магистрала на тръбопровода и са включени електрически към двата входа на блок (9) за сравнение на температурите, който с един от изходите си е свързан с входа на управляващия блок (4) на инвертора (2), а с другия - с входа на управляващия блок (10) на помпа (11). Изходът на блока (10) е съединен към управляващия вход на помпата (11), която е закрепена механично между входната (8) и изходната (9) магистрала на тръбопровода. Индукционният нагревател (3) се състои от магнитопроводящ цилиндричен съд (12), който има в двата си края клапани за връзка с основния тръбопровод. В долната част на съда (12) се намира входен клапан (13), а в горната му част - изходен клапан (14). По външната повърхност на съда (12) има електроизолационна подложка (15), а върху нея е закрепена външна индукционна намотка (16), която отвън е защитена от магнитопроводящ екран (17) и топлоизолационен кожух (18). Вътре в съда (12) са разположени цилиндрични (19) и кръгови (20) разпределители на потока нагривана течност. Вътре в нагревателя (3), в съда (12), е закрепена вътрешна

BG 62869 B1

индукционна намотка (21), затворена в херметичен тороиден цилиндричен корпус (22), който има отвътре и отвън електроизолиращи подложки (15). Ако в устройството има две (и повече) вътрешни индукционни намотки (21), всяка затворена в съответен корпус (22) с изоляционни подложки (15), те се закрепват механично в съда (12), концентрично една в друга или една над друга с междина между тях.

3 претенции, 3 фигури



(54) УСТРОЙСТВО ЗА ИНДУКЦИОННО НАГРЯВАНЕ НА ТЕЧНОСТИ В ТРЪБОПРОВОД

Област на техниката

Изобретението се отнася до устройство за индукционно нагриване на течности в тръбопровод, приложимо в системи за отопление и водоснабдяване.

Предшестващо състояние на техниката

Известно е устройство за индукционно нагриване на течности в тръбопровод, състоящо се от потопяем водонагревател с индукционна намотка в херметична обвивка. Намотката се състои от вътрешен и външен тръбен елемент, съединени по челата с фланци. Вътрешният тръбен елемент е изпълнен като комплект от отделни тръби, разположени плътно един до друг по образуващата на цилиндър. Всеки чифт тръби е херметично съединен чрез пластина по цялата дължина на тръбите по допирателната към тяхната външна повърхност /1/.

Недостатък на известното устройство е ниския КПД и голямата металоемкост. Това се дължи на ниската честота на захранващия ток в намотката (50 Hz), изискваща голям брой намотки от меден проводник и водеща до резистивни загуби в намотката.

Известно е и устройство за индукционно нагриване на течности в тръбопровод, състоящо се от една или няколко индукционни намотки, които обхващат няколко тръби с течна среда. Потокът на тези среда преминава през лабиринтна система от вътрешни канали с пръстени или спирали, които образуват електрически съединени на късо контури и при захранване на индукционните намотки се нагриват и нагриват допирателната се до тях среда /2/.

Недостатък на известното устройство е ниския КПД, определен от големите загуби поради повишеното електрическо съпротивление и усложнената конструкция на лабиринтите. Пръстените и спиралите в лабиринтите пречат на движението на топлите потоци от течността към горната част на нагревателя. Устройството е сложно за производство и е металоемко, тъй като съдържа множество детайли вътре в лабиринтите и се използва голямо количество меден проводник поради нискочестотното захранване (50 Hz).

Известно е и устройство за индукционно нагриване на течности в тръбопровод, което е най-близко до заявеното устройство, състоящо се най-малко от една индукционна намотка с електроизолираща подложка, обхващаща магнитопроводим съд, съединен към тръбопровода за подаване и отвеждане на течност през съответни входен и изходен клапан. Намотката е съединена през променливотоков регулатор към променливотоков източник с честота 50 Hz. Регулаторът съдържа два токоизключвателя и термодатчик, който е механически закрепен към изходния тръбопровод.

