

Опубликовано по п. 35 Приложения №1
ПРАКТИЧЕСКИЕ ДИАПАЗОНЫ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА
 Вертинский П. А. г. Усолье-Сибирское
 pavel-35@mail.ru

Введение.

Как известно, согласно современным представлениям гидродинамической теории суперпозиция ударных волн в среде не вызывает образования потоков данной среды, сопровождаясь лишь передачей энергии волн без перемещения вещества в среде [1]. За исторический период после фундаментальных трактатов Д. Бернулли «Гидродинамика» / 1738 г./ и Л. Эйлера «Общие принципы движения жидкости» /1755 г./ в гидродинамике сформировалась система уравнений движения сплошной среды (жидкости или газа), которая рассматривает среду изотропной и гиротропной :

$$\frac{d\bar{v}}{dt} = \bar{F} - \frac{1}{r} \text{grad}r \quad (1)$$

$$\text{div } \bar{v} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{dr}{dt} = 0 \quad (3)$$

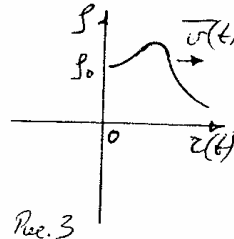
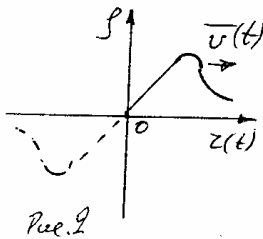
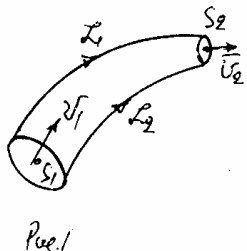
Для практических расчетов установившихся движений несжимаемой жидкости на основе уравнений (1),(2) и (3) широко используется первый интеграл Бернулли, частное решение которого для трубки тока как на рис.1 можно записать :

$$\frac{v^2}{2} + \frac{p}{r} + gh = \text{Const} \quad (4)$$

По существу уравнение (4) выражает собой закон сохранения энергии в трубке тока среды, что совершенно справедливо в условиях невмешательства извне в энергетический баланс данной трубки тока. Именно поэтому, Б.Риман еще в 1860 году в своем мемуаре «О распространении плоских волн конечной амплитуды», рассматривая распространение возмущений в среде, пришел к выводу об образовании ударных волн в баротропных средах, так как :

$$x = tc(r) + j(r) \quad (5)$$

В соответствии с выводом (5) распространение возмущений плотности среды можно представить графически как на рис.2, но с учетом второго начала термодинамики волны разрежения невозможны, поэтому реально выполняется лишь правая часть графика, то есть зависимость как на рис.3.



Такие возмущения в среде называются акустическими, а описывающая их теория является линейной, не позволяя рассматривать импульсные явления с образованием в среде паро – газо - вакуумных полостей, когда жидкость уже нельзя рассматривать сплошной несжимаемой средой. Рассматривая такие импульсные явления в среде с позиций газовой динамики, на основе законов сохранения массы, импульса и энергии, мы придем к известным соотношениям Ренкина – Гюнио

[1], которые для плоского случая в неподвижной системе координат могут быть представлены :

$$r_1(D - U_1) = r_2(D - U_2) \quad (6)$$

$$P_1 + r_1 U_1(D - U_1) = P_2 + r_2 U_2(D - U_2) \quad (7)$$

$$e_1 - e_2 = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (8)$$

где : D - скорость ударной волны , U - скорость среды ,

а r , P , e - соответственно плотность , давление и удельная внутренняя энергия жидкости. Здесь индексами 1 и 2 обозначены соответственно состояния среды по обе стороны поверхности разрыва. В частном случае для покоящейся перед ударной волной среды , когда $U_1 = 0$ (9)

имеем следствия : $r_1 D = r_2(D - U_2)$ (10)

$$P_1 = P_2 + r_2 U_2 (D - U_2) \quad (11)$$

и $e_1 - e_2 = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ (12)

Отсюда следует вывод о том, что при условии образования ударной волны , то есть когда $D \neq 0$ (13), то имеет место $U_2 > 0$ (14)

Таким образом, импульсная ударная волна порождает движение сплошной среды во все стороны , то есть взрыв, который может быть направлен , например, неоднородностью среды или специальными техническими приспособлениями (отражателями , экранами и т.п.), то есть , рассматривая импульсные ударные волны с позиций нелинейной газовой динамики , мы приходим к возможности образования направленного выброса среды в различных направлениях системой единичных взрывов, которые не могут здесь рассматриваться в качестве непрерывных потоков данной среды, что и подтверждается следствием (14) из соотношений Ренкина - Гюгонио.

