

Опубликовано по п. 48 Приложения №1
МАГНИТОДИНАМИЧЕСКИЙ СИЛОВОЙ ПРИВОД

Вергинский П.А. г. Усолье – Сибирское
pavel-35@mail.ru

Традиционная электротехника на основе классической электродинамики не могла увидеть возможностей спирально-конических обмоток, так как не только функциональные возможности, но даже конструктивные исполнения таких обмоток не являются самоочевидными с позиций классической электродинамики [1]. Действительно, используя в качестве силовой характеристики магнитного поля величину магнитного натяжения

[2]: $T = \frac{I}{2pr}$ (1), можно лаконично выразить величину плотности

энергии магнитного поля [3]: $W = m_o mT^2$ (2), которая сразу позволяет выразить величину магнитодинамического взаимодействия как производную от энергии по расстоянию:

$f = \frac{dW}{dr} = \frac{d(wV)}{dr} = \frac{C}{r^2}$ (3), где $C=Const$ вбирает в себя все

постоянные величины, которое открывает перспективы многочисленных технических решений на основе магнитодинамики [4]. Этот самоочевидный в магнитодинамике вывод (3) в классической электродинамике можно получить путём длительных преобразований, освобождаясь от величин напряженности и индукции магнитного поля. Действительно, так как энергию магнитного поля можно представить известным выражением [5]:

$W = \int_v \frac{BH}{2} dV$ (4), то для замкнутого магнитопровода с двумя

обмотками и одним воздушным зазором в магнитной цепи это выражение может быть записано из двух частей:

$W_{об} = W_{см} + W_{в} = V_{см} \int_0^B H_{см} dB + V_{в} \frac{B^2}{2m_o}$ (5). Из этого

выражения следует, что энергия поля в воздушном зазоре

выражается: $W_{в} = V_{в} \frac{B^2}{2m_o}$ (6). Обозначив токи I_1 и I_2 по

намагничивающим обмоткам из чисел витков N_1 и N_2 соответственно, можно выразить намагничивающую силу:

$$F = I_1 N_1 + I_2 N_2 \quad (7).$$

Тогда индукцию магнитного поля в воздушном зазоре можно

выразить: $B = \frac{F - H_{cm} l_{cm}}{h}$ (8), если обозначить: h - ширину

воздушного зазора, а l_{cm} - длину средней силовой линии в стальном сердечнике магнитопровода.

Таким образом, энергию магнитного поля в воздушном зазоре можно

выразить более подробно: $W_{\epsilon} = \frac{m_o}{2} \frac{V_{\epsilon}}{h^2} (F - H_{cm} l_{cm})^2$ (9).

Считая неизменными все параметры магнитной цепи кроме h - ширины воздушного зазора, можно выражение (6) переписать:

$$W_{\epsilon} = \frac{C}{h^2} \quad (10), \quad \text{где:} \quad C = \frac{m_o}{2} V_{\epsilon} (F - H_{cm} l_{cm})^2 \quad (11).$$

Если теперь воздушный зазор h разделить на n частей h_1 ,

сохранив общую ширину зазора по условию: $h = nh_1$ (12), то в силу закона сохранения энергии не вызывает сомнения равенство:

$$W_{\epsilon} = nW_{1\epsilon} \quad (13)$$

Тогда сила между полюсами зазора как производная этого выражения (13) может быть записана:

$$f_{об} = \frac{d}{dh} (W_{об}) = \frac{d(nW_{1\epsilon})}{d(nh_1)} = \frac{dW_{1\epsilon}}{dh_1} = \frac{C}{nh_1^2} = nf_1 \quad (14).$$

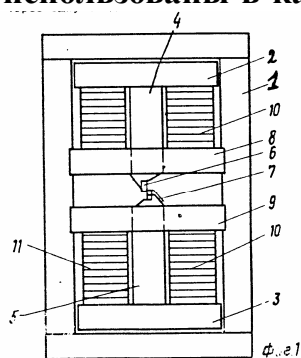
Из этой зависимости (14) очевидно следствие о неравнозначности магнитных усилий в магнитных цепях с разделенными воздушными зазорами в магнитопроводе при неизменной общей ширине первоначального зазора. Данный вывод позволяет конструктивное выполнение замкнутых магнитных цепей переменной длины в виде сердечников с периферийными обмотками, соединенных с источником тока по заданным схемам.