Недостатък на това устройство е ниския коефициент на мощност (0,70-0,78), тъй като при експлоатацията му се разсейва топлина в пространството над външната индукционна намотка. Освен това е налице непълно поглъщане на електромагнитната енергия от обвивката на индукционния нагревател. Намалването на коефициента на мощност води до намаляване на КПД на устройството (до 0,80-0,85). Допълнително КПД се намалява и от резистивните загуби в индукционната намотка поради многото навивки от меден проводник, поради използването на ток с честота 50 Hz, поради това известният нагревател е дебелостенен. Големият разход на мед и стомана прави производството на това устройство неикономично. Теглото му е около 45-50 kg.

Друг недостатък на известното устройство е неравномерното и недостатъчно бързо нагриване на големи обеми от студена течност, тъй като конструкцията на известния индукционен нагревател осигурява нагриването само на слоевете от течност до стените. По-нататък топлината се предава от по-топлите слоеве течност към по-студените чрез естествена термоконвекция. Освен това е необходимо използването на дебелостенен магнитопроводим съд, което също води до намаляване на скоростта на нагриване на течността.

Известното устройство е и с ниска надеждност поради лъжливи включвания на термодатчика, а след него - и на изключвателя за нагриване, което произтича от нестационарния характер на нагриването на слоевете от течност.

Задачата на изобретението е да се създаде устройство за индукционно нагриване на течности в тръбопровод с повишен КПД, коефициент на мощност, равномерност и скорост за нагриване на течността при намален разход

на метали.

Техническа същност на изобретението

Задачата се решава, като се създава устройство за индукционно нагряване на течности в тръбопровод, състоящо се от последователно съединен променливотоков регулатор, индукционен нагревател с поне една индукционна намотка с електроизолираща подложка, обхващаща цилиндричен магнетопроводим съд с входен и изходен клапан към тръбопровода, и от първи термодатчик, механично закрепен на изходната магистрала на тръбопровода. В него като регулатор на променлив ток последователно са съединени изправител и инвертор, чийто изход е свързан към електрическия вход на индукционния нагревател. Вторият му вход е свързан към изхода на блок за управление на инвертора. Втори термодатчик е механично закрепен към входната магистрала на тръбопровода. Изходите на първия и втория термодатчик са съединени към входовете на блок за сравнение на температури, първият изход на който е свързан към входа на управляващия блок на инвертора, а вторият - към вход на управляващ блок на помпа, чийто изход е свързан към управляващия вход на помпата. Тя е механично закрепена към тръбопровода между входната и изходната магистрала. В индукционния нагревател поне една индукционна намотка, която е затворена в тороидален цилиндричен корпус с електроизолиращи подложки, е разположена в цилиндричния магнетопроводящ съд. В него е закрепен поне един цилиндричен и един кръгов разпределител на потока от нагрявана течност, които са разположени по надлъжната и напречната ос на цилиндричния магнетопроводящ съд. Отвън цилиндричният нагревател е затворен в магнетопроводящ екран в топлоизолиращ кожух. Цилиндричният магнетопроводящ съд, корпусът на вътрешната индукционна намотка и разпределителите на потока от нагрявана течност са от тънколистова феромагнитна стомана.

Възможно е в индукционния нагревател да има поне две вътрешни индукционни намотки, всяка от които е затворена в херметичен тороидален цилиндричен корпус, и са закрепени в магнетопроводящия съд концентрично една в друга, с междина между тях.

Възможно е в индукционния нагревател

да има поне две вътрешни индукционни намотки, всяка от които е затворена в херметичен тороидален цилиндричен корпус и са закрепени в магнетопроводящия съд една над друга с междина между тях.

Между съвкупността от съществени признаци на изобретението и постигнатия технически резултат има причинно-следствена връзка.

Предимство на устройството е, че неговият коефициент на мощност се повишава за сметка на практически пълното преобразуване на електромагнитната енергия. Този ефект се постига чрез въвеждането като регулатор на променливия ток от последователно свързани променливотоков изправител, инвертор и управляващ блок на инвертора. Чрез изправителя мрежовият променлив ток с честота около 50 Hz се превръща в постоянен, който чрез инвертора се преобразува във високочестотен с честота 10-20 KHz. Индукционната намотка, на която се подава високочестотен ток, е изработена със значително по-малко количество намотки, отколкото при подаването на ток с промишлена честота 50 Hz, както е в прототипа. Това съществено намалява резистивните загуби и води до икономия на мед и електроенергия.