Вместе с тем, как это обнаружилось в изучении электрогидравлического эффекта [1] с помощью последнего представляется новая возможность техническими средствами подводить энергию в поток среды с установившимся движением , оказывая тем самым влияние на энергетический баланс заданной области среды. Более того, получили практическое применение различные устройства в виде сосудов, полостей, отражающих поверхностей и т.п. , с помощью которых формируются кумулятивные струи жидкости под действием ЭГЭ [2].

Так как в работах автора [3], [4], [5] и др. предпочтение отдается лишь техническим решением с использованием кумулятивного электрогидравлического эффекта (двигателей, насосов и т.п.), то здесь необходимо привести несколько примеров технических решений , в которых технический результат достигается за счёт применения упомянутых устройств.

1.Способ разрушения ледяного покрова по патенту № 1600204 РФ [6]

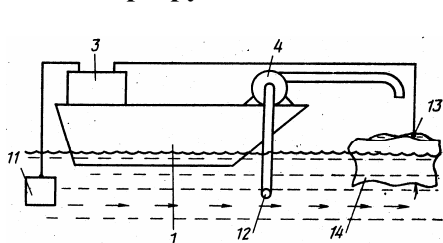


Рис. 1 - 1

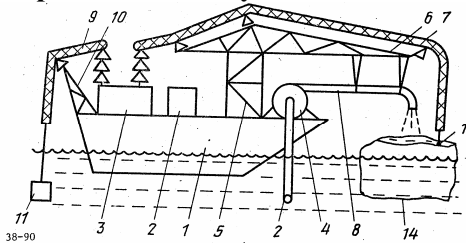


Рис.1 - 2

Изобретение предназначено для расширения навигационных сроков в полярных широтах и включает в себя установку для электрогидравлического разрушения ледяного покрова.

На рис. 1 – 1 приведена принципиальная электросхема установки, а на рис. 1 – 2 показана схема установки в процессе работы.

Установка размещена на борту судна 1 ледокольного типа и включает в себя энергоустановку 2, блок электропитания 3, насосную установку 4, опору 5 со стрелой 6, на которой вынесены конец кабеля 7 от блока электропитания 3 и конец шланга 8 от насосной установки 4. Конец кабеля 9 противоположного полюса с помощью дополнительной опоры 10 опущен в воду за бортом и там присоединен к пластине - электроду 11. Конец шланга 12 от всасывающего патрубка насосной установки 4 также опущен в воду за борт и служит водозабором. На конце кабеля 7 присоединен массивный электрод 13, например, шарообразной формы, который размещается на разрушаемой льдине 14.

При подходе судна к льдине 14 насосной установкой 4 забортная вода заливается на льдину 14, на неё устанавливается электрод 13 и включается электрический разряд по поверхности льдины 14 и её микротрещинам, который разрушает её на мелкие куски, позволяя судну продолжать продвижение по курсу до встречи с очередной льдиной 14 для повторения способа по описанному.

2. Электроискровой пflug по патенту № 1428225 РФ [7]

Изобретение позволяет развивать высокую производительность на переувлажненных плантациях и предназначено для безотвальной обработки почвы.

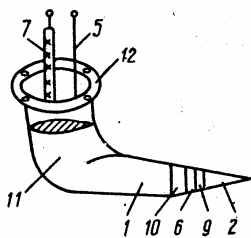


Рис. 2 – 1

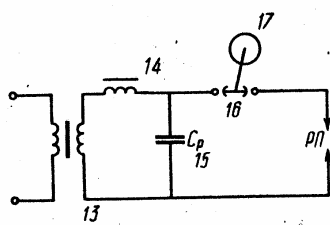


Рис. 2 – 2

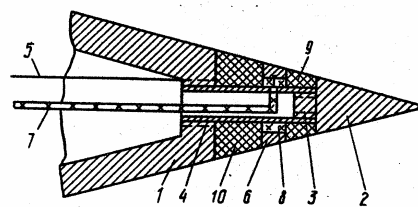


Рис. 2 – 3

На рис. 2 – 1 показан общий вид плуга сбоку, на рис. 2 – 2 - его принципиальная электросхема, а на рис. 2 – 3 - продольный разрез корпуса плуга по оси.