Такой магнитопровод переменной длины может быть использован в качестве магнитодинамического привода в машинах

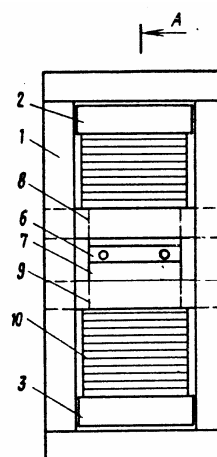
и механизмах. Так как все электротехнические параметры такого привода сравнимы с параметрами роторного привода, то магнитодинамический привод позволяет улучшить массово-габаритные показатели за счёт непосредственного преобразования электромагнитной энергии в механическую работу рабочего органа, то есть увеличить удельную мощность электропривода. Данная особенность на практике важна в так называемых тихоходных машинах и механизмах, где при малых скоростях необходимы высокие усилия. Роторные конструкции электропривода такие усилия развивают за счёт промежуточных преобразователей, редукторов, которые не только снижают общий к.п.д., но значительно ухудшают массово-габаритные показатели. Исторически первые электромашины с возвратно-поступательным движением обмоток [6] не получили распространения из-за крайне низкого к.п.д. вследствие большого рассеивания магнитного поля в единственном большом воздушном зазоре между полюсами электромагнита. Так как наш вывод (14) позволяет конструктивно исполнить магнитопровод переменной длины из большого числа электромагнитов с малыми воздушными зазорами между полюсами, то данное обстоятельство предотвращает рассеивание магнитного поля и обеспечивает к.п.д., сравнимый с к.п.д. роторных машин, но обладающих большой удельной мощностью. Изложенные выводы иллюстрируются серией изобретений автора.

1. НОЖНИЦЫ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА
по а. с. СССР № 1424988

Ножницы предназначены для резки проката, могут быть использованы в качестве штамповочного пресса



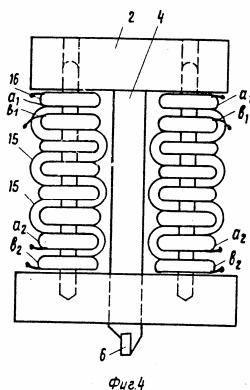
и т. п. На рис. 1 изображен общий вид ножниц, на рис. 2 – то же, вид сбоку, на рис. 3 – схема соединения обмоток привода ножниц, на рис. 4 – разрез по А-А рис. 3, на рис. 5 – принципиальная электросхема привода в



режиме работы магнитодинамического пресса. Ножницы содержат станину 1, в которой установлены подвижные верхняя 2 и нижняя 3 траверсы со штоками-держателями 4 и 5 ножей 6 и 7, проходящих через окна неподвижных траверс 8 и 9. Рис. 2 (фиг. 1 по [7])

Фиг. 2

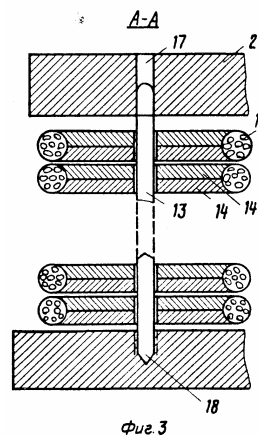
Привод ножиц выполнен в виде двух параллельных комплектов 10 парных дисков 11 с периферийными обмотками 12,



расположенных на направляющих стержнях 13. Диски 11 образованы тарелками 14 со скошенными внутрь кромками, в пазу между которыми уложена обмотка 12. Выводы обмотки 12 соединены в две чередующиеся дисками 11 отдельные цепи, соединенные в цепи проводами 15, а выводами 16 к источнику электропитания: одна цепь к источнику постоянного тока, а вторая – к источнику переменного тока. Стержни

Рис. 3 (фиг. 4 по [7])

13 через отверстия 17 уступовлены в резьбовых соединениях 18, а поверхности стержней 13 покрыта сухой смазкой. При включении электропитания обмоток



диски 11 переманчиваются и создают изменения линейных размеров комплектов 10 привода ножиц, что передаётся подвижным траверсам 2 и 3, несущих на себе штоки 4 и 5, снабженные рабочими инструментами, например, ножами, штампами с матрицами и т. п. Одна из возможных принципиальных электросхем