Чрез управляващия блок на инвертора автоматично се регулира стойността на тока, подаван към индукционната намотка, повишава се надеждността на работа на цялото устройство, като се предотвратява прегряването на течността. Прилагането на високочестотен ток позволява да се заменят всички дебелостенни метални детайли с тънкостенни, което ускорява нагряването на течността и понижава разхода на метал със 75-80% /4/.

Надеждността на работа, по-бързото и равномерно нагряване на големи обеми течности се постига чрез въвеждането на втори термодатчик в устройството, който е закрепен на входната магистрала на тръбопровода и включен, заедно с първия термодатчик, закрепен на изходната магистрала, към входовете на блока за сравнение на температурите. При това споменатият блок има изходи към управляващите блокове на инвертора и помпата, която е поставена между входната и изходната магистрала на тръбопровода. В прототипа на устройството присъства само първият термодатчик, контролиращ началния стадий на нагряването на течността и предотвратяващ увеличаването

на скоростта на нагряване на целия обем течност в основната магистрала. В известното устройство възникват чести включения-изключения на нагряването, тъй като процесът на изравняване на температурите на различните слоеве течност чрез естествена термоконвекция в началото на изходната магистрала има нестационарен характер. Това води до лъжливи включения на първия термодатчик и изключвателите и до влошаване на техническите характеристики на устройството. Поради това за началното размесване на топлите слоеве течност чрез принудителна термоконвекция при включване на нагряването в заявеното устройство между входната и изходната магистрала на тръбопровода е инсталирана помпа. След изравняване на температурните градиенти в тръбопровода и достигане на необходимите температурни показатели помпата се изключва автоматично от нейния управляващ блок. Поради монтирането на помпата между входната и изходната магистрала на тръбопровода, след изключването ѝ е възможно свободно движение на течността по тръбопровода с по-нататъшна естествена термоконвекция. По-нататъшното поддържане на зададения температурен режим на нагряване на водата във входящата магистрала на тръбопровода се осъществява от втория термодатчик. В резултат на работата на двата термодатчика и блока за сравнение на температурата се повишава надеждността на устройството и скоростта на нагряване на течността. А в резултат на включването на помпата с блока за управление към системата се повишава скоростта на нагряване, става възможно големи обеми течности да се нагряват бързо и равномерно, повишава се надеждността на работа на устройството поради отстраняване на прегряването на течността и на лъжливите включения на термодатчиците.

В един от частните варианти за използване на известното устройство е възможно използване на помпата при монтиране в системата за нагряване на резервоар с течност. Но в конструкцията на известното устройство няма помпа (виж фиг. 2 в /3/). А в гореспоменатия частен случай на използване на известното устройство тази помпа, ако се добави, изпълнява функция, различна от функцията на помпата в заявената конструкция.

Новата конструкция на индукционния нагревател води до увеличаване на коефициента

на мощността и КПД на устройството чрез отстраняване на електрическите загуби в резултат на използването на магнитопроводящ екран. Скоростта на нагряване се увеличава чрез интензификацията на топлопроводимостта чрез цилиндрични и кръгли метални разпределители на потока на нагряваната течност, които разделят потока хладна течност на тесни слоеве, нагряващи се значително по-бързо от един широк поток. Описаният ефект нараства при въвеждането в индукционния нагревател и на вътрешна индукционна намотка освен външната. В известния индукционен нагревател топлината се предава от индукционната намотка на цилиндричния магнитопроводящ съд, а от него - на студената течност, която се нагрява и предава топлината на постудените слоеве. В заявения нагревател топлината се предава по следния начин: от външната индукционна намотка към цилиндричния магнитопроводящ съд, течността, цилиндричния разпределител на потока, течността, кръговия разпределител на потока, течността, корпуса на вътрешната индукционна намотка и т.н. За бързото и стабилно нагряване способства и материалът на металните детайли на нагревателя - тънколистна феромагнитна стомана, която се нагрява бързо и бързо отдава топлината на течността. Увеличаването на енергоспестяващия ефект в известното устройство се постига и чрез електроизолационните подложки и топлоизолационния кожух.