Пflug состоит из корпуса 1, на котором размещен конический электрод 2, электрически соединенный пробкой 3, трубкой 4 и проводом 5 с источником электропитания на борту машины. Второй электрод в виде кольца 6 с выводом 7 на изоляторе 8 и изолирующих прокладках 9 и 10 образует с первым электродом 2 электроразрядную пару. Корпус 1 плуга прикреплен к несущей стойке плуга (не показана) с помощью вертикального ножа 11 с бортиком 12.

Источник электропитания состоит из типового генератора переменного тока (не показан), трансформатора 13, дросселя 14, батареи конденсаторов 15 и формирователя разрядов 16 с двигателем 17.

При включении электропитания на заглубленный пflug между электродами 2 и 6 с частотой, определяемой скоростью вращения двигателя 17, осуществляются электрические разряды через почвенный слой, ударные волны от которых разрыхляют почву, одновременно облегчая продвижение плуга по ходу машины.

Регулируя скорость разрядов и величину электрического напряжения в зависимости от конкретных условий эксплуатации, достигается оптимальный режим обработки почвы.

3. Электрогидравлический судовой движитель по патенту № 1213645РФ [8].

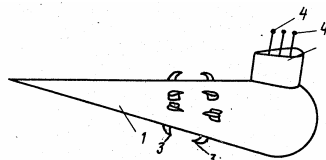


Рис. 3 – 1

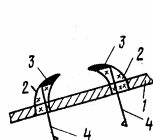


Рис.3 – 2

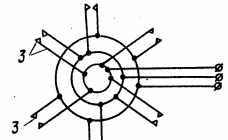


Рис. 3 - 3

Изобретение предназначено для сообщения движения судам преимущественно подводного типа. На рис.3 – 1 показан общий вид движителя сбоку, на рис.3 – 2 показана схема монтажа разрядных электродов, а на рис. 3 – 3 приведена принципиальная электросхема движителя.

Движитель содержит обтекаемый корпус 1, на конической части которого в пробках 2 размещены электроразрядники 3 с выводами 4, соединенные с источником многофазного электрического напряжения на борту судна. Схема соединения разрядников 3 выполнена фазными парами с диаметрально противоположных сторон корпуса 1.

При включении электропитания на разрядники 3 между электродами через воду возникают электрические разряды, ударные волны которых одновременно с противоположных сторон корпуса 1 осуществляют давление на его коническую поверхность, создавая тягу по оси корпуса в течение всего времени электропитания.

4. Сопло ракетного двигателя по патенту № 2041376 РФ[9].

Изобретение предназначено для повышения тяги реактивных двигателей различных конструкций и может быть использовано в космонавтике и реактивной авиации с целью снижения расхода рабочего вещества, например, в условиях применения в качестве бортовых энергоустановок ядерных реакторов.

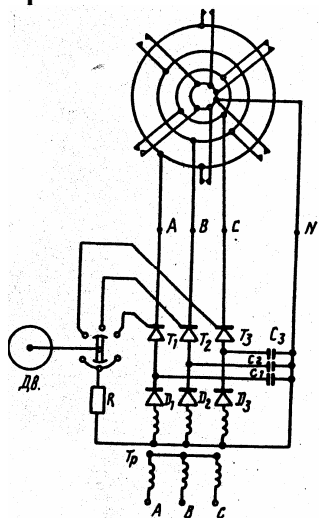


Рис. 4 – 1

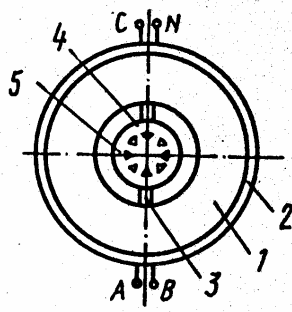


Рис. 4 – 2

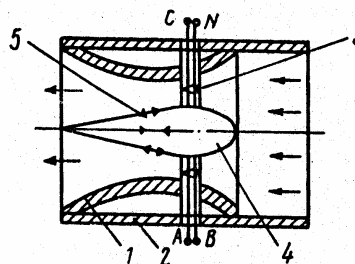


Рис. 4 – 3

На рис. 4 – 1 показана принципиальная электросхема сопла, а на рис. 4 – 2 и рис. 4 - 3 соответственно поперечный и продольный разрезы сопла диаметральными плоскостями.

