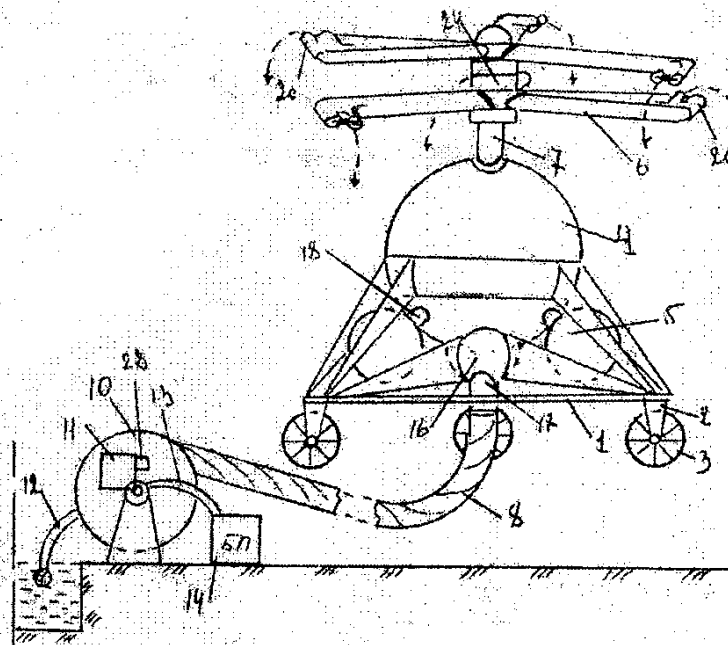


**П.А. ВЕРТИНСКИЙ**

# **ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ГИДРАВЛИКИ**

Реферативный сборник

**ВЫПУСК 3**



Иркутск - 2008

**П.А. ВЕРТИНСКИЙ**

**ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ  
ЗАДАЧИ ГИДРАВЛИКИ**

Реферативный сборник

**Выпуск 3**

Иркутск - 2008

УДК 532  
ББК 30.123  
В 35

**Вертинский П.А.**

**В 35 ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ГИДРАВЛИКИ**  
реферативный сборник. – Вып. 3. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. - 86 с.

В настоящем издании собраны статьи автора, опубликованные в течение последних десяти лет в различных сборниках (труды Иркутской государственной сельско-хозяйственной академии, материалы региональной научной конференции «Интеллектуальные и материальные ресурсы Сибири» - «Сибресурс», Вестник Иркутского регионального отделения АН ВШ РФ, Материалы Всероссийского научного семинара ИВМ СО РАН «Моделирование Неравновесных Систем» и другие региональные издания), отличительная особенность которых - малые тиражи предопределяла опубликованным работам практическую недоступность для широких кругов специалистов. С целью расширить круг специалистов, преимущественно физико-технических профилей, издаётся настоящий сборник тремя тематическими выпусками:

Выпуск 1. Проблемы аксиоматики теории размерностей в топологии

Выпуск 2. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ МАГНИТОДИНАМИКИ

Выпуск 3. ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ГИДРАВЛИКИ

Автор надеется, что сборники будут полезными не только инженерам, но также аспирантам и научным сотрудникам.

Отпечатано с матриц, предоставленных автором

# 01. Повышение эффективности электрогидравлических систем с использованием кумулятивного электро - гидравлического эффекта

## 1. Краткое введение.

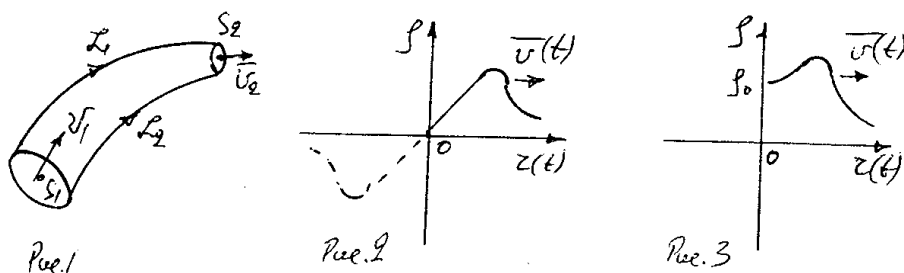
С начала возникновения гидродинамики процессы распространения волн в среде и образование потоков среды изучаются и исследуются относительно самостоятельно/1/. Более того, классическая гидродинамика теоретически обосновала вывод о невозможности переноса вещества среды в потоке волн данной среды, поэтому даже прямые экспериментальные измерения оставляют в стороне вопрос о проверке или уточнении такого положения, заранее не предполагая обнаружить какие-либо потоки среды в потоках волн в данной среде /2/.