Описание на приложените фигури

По-подробно изобретението е пояснено с едно примерно изпълнение на устройство за индукционно нагряване на течности в тръбопровод, показано на приложените фигури, от които:

фигура 1 е блок-схема на устройството за индукционно нагряване на течността в тръбопровод;

фигури 2 и 3 са съответно надлъжен и напречен разрез на индукционния нагревател.

Пример за изпълнение на изобретението

Устройството за индукционно нагряване на течности в тръбопровод (фиг. 1) се състои от последователно съединени променливотоков изправител 1 и инвертор 2, чийто изход е съе-

динен с индукционния нагревател 3, а вторият му вход - към изхода на неговия управляващ блок 4. Освен това устройството включва първи термодатчик 5 и втори термодатчик 6, механично закрепени съответно на изходната 7 и входната 8 магистрала на тръбопровода. Двата термодатчика 5 и 6 са включени електрически към двата входа на блока 9 за сравнение на температурите, който с един от своите изходи е свързан с входа на управляващия блок 4 на инвертора 2, а с другия - с входа на управляващия блок 10 на помпа 11. Изходът на блок 10 е съединен към управляващия вход на помпата 11, която е закрепена механично между входната 8 и изходната 9 магистрала на тръбопровода.

Индукционният нагревател 3 се състои от магнитопроводящ цилиндричен съд 12, на чийто противоположни краища има клапани за връзка с основния тръбопровод: в долната част на съда 12 - входен клапан 13, а в горната част - изходен клапан 14. По външната повърхност на магнитопроводящия цилиндричен съд 12 има електроизолационна подложка 15, върху нея е закрепена външна индукционна намотка 16, която отвън е защитена от магнитопроводящ екран 17 и топлоизолационен кожух 18. Вътре в съда 12 на индукционния нагревател 3 са разположени цилиндрични 19 и кръгови 20 разпределители на потока нагривана течност. Вътре в нагревателя 3, в неговия цилиндричен магнитопроводящ съд 12, е закрепена вътрешна индукционна намотка 21, затворена в херметичен тороидален цилиндричен корпус 22, който има отвътре и отвън електроизолиращи подложки 15. Ако в устройството има две (и повече) вътрешни индукционни намотки 21, затворени всяка в съответен корпус 22 с изолационни подложки 15, то тези намотки са закрепени механично в цилиндричния магнитопроводящ съд 12 концентрично една в друга с междина между тях или една над друга също с междина (непоказано на фигурите).

Приложение на изобретението

Действието на устройството е следното.

Устройството за индукционно нагриване на течности в тръбопровод в зависимост от приложението си се монтира в система за отопление или в система за снабдяване с топла вода. Устройството се включва към електрическата мрежа 220 V/380 V. Токът постъпва в

изправителя 1, който го преобразува в постоянен. Постоянният ток постъпва от изхода на изправителя 1 към входа на инвертора 2 и се преобразува във високочестотен променлив ток (10-20 КHz). От изхода на инвертора 2 високочестотният ток се подава на индукционния нагревател на течността 3, а именно на външната 16 и вътрешната 21 индукционна намотка, които чрез вихров ток бързо нагриват метала на цилиндричния магнитопроводящ съд 12 и корпуса 22 на намотката 21. От тях се нагриват пръстенните слоеве студена течност и тънките слоеве течност в междините между разпределителите на потока 19 или 20.

Магнитопроводящият екран 17, системата от електроизолиращи подложки 15 и топлоизолационният кожух 18 изпълняват освен изолираща, и енергоспестяваща функция.

За началното размесване на течността (принудителна конвекция) и за предотвратяване на нейното кипване се включва помпа 11, управлявана от блок 10 в зависимост от сигнала, подаван от блок 9 за сравнение на температурите, получен в него след анализ на сигналите, постъпващи от първия 5 (на входната 7 магистрала на тръбопровода) и от втория 6 (на изходната магистрала 8) термодатчик. След изравняване на температурите на течността в магистралите 7 и 8 помпата 11 се изключва чрез блока 10. По-късно помпата 11 може да се включи при задаване на по-висока температура за нагриване. Същевременно блокът за сравняване на температури 9 изработва управляващо напрежение, пропорционално на температурата на течността във входящия клапан 13. Сигнал от блока 9 постъпва към входа на управляващия блок 4 на инвертора 2.