Сопло 1 сверхзвукового профиля размещено в корпусе 2, внутри сопла 1 на кронштейнах 3 обтекаемого сечения соосно укреплен отражатель 4 обтекаемого профиля основанием к выходу сопла 1. По кольцевому сечению отражателя 4 на его конической части размещены электроразрядные пары электродов 5 многофазной системы по две однофазных пары электродов с диаметрально противоположных сторон отражателя 4, которые соединены с источником многофазного импульсного тока на тиристорах T_1, T_2, T_3 , в цепь управления которых включен формирователь разрядов с регулируемой частотой (скважностью), например, с помощью управляемого электродвигателя Дв. с коммутационной системой в цепи управления тиристоров.

При включении электропитания разрядников 5 на отражателе 4 между электродами фазных пар через рабочую среду реактивной струи осуществляются электрические разряды в заданной посредством управляемой двигателем Дв. скважности. В результате давления ударных волн от электрических разрядов одновременно с противоположных диаметрально сторон отражателя 4 возрастает

тяги двигателя с соответствующим увеличением скорости истечения реактивной струи из сопла 1.

5. Насос электрогидравлический по заявке № 4167272 /29 Роспатента [1]

Насос предназначен для создания напора в агрессивных рабочих средах, поэтому может быть использован в электрометаллургии алюминия, в энергетике для гидрозолоудаления и т.п.

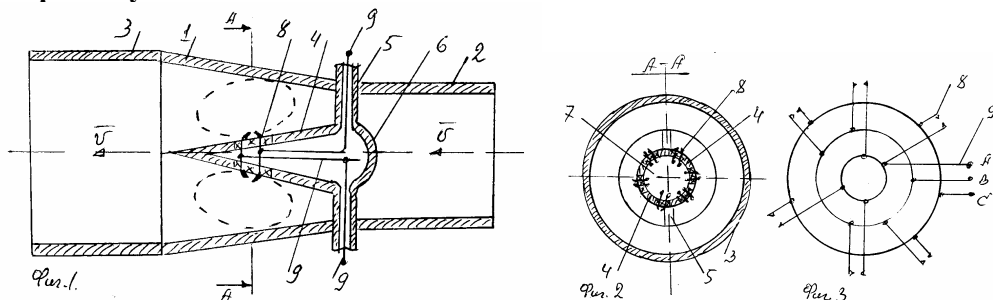


Рис. 5-1 (Фиг.1 с.41 по [1]) Рис. 5-2 (Фиг.2 с.41 по [1]) Рис. 5-3 (Фиг.3 с.41 по [1])

На рис. 5 – 1 показан продольный разрез насоса по его оси, на рис. 5 – 2 показан поперечный разрез отражателя по кольцевому сечению разрядников, а на рис. 5 – 3 приведена принципиальная электросхема насоса.

Насос состоит из конического корпуса 1 с входом 2 и выходом 3, внутри которого соосно размещен конический отражатель 4 на кронштейнах 5 обтекаемого сечения, снабженный сферическим основанием 6. Направления растворов конусов корпуса 1 и отражателя 4 выполнены противоположными, образуя рабочую камеру между двумя коническими поверхностями 1 и 4. На отражателе 4 в электроизолирующих пробках 7 укреплены электроразрядные фазные пары электродов 8, соединенные диаметрально противоположными парами к соответствующим фазам многофазного источника электропитания с помощью электроизолированных проводов 9 в полостях кронштейнов 5.

При включении электропитания на разрядники 8 ударные волны от электрических разрядов через рабочую среду создают с противоположных сторон отражателя 4 общий фронт в направлении выхода из насоса, проталкивая рабочую среду вдоль канала насоса.

6. Электрогидравлический прожектор по заявке № 3884509 /25 Роспатента [1]

Изобретение представляет собой мощный излучатель акустических волн, генерируемых электрогидравлическими разрядами, поэтому оно может быть использовано для подводных разработок грунта, при расчистке фарватеров, взлома ледовых покровов и т.п. работ.