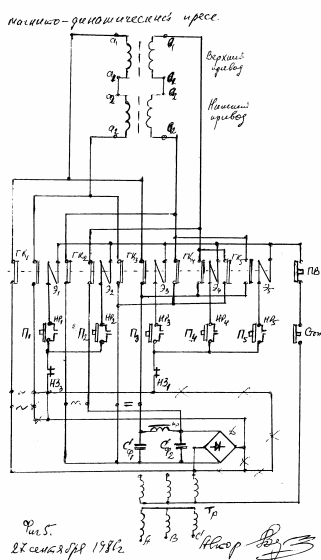


Рис. 5 (рис. 1 по []) ножиц в режиме работы пресса показана на рис. 5.

2. ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКИЙ НАСОС ПО ПАТЕНТУ №1498946 РФ

Перистальтический насос предназначен для перекачивания высоковязких агрессивных рабочих сред. На рис. 1 показан поперечный разрез насоса, на рис. 2 – вид сбоку радиального магнито-динамического двигателя, на рис. 3 – принципиальная электросхема питания насоса. Насос содержит цилиндрический корпус 1, в котором по внутренней поверхности установлен эластичный шланг 2, взаимодействующий с гибким деформируемым ротором 3, имеющем магнитодинамический привод 4, подключенный к источнику 5 электропитания переменным током. Привод 4 выполнен в виде трёх расположенных через равные углы

магнитодинамических линейных двигателей 6, образованных установленными на направляющих стержнях 7 с возможностью относительного смещения магнитными дисками 8 с периферийными обмотками 9, соединенных через одну между собой в две группы, одна из которых подключена к источнику электропитания 5 через выпрямитель 10, например, по мостовой схеме. Одни из концов стержней 7 двигателей 6 закреплены на центральной корпусной детали 11, а на вторых концах установлены с возможностью нажимные элементы в виде роликов 12. Эластичный шланг 2 выполнен из коррозионностойкого материала с компенсаторами 13 по боковым образующим.

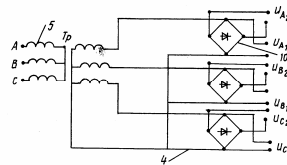
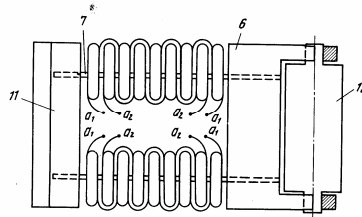
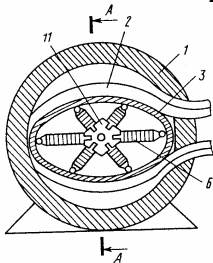


Рис. 1(Фиг.2 по [8]) Рис. 2(Фиг.4 по [8]) Рис. 1(Фиг.6 по [8])

При подаче электропитания на обмотки 9 диски 8 перемещаются с частотой переменного тока, обеспечивая изменения длины линейных двигателей 6, которые образуют вращение волны деформации гибкого ротора 3, пережимая эластичный шланг 2 в двух диаметрально противоположных сечениях, между которыми образуются бегущие по шлангу 2 рабочие камеры, перемещающие рабочую среду от входа к выходу насоса. Утолщения-компенсаторы 13 снижают напряжение в изгибе стенок шланга 2 деформаций по боковым образующим, обеспечивая длительные сроки эксплуатации.

3. МАГНИТОДИНАМИЧЕСКИЙ ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКИЙ НАСОС ПО ПАТЕНТУ № 1574906

Насос по патенту № 11574906 РФ по сравнению с насосом по патенту №1498946 РФ повысить к.п.д., мощность и производительность за счёт предотвращения промежуточных преобразователей движения. На рис. 1 показан поперечный разрез насоса, а на рис. 2 – его продольный разрез диаметральной плоскостью..