Таким образом, 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 /3,4/. 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 /3/:

$$\frac{d\bar{v}}{dt} = \bar{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad} \rho \quad (1), \quad \text{div} \bar{v} = 0 \quad (2), \quad \frac{d\rho}{dt} = 0 \quad (3)$$

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

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» /4/, рассматривая распространение возмущений в среде, пришел к выводу об образовании ударных волн в баротропных средах, так как:  $x = tc(\rho) + \varphi(\rho) \quad (5)$ . 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 /1/, 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 [1,3]. Рассматривая такие импульсные явления в среде с позиций газовой динамики, на основе законов сохранения массы, импульса и энергии, мы приходим к известным соотношениям Ренкина – Гюгонно [1,3], которые для плоского случая в неподвижной системе координат могут быть представлены:

$$\rho_1 (D - U_1) = \rho_2 (D - U_2) \quad (6)$$

$$P_1 + \rho_1 U_1 (D - U_1) = P_2 + \rho_2 U_2 (D - U_2) \quad (7)$$

$$e_1 - e_2 = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) \left( \frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right) \quad (8)$$

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

$\rho$ ,  $P$ ,  $e$  - 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

$$U_1 = 0 \quad (9) \text{ имеем следствия: } \rho_1 D = \rho_2 (D - U_2) \quad (10)$$

$$P_1 = P_2 + \rho_2 U_2 (D - U_2) \quad (11) \text{ и } e_1 - e_2 = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) \left( \frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right) \quad (12)$$

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.).

## 2. Возникновение задачи.

Рассматривая интерференцию волн в баротропных средах с позиций линейной гидродинамики, в полном соответствии с принципом суперпозиции мы с необходимостью приходим к выводу о невозможности образования направленных потоков данной среды с помощью системы волн в этой среде. При этом учитывается обстоятельство по уравнению (4),

из которого следует отсутствие источника энергии в области среды, перекрываемой потоками волн в данной среде.

Рассматривая импульсные ударные волны с позиций нелинейной газовой динамики, мы в лучшем случае 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 (6), (7), (8).

Вместе с тем, как это обнаружилось в изучении электрогидравлического эффекта /5/, /6/ и др. 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 /7/, /8/ и др.

В указанных работах /5/, /6/, /7/, /8/ и др. оставлен открытым вопрос о наложении колебаний в среде от нескольких ЭГЭ, в частности вопрос о результирующем колебании двух последовательных во времени ЭГЭ. Данное обстоятельство объясняется известными экспериментальными трудностями в осуществлении ЭГЭ /9/ и сложным характером зависимости плотности среды в области ЭГЭ не только от давления, но и от других параметров /2/.

### 3. Фронт ударной волны кумулятивного характера.

Задача об интерференции ударных волн двух последовательных во времени ЭГЭ может быть условно разделена на два более частных случая:

3а). Образование второго по порядку ЭГЭ в данной области среды до или после момента прохождения фронта ударной волны от первого по порядку ЭГЭ через источник второго по порядку ЭГЭ.

В этом случае рассмотрение сводится к изучению процессов интерференции волн впереди или позади фронта ударной волны, поэтому мы с необходимостью придем к известным выводам о независимом переносе системой волн своих энергий без переноса вещества среды, что находится в полном соответствии с принципом суперпозиции ударных волн и законом сохранения энергии /1/.

3 б). Образование второго по порядку ЭГЭ в данной области среды осуществляется в момент прохождения фронта ударной волны от первого по порядку ЭГЭ через источник второго по порядку ЭГЭ.