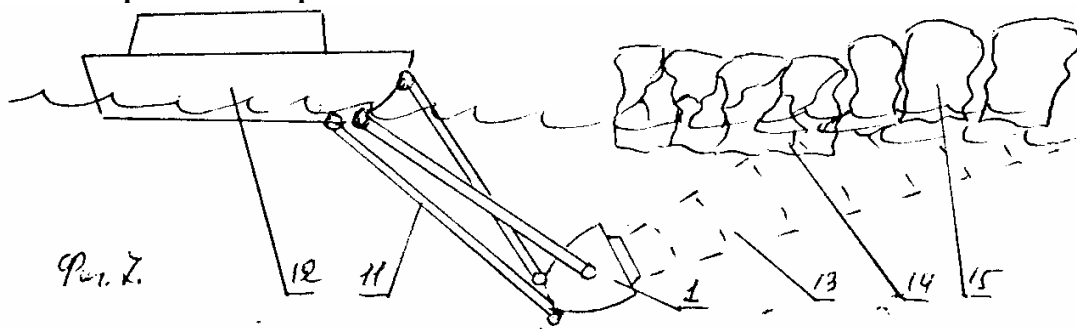


Рис. 6 - 1(Фиг.7 с.85 по [1])

На рис. 6 – 1 показан вариант схемы работы прожектора в качестве ледолома , на рис. 6 – 2, рис. 6 - 3 и рис.6 - 4 соответственно показаны общий вид сбоку корпуса

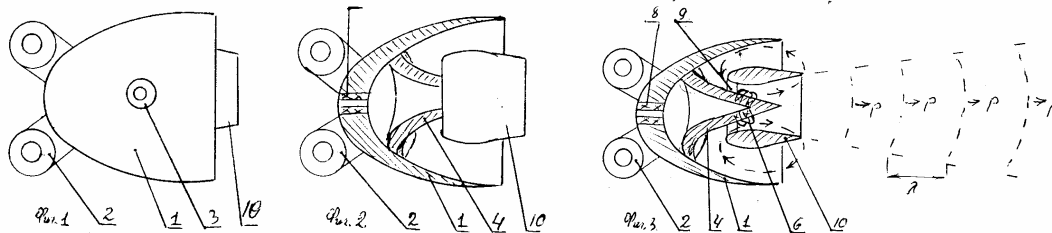


Рис. 6-2 (Фиг.1 с.85 по [1]) Рис. 6-3 (Фиг.2 с.85 по [1]) Рис. 6-4 (Фиг.7 с.85 по [1])
 прожектора, разрез по оси прожектора (сопло на рис. 6-3 условно не разрезано) и
 схема образования луча ударных волн , на рис. 6 – 5 и рис. 6 – 6 показаны схема
 монтажа электродов на отражателе и внешний вид сбоку отражателя с электродами,
 а на рис. 6 – 7 принципиальная электросхема прожектора.

Прожектор состоит из корпуса – чаши 1 с проушинами 2 и цапфами 3. Внутри
 корпуса 1 соосно укреплены отражатель 4 конической формы с
 электроизолирующими пробками 5, в которых укреплены электроды 6 разрядных
 пар с выводами 7 через электроизолирующий канал 8 к источнику электропитания
 на борту судна.

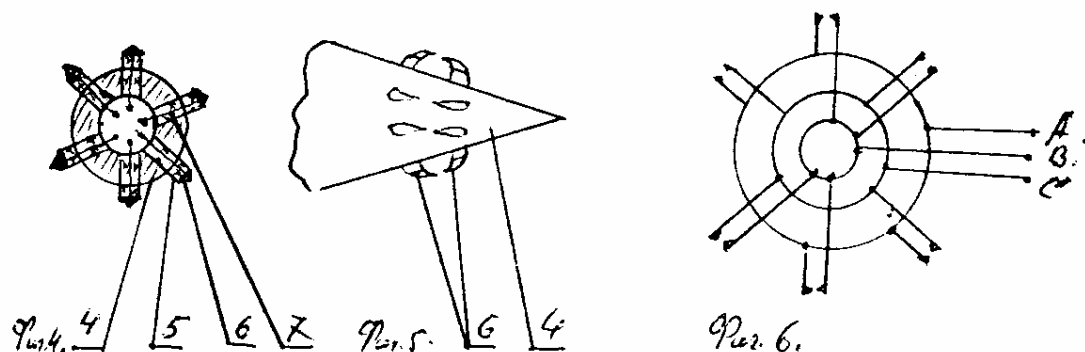


Рис. 6-5 (Фиг.4 с.85 по [1]) Рис. 6-6 (Фиг.5 с.85 по [1]) Рис. 6-7 (Фиг.6 с.85 по [1])

На отражателе 4 вокруг электродов 6 с помощью кронштейнов 9 укреплено
 сопло 10 со стенками обтекаемого сечения. С помощью штанг 11 и гидропривода
 прожектор в сборе устанавливается по месту применения, например, на борту
 судна 12 и т. п.