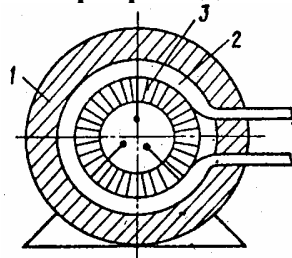


Рис. 1 (Фиг. 1 по [9])

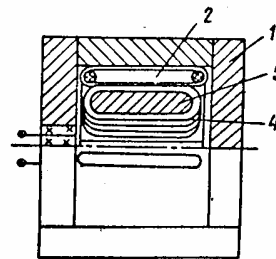


Рис. 1 (Фиг. 2 по [9])

Насос содержит цилиндрический корпус 1, в котором по внутренней поверхности установлен эластичный шланг 2, взаимодействующий с гибким деформируемым ротором 3, имеющим размещенный внутри него магнитодинамический привод 4 в виде установленных с возможностью относительного смещения на гибких направляющих кольцевых элементах 5, по меньшей мере, трёх сдвоенных наборов магнитных сердечников 6 с периферийными обмотками 7, включенных через одну в две группы 8 и 9, одна из которых подключена к источнику постоянного тока, а вторая к источнику переменного тока. При подаче электропитания на обмотки 7 происходит перемагничивание сердечников 6, сопровождающееся изменением длин фазных участков гибкого ротора, образуя по его поверхности бегущую волну деформации, которая пережимает шланг 2 в двух диаметрально противоположных сечениях, между которыми образуются бегущие по шлангу 2 рабочие камеры, перемещающие рабочую среду от входа к выходу насоса.

4. МАГНИТО - ДИНАМИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ - ГЕНЕРАТОР
ПО ЗАЯВКАМ № 3911730 / 07 – 4073321 / 07 РОСПАТЕНТА

Двигатель-генератор представляет собой машину возвратно-поступательного движения обмоток относительно друг друга, поэтому может быть использована в качестве тихоходной электромашины с регулируемыми в широких пределах параметрами.

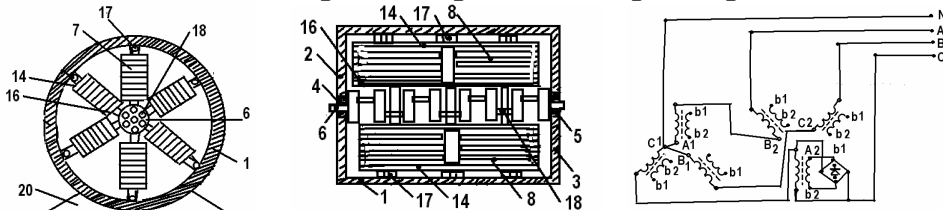


Рис. 1 (фиг. 2 по [3]) Рис. 2 (фиг. 1 по [3]) Рис. 3 (фиг. 5 по [3])

На рис. 1 показан поперечный разрез электромашин, на рис. 2 - её продольный разрез, а на рис. 3 представлена принципиальная электросхема двигателя-генератора с обмотками, соединенными по схеме звезда-зигзаг. На рис. 4 показан вид магнито-динамического шатуна сбоку, а на рис. 5 разрез одного ряда шатуна по его оси.

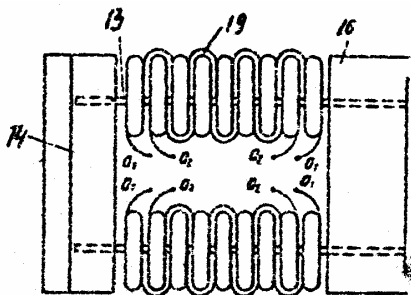


Рис. 4 (фиг. 3 по [3])

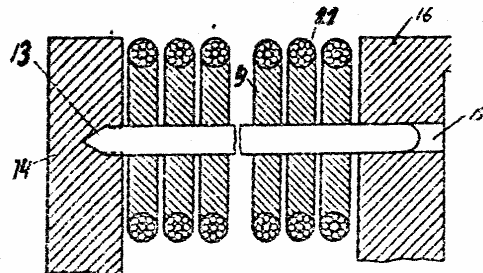


Рис. 5 (фиг. 4 по [3])