Сигналът от изхода на блока 4 се подава на втория вход на инвертора 2, който съгласува големината на тока, захранващ намотки 16 и 21 на индукционния нагревател 3, с новия температурен режим. Така се постига стабилизация на температурата в тръбопровода. Потокът нагрива течност постъпва към потребителя през клапана 14. При достигане на зададената температура на течността в контура на тръбопровода консумираната от мрежата мощност на тока в устройството автоматично се понижава до нивото, необходимо за поддържане на баланса на температурите, задаван от блок 4 в автоматичен режим.

В зависимост от консумираната топлин-

на мощност в устройството могат да се включат една или няколко индукционни намотки 16 и 21 и съответно един или няколко разпределители на потока. Устройството осигурява граница на автоматичното регулиране на температурите от +5 до +95°C. За снабдяване с топла вода устройството осигурява бързо нагряване на изразходваната вода при по-малки енергозагуби при директно водоснабдяване или при използване на топлообменник.

Устройството е изпълнено със следната елементна база:

- изправителят 1 е изработен от диоди тип Д-132-40-8;

- инверторът 2 - от тиристори тип ТБ;

- термодатчиците 5, 6 - от термистори тип КМТ;

- управляващият блок 4 на инвертора, блокът 9 за сравнение на температури, управляващият блок 10 на помпата - от интегрални микросхеми тип К 140 УД-10 и транзистори КТ 315, КТ 815, КТ 817, КТ 117.

В устройството е използвана помпа 11 UPS 25-40 (или 25-60). Цилиндричният магнитопроводим съд 12 с клапани 13, 14, корпусът 20 на вътрешната индукционна намотка 21, разпределителите на потока течност 19, 20 са изпълнени от тънколистна безникелова феромагнитна неръждаема стомана марка "ДИ".

Магнитопроводящият екран 17 е с пориста основа (например стъклоvlakнеста тъкан), която е пропита с феритова паста марка "2000 НМ".

Индукционните намотки 16, 21 са от меден проводник с \varnothing 3-4 mm², покрит с изолация тип ПНСДКТ и ПНСДК, импрегнирана с температуроустойчиви лакове.

В устройството са използвани електроизолационни подложки 15 от тип "Меканит М-3".

Разработеното устройство отговаря на изискванията за степен на защита в закрити помещения, а по метод на защита от токов удар - на клас 0,1.

Патентни претенции

1. Устройство за индукционно нагряване на течности в тръбопровод, състоящо се от последователно съединен променливотоков регулатор, индукционен нагревател поне с една индукционна намотка (16) с електроизолираща подложка, обхващаща цилиндричен магнитопроводим съд с входен и изходен клапан към

тръбопровода, и от първи термодатчик, механично закрепен на изходната магистрала на тръбопровода, характеризиращо се с това, че в него като регулатор на променлив ток последователно са съединени изправител (1) и инвертор (2), чийто изход е свързан към електрическия вход на индукционния нагревател (3), вторият му вход - към изхода на блок (4) за управление на инвертора (2), като втори термодатчик (6) е механично закрепен към входната магистрала (8) на тръбопровода, а изходите на първия и втория термодатчик (5, 6) са съединени към входовете на блок за сравнение на температури (9), първият изход на който е свързан към входа на управляващия блок (4) на инвертора (2), а вторият - към вход на управляващ блок (10) на помпа (11), чийто изход е свързан към управляващия вход на помпата (11), като тя е механично закрепена към тръбопровода между входната (8) и изходната (7) магистрала, а в индукционния нагревател (3) поне една индукционна намотка (21), която е затворена в тороидален цилиндричен корпус (22) с електроизолиращи подложки (15), е разположена в цилиндричния магнитопроводящ съд (12), в който са закрепени поне един цилиндричен (19) и един кръгов (20) разпределител на потока от нагрявана течност, които са разположени по надлъжната и напречната ос на цилиндричния магнитопроводящ съд (12), като отвън цилиндричният нагревател (3) е затворен в магнитопроводящ екран (17) и в топлоизолиращ кожух (18), като цилиндричният магнитопроводящ съд (12), корпусът (22) на вътрешната индукционна намотка (21) и разпределителите (19, 20) на потока от нагрявана течност са от тънколистова феромагнитна стомана.