При включении электропитания на разрядники 6 в них осуществляются
 электрические разряды через воду, образуя ударные волны, которые в результате
 отражения от поверхностей отражателя 4 и сопла 10 образуют общий фронт в
 направлении раствора корпуса 1, а гидротоки , циркулируя внутри сопла 10 и
 вне его, компенсируют друг друга. В результате прожектор создаёт акустический
 луч давления в направлении из раствора корпуса 1.

7.Электроразрядный пистолет по заявке № 92006414/28 Роспатента [10].

Изобретение относится к пневмоинструменту и предназначено для обработки
 различных материалов, поэтому оно может быть использовано для выполнения
 отверстий в железобетонных изделиях, в горнорудных разработках, на дорожных
 работах и т. п.

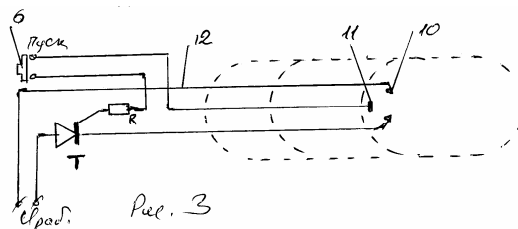


Рис. 7 - 1(Фиг.3 с.85 по [1])

На рис.7-1 показана принципиальная электросхема электроразрядного пистолета, на рис.7-2 и рис.7-3 соответственно показаны продольный разрез цилиндра и корпуса пистолета и его общий вид сбоку.

Пистолет состоит из направляющего цилиндра 1 со штангами 2, снабженного рукоятками 3 и 4 манипулирования и соединенных с блоком 5 управления электропитанием, имеющего пусковую кнопку 6 на рукоятке 4.

В цилиндре 1 размещен с возможностью скольжения полый баллон 7, внутри которого размещен с возможностью возвратно – поступательного скольжения поршень 8 снабженный электроизолирующей пробкой 9 и разрядником 10 с формирователем разрядов 11, соединенных с блоком 5 управления электропитанием электроизолированными гибкими проводами 12 через электроизолирующую пробку 13 в стенке баллона 7 и пневмокамере 14 между поршнем 8 и стенкой баллона 7.

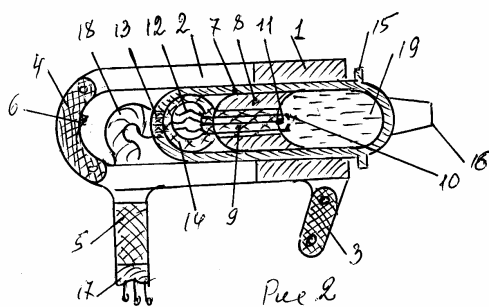


Рис. 7 – 2 (Рис.2 по [10])

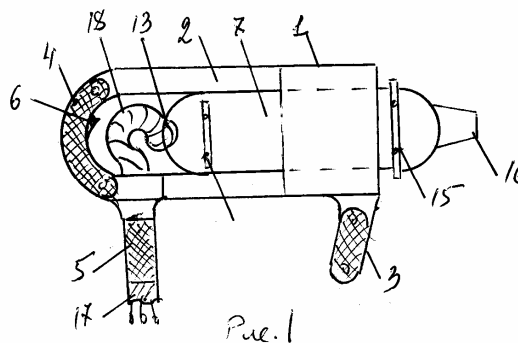


Рис. 7 – 3 (Рис.1 по [10])

На внешней поверхности баллона 7 размещены ограничители 15 в виде полуколец, спереди корпуса 7 выполнен конический держатель 16 рабочего инструмента. Резистор R и тиристор T в схеме управления электропитанием пистолета соединены с источником электропитания типовым кабелем 17, петля 18 которого между блоком 5 и баллоном 7 выполнена гибкой из многожильных проводов. Электрод 11 формирователя разрядов включен последовательно с пусковой кнопкой 6 в цепь управления тиристора T схемы управления электропитанием пистолета. Полость баллона 7 над поршнем 8 заполнена рабочей жидкостью.