Двигатель-генератор состоит из цилиндрического корпуса 1, в торцовых крышках 2 и 3 которого установлены подшипники 4 и 5, в которых на коленчатом валу 6 размещены магнито-динамические шатуны 7, соединенные между собой в две симметричные системы в противофазе друг другу. Каждый шатун 7 содержит по два столба 8 листов 9 из тарелок 10 с периферийными обмотками 11. Листы 9 имеют отверстия 12 для направляющих стержней 13 между неподвижным якорем 14 и сквозным отверстием 15 подвижного якоря 16. Якори 14 шарнирами 17 и укреплены к корпусу 1, а якори 16 шарнирами 18 соединены с коленвалом 6. Обмотки 11 проводами 19 соединены в две системы чередующихся дисков листов 9 по заданной схеме: одна система - к источнику постоянного тока, а вторая - к источнику переменного тока. В сборе машина укреплена на станине 20. В варианте исполнения генератора при вращении от привода коленвала 6 шатуны 7 периодически изменяют свои линейные размеры, изменяя соответственно и величины зазоров между листами 9 с обмотками 11. В результате при протекании по обмоткам возбуждения постоянного тока в генераторе индуцируется переменный ток заданной частоты, определяемой скоростью вращения коленвала 6. В варианте исполнения двигателя на обмотки переменного тока подаётся переменное напряжение заданной частоты, что приводит к периодическому перемагничиванию листов 9, изменяя взаимодействие листов переменного тока с листами постоянного тока, что приводит к периодическому изменению линейных размеров шатунов 7, создавая вращение коленвала 6 с заданной скоростью, определяемой частотой переменного тока электропитания двигателя.

5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СПТГ ПО ПАТЕНТУ № 1570617 РФ

Электрический генератор представляет СПТГ с неподвижными криостатом и соединением с рефрижераторной установкой. На рис. 1

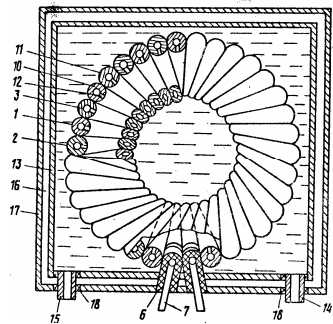


Рис. 1 (фиг. 1 по [10])

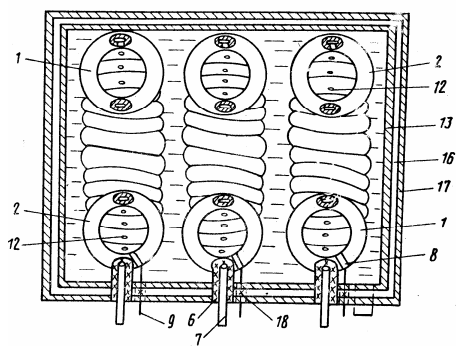


Рис. 2 (фиг. 2 по [10])

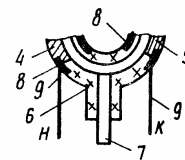


Рис. 3 (фиг. 3 по [10])

показан разрез криостата с видом обмотки генератора с $\frac{1}{4}$ выреза, на рис. 2 показан поперечный разрез криостата по всем обмоткам, на рис. 3 – схема устройства токоподвода и хладагента СПТГ [8].

Генератор содержит тороидальные бмотки якоря 1 и возбуждения 2, выполненные из трубчатого провода 3 с чередующимися витками, концы которых 4 и 5 с помощью изолирующего тройника 6 присоединены к отводу 7 криогенной установки. Обжимные кольца 8 с токоотводами 9 соединены со схемой электропитания обмоток возбуждения и электросетью нагрузки по заданной схеме. Сверхпроводящий слой 10 на проводе 3 закреплен эпоксидной плёнкой 11. Витки обмоток 1 и 2 имеют отверстия 12 внутри полости торов обмоток и плотно прижаты друг к другу. Общий тор обмоток 1 и 2 помещен в стационарный криостат 13 с выводами - патрубками 14 и 15, между криостатом 13 и внешним магнитным экраном 17 выполнена вакуумная изоляция 16. Выводы 9 обмоток 1 и 2 через пробки 18 подсоединены к электросхеме сети. После захлаживания генератора от внешнего источника постоянного тока подаётся напряжение возбуждения, после образования тока возбуждения последний может быть «заморожен», а внешний источник тока возбуждения отключен. При подаче хладагента импульсами давления в полость торов обмоток 1 и 2 последние раздвигаются, совершая возвратно-поступательное движение относительно друг друга, что приводит к образованию ЭДС индукции в обмотке якоря, создавая напряжение на выходе СПТГ.

6. ВИНТОВАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА ПО ПАТЕНТУ № 1823092 РФ

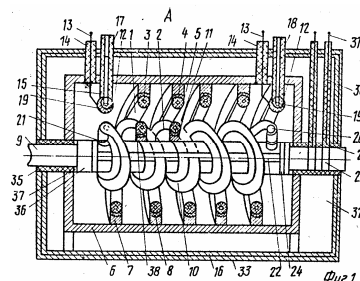


Рис.1 (фиг.1 по [11])

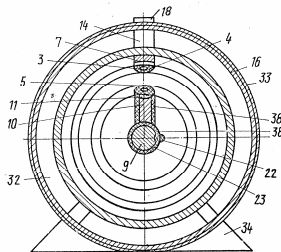


Рис.2 (фиг.2 по [11])

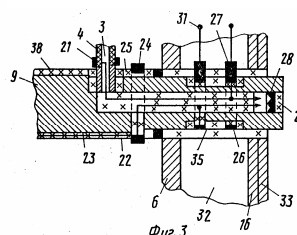


Рис.3 (фиг.3 по [11])

В отличие от СПТГ по патенту № 1570617 РФ винтовая электрическая машина по патенту № 1823092 РФ обратима, то есть конструктивно исполняется и в качестве электрогенератора, и в качестве электродвигателя, являясь вместе с этим СПТГ с неподвижным криостатом, соединенным со стационарным рефрижератором неподвижным трубопроводом. На рис. 1 показан продольный разрез винтовой электрической машины, на рис. 2 – её поперечный разрез, на рис. 3 – разрез по оси коммутационного узла электрической машины.

Электромашинa состоит из обмотки статора 1 и ротора 2 в виде обмоток цилиндрических спиралей (винтовых линий) из трубчатого провода 3, на поверхности которого нанесен слой сверхпроводящего проводника 4, закрепленного эпоксидной плёнкой 5. Статорная обмотка 1 закреплена на стенках криостата 6 винтовыми упорами 7 с теплоизоляцией 8. Роторная обмотка 2 закреплена на валу 9 винтовыми упорами 10 с теплоизоляцией 11. С помощью обжимных колец 12 выполнены токоотводы 13 обмотки 1 через пробки 14. Пробки 15 выводят наружу корпуса 16 патрубки 17 и 18 для соединения с рефрижератором. Трубчатые провода 3 винтовых обмоток 1 и 2 снабжены отверстиями 19 и 20 в полость криостата 6. Обмотка 2 обжимными кольцами 21 на коаксиальной прокладке 22 с прокладкой 23, обрубком 24 с прокладкой 25 выведена к токоотводам со скользящими контактами в виде колец 26 и щеток 27, которые шунтированы подвижной перемычкой 28 на пробке 29. Через пробки 30 щетки 27 имеют выводы 31. Криостат 6 имеет вакуумную термоизоляцию 32 и помещен внутри магнитного экрана 33, размещенного на основании 34. Между подшипниками 35 и упорными выточками 36 вала 9 помещены упорные шайбы 37, поверхность вала 9 покрыта изолирующим слоем 39.

После захолаживания машины осуществляется запуск обмотки возбуждения 2 от внешнего источника постоянного тока через выводы 31, после чего при достижении заданной МДС ток возбуждения может быть заморожен путём закорачивания обмотки 2 перемычкой 28 на пробке 29. При вращении ротора от первичного двигателя (турбины) витки обмотки 2 возбуждения, перемещаясь относительно витков обмотки 1 статора, индуцируют в ней ЭДС, создавая на выводных клеммах 13 напряжение заданной частоты, определяемой скоростью вращения вала 9. При подаче на клеммы 13 внешнего электрического переменного напряжения заданной частоты по обмотке 1 создаётся электрический ток, который взаимодействует с током возбуждения по обмотке 2, образуя вращающий момент заданного направления и величины.

7. МАГНИТО - ДИНАМИЧЕСКОЕ СВАРОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ПО ПАТЕНТУ № 2041779 РФ

Устройство предназначено для сварки труб встык и может быть использовано на монтаже и ремонтных работах трубопроводных магистралей, для сварки труб в труднодоступных местах и неповоротных стыков. На рис. 1 показан вид устройства с торца, на рис. 2 – поперечный разрез устройства плоскостью по стыку

свариваемых труб. Устройство состоит из двух идентичных створок 1 и 2 индуктора с кольцевой коаксиальной обмоткой 3, уложенной в пазу 4 на внутренней стороне створок 1 и 2 и закрытой щитками 5. Обмотка 3 состоит из двух полуобмоток из полувитков, соединенных между собой жилами в петле 6, выведенной за шарнирные соединения 7 и 8 и контактами штепсельного разъёма 9 на пластинах 10 со штепселями 11. Начало 12 и конец 13 обмотки 2 выведены на клеммную колодку 14 для подключения к источнику