В этом случае оказывается справедливой теорема, которую невозможно вывести следствием из соотношений Ренкина – Гюгонио, поэтому требуется доказывать на основании результатов новейших

экспериментальных исследований:

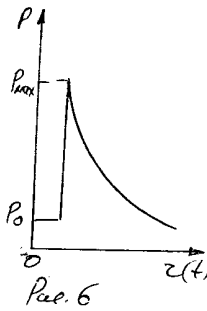
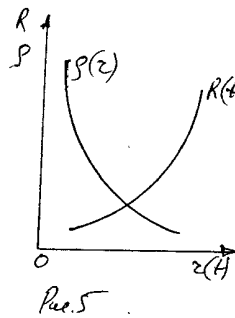
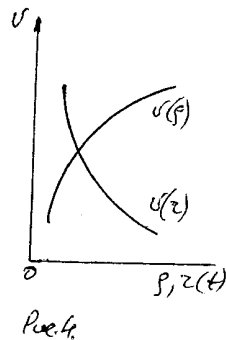
Суперпозиция волн в среде путем включения очередного источника в момент прохождения через него фронта ударной волны от предыдущего источника образует результирующий фронт волны кумулятивного характера.

Для доказательства данной теоремы примем во внимание следующие обстоятельства, которые были с высокой достоверностью установлены в результате новейших теоретических и экспериментальных исследований :

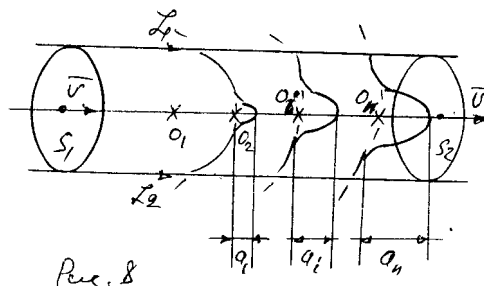
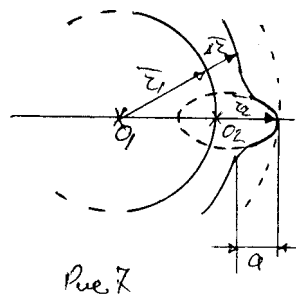
А. Теоретически [3] и экспериментально [6], [9] и др. установлена зависимость скорости распространения возмущений в среде от плотности среды, которая представлена графически на рис. 4 .

В. Экспериментально [6], [9] и др. установлена зависимость плотности среды в области ЭГЭ от фазы развития ЭГЭ , которая представлена графически на рис.5.

С. Экспериментально [6], [9] и др. установлена зависимость давления в области ЭГЭ от фазы развития ЭГЭ , которая представлена графически на рис. 6.



С целью наглядности доказательства построим схему распространения волн от двух источников колебаний как показано на рис. 7, при этом придерживаясь выводов А,В,С на рис.4, рис.5 и рис.6 :



Пусть точки  $O_1$  и  $O_2$  на рис.7 являются точками , в которых расположены источники колебаний , при этом в точке  $O_2$  находится источник колебаний в момент прохождения через него фронта ударной волны от первого источника в точке  $O_1$ .

Так как скорость распространения волн со временем убывает /см.рис.4 и рис.5/, то приращение радиуса первого фронта ударной

волны окажется меньше, чем радиус второго фронта ударной волны после разряда в точке  $O_2$  в направлении распространения первого фронта ударной волны, то есть можно отметить, что:  $\Delta r_1 < r_2$  (15).

Так как скорость распространения волн внутри паро-газовоздушного пузыря ЭГЭ вокруг первого источника волн  $O_1$  меньше скорости этих волн по невозмущенной среде (см.рис.5 и рис.6), то вокруг второго источника  $O_2$  область после второго разряда в момент прохождения через него первого фронта ударной волны окажется асимметричной относительно источника  $O_2$ , то есть фронт ударной волны в общем направлении распространения волн будет иметь радиус-вектор больший, чем этот радиус-вектор в направлении к  $O_1$  или в других направлениях.

Таким образом, обобщая выше отмеченные обстоятельства, при построении схемы распространения волн на рис.7 можно записать:  $r_1 + r_2 > r_1 + \Delta r$  (16), то есть поверхность общего фронта ударных волн вокруг источников  $O_1$  и  $O_2$  при включении второго источника в момент прохождения через него фронта ударной волны от первого источника в направлении общего распространения волн имеет выступ, что и является проявлением кумулятивности данной суперпозиции ударных волн.

#### 4. Образование потока среды

в результате суперпозиции ударных волн.