С помощью рукояток 3 и 4 манипулирования пистолет с рабочим инструментом на держателе 16 прижимают к обрабатываемой поверхности и нажимают пусковую кнопку 6, которая замыкает цепь управления тиристора T , открывая его для электропитания разрядника 10. После электрического разряда между электродами разрядника 10 через рабочую жидкость вокруг электродов 10 образуется паро-газовый пузырь электро-гидравлического эффекта, ударная волна которого по сферическому фронту раздвигает полость жидкости 19 , отодвигая поршень 8 в противоположный край баллона 7, а сам баллон 7 при этом смещается вместе с рабочим инструментом на держателе 16 в обратном направлении. После расширения паро-газового пузыря вокруг разрядника 10 до электрода 11 формирователя разрядов цепь управления тиристора T прерывается, тиристор запирается и при схлопывании паро-газового пузыря поршень 8 и баллон 7 возвращаются в первоначальные положения. Так как жидкость 19 после завершения фазы ЭГЭ снова замыкает цепь управления через электрод 11 формирователя разрядов, то при замкнутой кнопке 6 процесс работы повторяется автоматически.

Так как при смещении поршня 8 и баллона 7 центр масс пистолета остаётся неподвижным, то колебания баллона 7 с рабочим инструментом на держателе 16 не

передаются направляющему цилиндру 1 с рукоятками 3 и 4 манипулирования, обеспечивая вибробезопасность пистолета.

8. Пневмо-электрогидравлический двигатель по патенту № 2027064 РФ [11]

Двигатель является немагнитной электромашиной и поэтому может быть использован в электроприводах машин и механизмов в различных отраслях техники, позволяя улучшать общие массово-габаритные показатели установок.

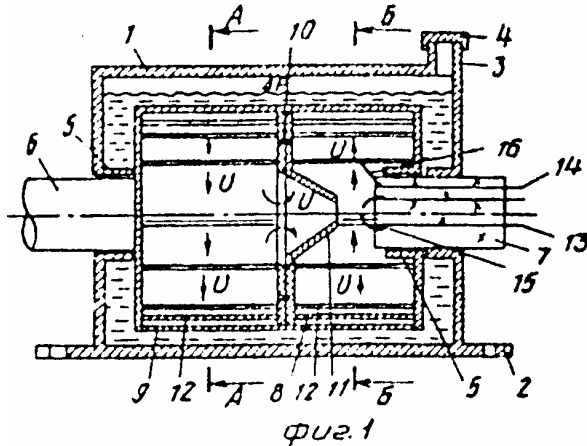


Рис. 8 - 1 (Фиг.1 по [11])

На рис. 8-1, рис. 8-2 и рис. 8 - 3 показаны соответственно продольный разрез по оси двигателя и сечения по А - А и по Б - Б рис. 1, а на рис. 8 - 4 показана его принципиальная электросхема.

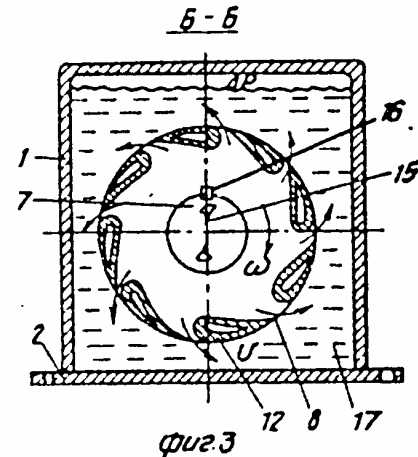


Рис. 8 - 21 (Фиг.3 по [11])

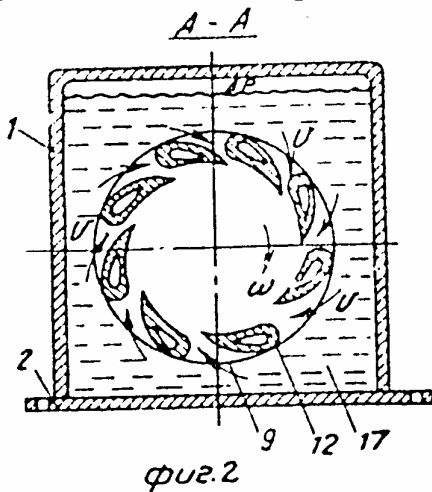


Рис. 8 - 3 (Фиг.2 по [11])