2. Устройство съгласно претенция 1, характеризиращо се с това, че в индукционния нагревател (3) има поне две вътрешни индукционни намотки (21), всяка от които е затворена в херметичен тороидален цилиндричен корпус (22), и те са закрепени в магнитопроводящия съд (12) концентрично една в друга с междина между тях.

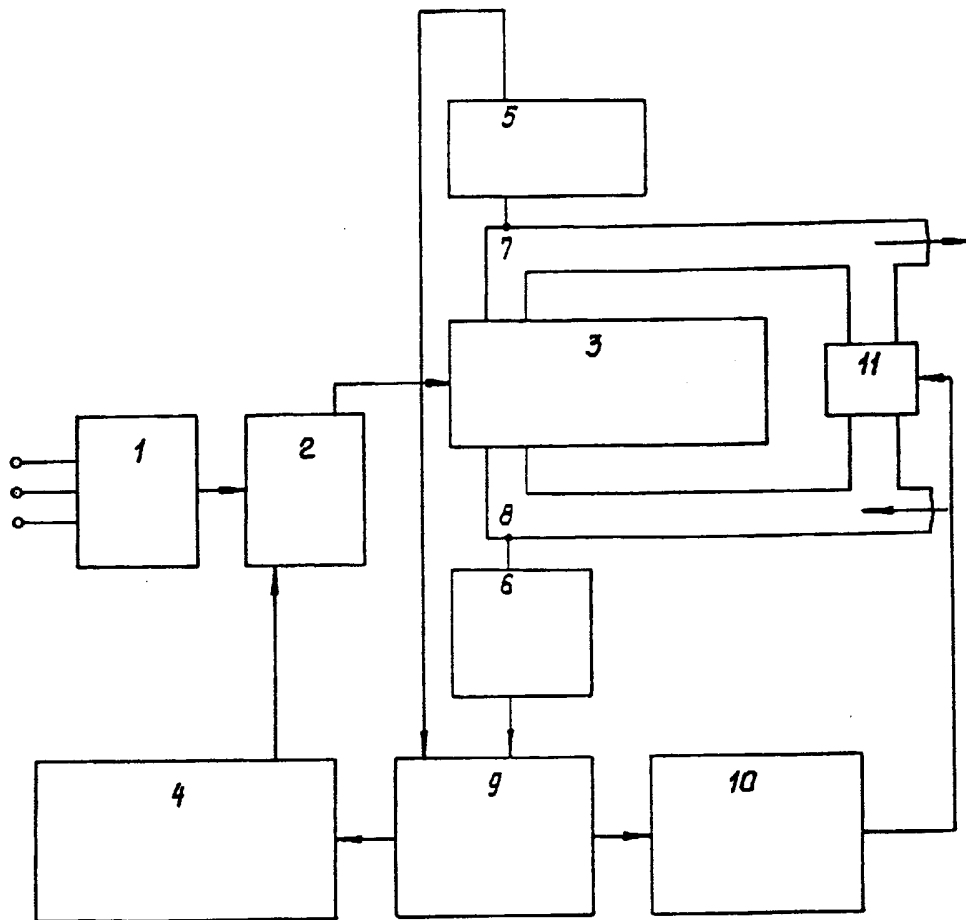
3. Устройство съгласно претенция 1, характеризиращо се с това, че в индукционния нагревател (3) има поне две вътрешни индукционни намотки (21), всяка от които е затворена в херметичен тороидален цилиндричен корпус (22), и те са закрепени в магнитопро-

водящая съд (12) една над друга с междина
между тях.