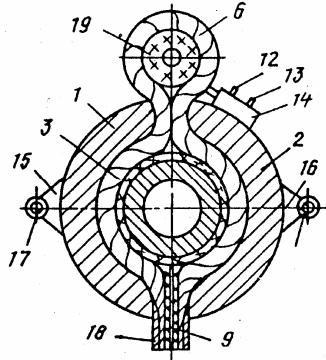


Рис.1 (фиг. 1 по [12])

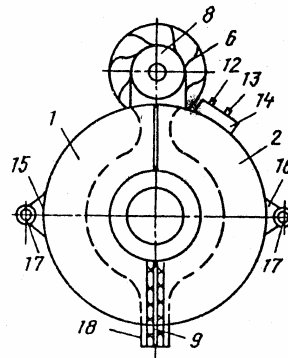


Рис.2 (фиг. 3 по [12])

электропитания переменным током. Снаружи на створках 1 и 2 выполнены кронштейны 15 и 16 с шарнирами 17 для присоединения манипуляторов, на концах створок 1 и 2 выполнены губки 18 для пластин 10 штепсельного разъёма 9, внутри петли 6 помещен изолирующая втулка 19. После обхвата стыка 20 свариваемых труб створками 1 и 2 индуктора включается электропитание обмотки 3, которая является первичной обмоткой трансформатора, вторичной обмоткой которого служат кромки свариваемых труб 20, поэтому в них индуцируются короткозамкнутые поверхностные кольцевые токи, оплавливающие свариваемые кромки. Силами Ампера индукционные кольцевые токи стягивают оплавленный металл кромок в зазор шва, где он удерживается силами поверхностного натяжения, а после выключения электропитания затвердевает, образуя сварной шов по всему периметру стыка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как видим, сокращенно изложенные выше устройства по патентам РФ №№ 1424998, 1498946, 1574906, 1570617, 1823092, 2041779 можно продолжать ещё долго другими изобретениями автора по [3], которые убедительно подтверждают преимущества электросиловых устройств, использующих наш фундаментальный вывод (14):

$$f_{об} = \frac{d}{dh} (W_{об}) = \frac{d(nW_1 \epsilon)}{d(nh_1)} = \frac{dW_{1\epsilon}}{dh_1} = \frac{C}{nh_1^2} = nf_1 \quad (14),$$

являющийся частным следствием одного из фундаментальных

выводов магнитодинамики: $f = \frac{dW}{dr} = \frac{d(wV)}{dr} = \frac{C}{r^2} \quad (3).$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вергинский П.А. К вопросу о полноте аксиоматики физических теорий // Вестник ИРО АН ВШ РФ № (1) 4, Иркутск, БГУЭП, 2004.
2. Вергинский П. А. «К магнитодинамике электризации вращающегося магнита» // ж. «Электротехника» № 4 / 98, стр.47-49.
3. Вергинский П.А. I. Магнитодинамика . г. Усолье-Сибирское. 1993.
4. Вергинский П.А. Оптимизация электромеханических систем методами магнитодинамики//Сб. V «Сибресурс», Иркутск, 2002.
5. Нейман Л. Р. и Демирчян К. С. Теоретические основы электротехники, Л., «Энергия», 1967.
6. Гусев С. А. Очерки по истории развития электрических машин, М.-Л., Госэнергоиздат, 1955 г., стр. 32 и др.
7. Вергинский П.А. Ножницы для разделения материала // Патент № 1424998 РФ, БИ № 35 / 88.
8. Вергинский П. А. Перистальтический насос // Патент № 1498946 РФ, БИ № 29 / 89
9. Вергинский П.А. Магнито-динамический перистальтический насос // Патент РФ №1574906 , БИ № 24 / 90.
10. Вергинский П. А. Электрический генератор // Патент № 1570617 РФ, БИ № 2/ 95.
11. Вергинский П. А. Винтовая электрическая машина// Патент № 1823092 РФ, БИ № 23/ 93.
12. Вергинский П.А. Магнито-динамическое сварочное устройство // Патент РФ №2041779, БИ № 23 / 95.