Двигатель состоит из корпуса 1 в виде емкости на основании 2 и патрубка 3 с крышкой 4. В корпусе 1 в подшипниках 5 скольжения с гидравлическим уплотнением на валу 6 и электроизолирующей пробке 7 размещен ротор из рабочей 8 и вспомогательной 9 ступеней, соединенных между собой заклёпками 10 и коническим соплом 11 в ступени 8. Лопастей 12 ступеней 8 и 9 имеют обтекаемый профиль и ориентированы в противоположных направлениях. Через пробку 7 с выводами 13 и 14 разрядник 15 с формирователем 16 разрядов подключен к источнику электропитания в виде типового генератора импульсного тока. Полость корпуса 1 заполнена рабочей жидкостью 17 с образованием над поверхностью жидкости 17 воздушной подушки.

При включении электропитания формирователь 16 разрядов открывает цепь электропитания разрядника 15, ударная волна вокруг которого вытесняет рабочую жидкость через сопло 11 из ступени 9 в ступень 8 и через сопла-щели между

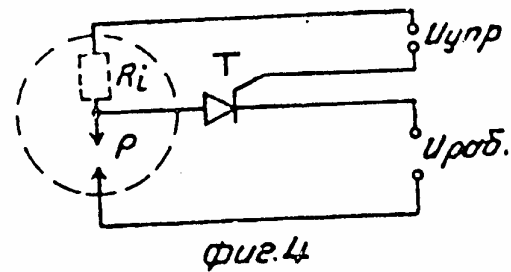


Рис. 8 - 4 (Фиг.4 по [11])

лопастями 12 в ступень 9 из ступени 8, создавая лопастями 12 реактивный момент вращения ротора на валу 6, с которого отбирается мощность на исполнительный механизм.

Так как после фазы схлопывания ЭГЭ рабочая жидкость снова заполняет полость ступеней 8 и 9, замыкая через себя цепь формирователя 16 разрядов, то рабочий цикл по описанному повторяется автоматически в течение всего времени электропитания двигателя.

Таким образом, описанные выше примеры, число которых можно увеличивать по конкретным техническим заданиям, изобретений с использованием ЭГЭ достаточно убедительно показывают высокую эффективность этого нового конструктивного решения.

Литература:

- 1.Вертинский П.А. П. Электрогидравлика, г. Усолье-Сибирское, 1996, 144 с.
- 2.Вертинский П.А. Повышение эффективности электрогидравлических систем с использованием кумулятивного электрогидравлического эффекта // Сб. матер. V «Сибресурс-2002», Иркутск, ИГЭА, 2002,стр.49.
- 3.Вертинский П.А. Электрогидравлическая трубопроводная магистраль с отрицательным гидравлическим сопротивлением как принципиальная техническая основа решений природоохранных задач//Сб. мат.VI «Сибресурс-2003», Иркутск, БГУЭП, 2003,стр.296-307.
- 4.Вертинский П.А. Возможные пути обеспечения экологической безопасности технологий в электрометаллургии алюминия // Сб. матер. VI «Сибресурс-2003», Иркутск, БГУЭП, 2003 ,стр.273-282.
- 5.Вертинский П.А. Экологические проблемы энергетики и перспективы их решений // ж.. «Механизация строительства» № 3 / 2004, стр.17 – 22.
6. Вертинский П. А. Способ разрушения ледяного покрова // Патент № 1600204 РФ, БИ № 2/ 1995
7. Вертинский П.А. Электроискровой плуг // Патент № 1428225 РФ, БИ № 37/ 1988
8. Вертинский П.А. Электрогидравлический судовой движитель//Патент №1213645 РФ, БИ № 2/ 1995
- 9.Вертинский П.А. Сопло ракетного двигателя // Патент № 2041376 РФ,БИ № 22/ 1995.
- 10.Вертинский П.А. Электроразрядный пистолет по заявке № 92006414/28 Роспатента /ИЛ № 36/93, ЦНТИ , г. Иркутск, 1993.
- 11.Вертинский П.А. Пневмо–электрогидравлический двигатель//Патент№2027064 РФ, БИ № 2/ 1995