Приложение: 3 фигури

Литература

1. SU 1760653.
2. EP 0075811.
3. FR 25689083.
- 5 4. Кувалдин, А.Б., Индукционный нагрев ферромагнитной стали, М., Энергоатомиздат, 1988, с. 27.



Фиг 1

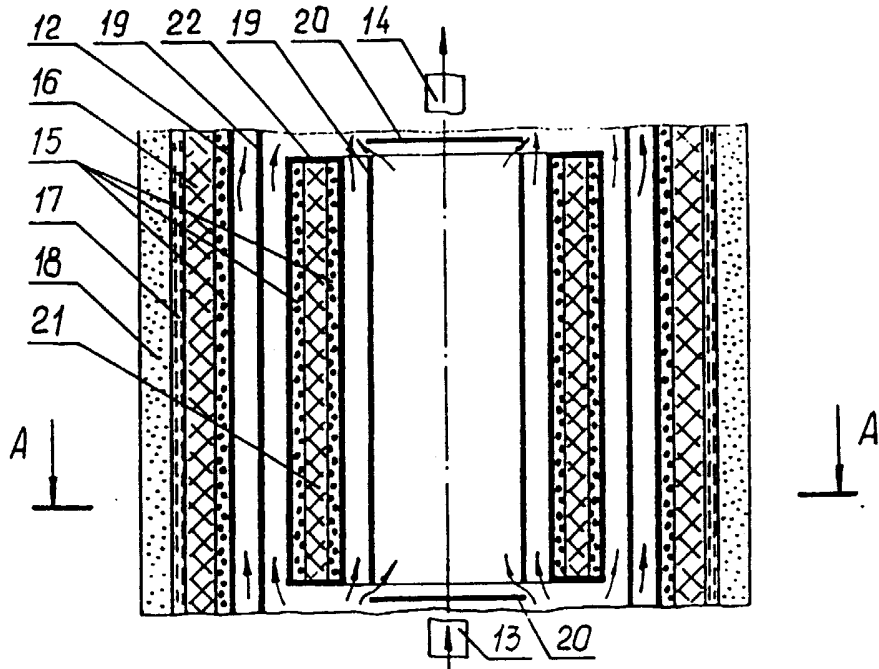
Издание на Патентното ведомство на Република България
1113 София, бул. "Д-р Г. М. Димитров" 52-Б

Експерт: М. Добрев

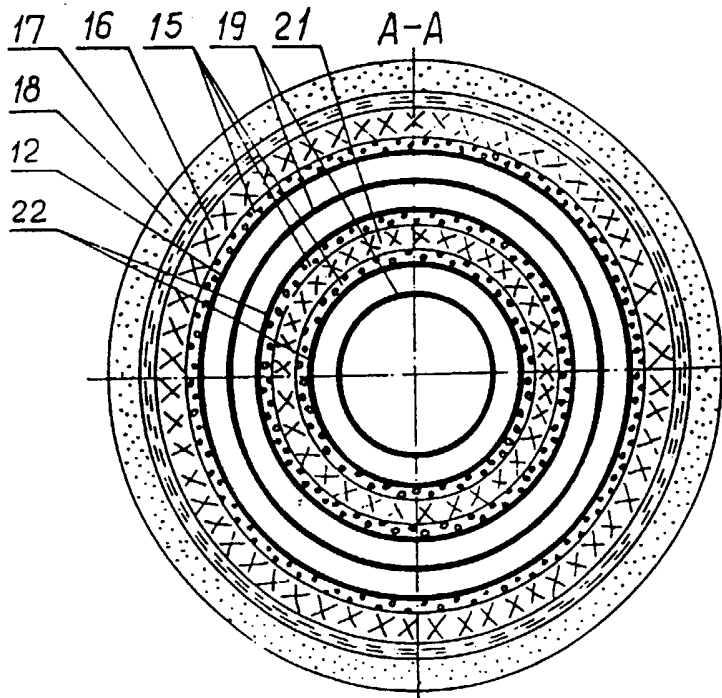
Редактор: А. Семерджиева

Пор. № 40234

Тираж: 40 MB



$\Phi_{u2.2}$



$\Phi_{u2.3}$