Среди многочисленных следствий доказанной выше по п.3.б) теоремы особый интерес в плане поставленного вопроса представляет ее многократное применение к одной и той же трубке тока, как это показано на рис.8. Действительно, рассмотрим трубку тока, на одной оси которой размещены последовательно несколько разрядников (см.рис.8). Положим здесь обеспеченным технически обстоятельство включения очередных разрядников в моменты прохождения через них ударных волн от предыдущих разрядников, например, с помощью специальных формирователей разрядов. Конструктивно такая задача решена уже в нескольких изобретениях автора /10/, /11/ и др. Обозначим величину кумулятивного выступа впереди фронта ударной волны через  $a_i$ , где  $i$  – порядковый номер данного разряда. Тогда совершенно ясно, что применяя всякий раз теорему об образовании кумулятивного выступа относительно предыдущего фронта ударной волны (см. по п.3.б), здесь приходится признать, что:

$a_1 < a_2 < a_3 \dots < a_n$  (17). Действительно, каждый предыдущий выступ включает очередной разряд с большим опережением, позволяя очередному кумулятивному выступу еще увеличить свою величину за возросшее время опережения.

Легко представить теперь себе, что общая длина трубки тока, на которой размещена система последовательных разрядников как на рис. 8, оказывается меньше или равной сумме всех выступов



кумулятивных фронтов ударных волн, тогда последний в ряду на линии тока выступ окажется выбросом данной среды за пределы данной трубки тока.

В силу принципа неразрывности среды из этого обстоятельства следует необходимость образования потока среды по данной трубке тока в направлении порядка следования разрядов. При этом нет необходимости в бесконечно большом числе разрядников при бесконечно длинной трубке тока, так как при конечном числе разрядников в конечной трубке тока возможно технически после последнего в ряду разрядника осуществить с помощью формирователя разрядов включение первого из них в данном ряду, то есть замкнуть ряд разрядников на себя, повторяя циклы разрядов сколь угодно долго, поддерживая образование потока среды по данной трубке тока за счет наложения ударных волн в соответствии с доказанной выше по п.3.б) теоремой.

Таким образом, в сплошной среде в результате суперпозиции ударных волн от электрических разрядов на разрядниках, расположенных последовательно на линии тока, путем их включения в моменты прохождения через них фронтов ударных волн от предыдущих разрядов образуется поток данной среды в направлении порядка следования разрядов.

#### 5. Возможности кумулятивного электрогидравлического эффекта в повышении эффективности электрогидравлических систем.

Так как реализация на уровне технического решения схемы образования потока среды в результате суперпозиции ударных волн как на рис.8 по существу является осуществлением схемы устройства электрогидравлического насоса, то вывод об образовании кумулятивного фронта ударных волн открывает широкую перспективу для его технического использования в гидравлике.

Так как действия насоса и движителя между собой являются обратными, то на основе данного вывода открывается также и возможность развития судовых движителей с непосредственным превращением электроэнергии в механическую работу по движению судна. В качестве иллюстраций изложенных выводов о практических возможностях использования кумулятивного электрогидравлического эффекта здесь можно привести несколько изобретений автора. Например, электрогидравлический насос по патенту РФ N 1824504 /10/ представляет собой трубу 1 (см.рис.9), по круговым сечениям в корпусе которой выполнены изолирующие пробки 2 с разрядниками 3, включенных по принципиальной электросхеме (см.рис.10). При включении электропитания на разрядники ударные волны создают поток рабочей среды путем создания кумулятивного

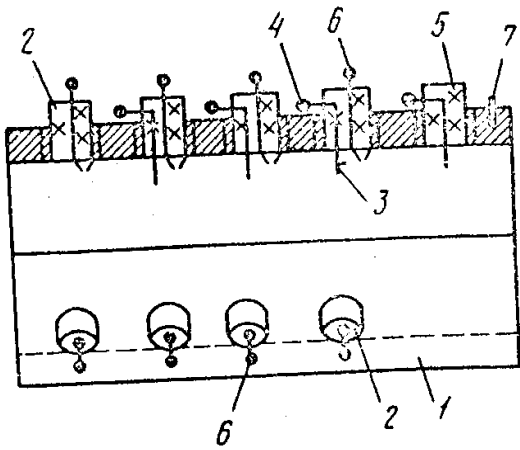


Рис.9

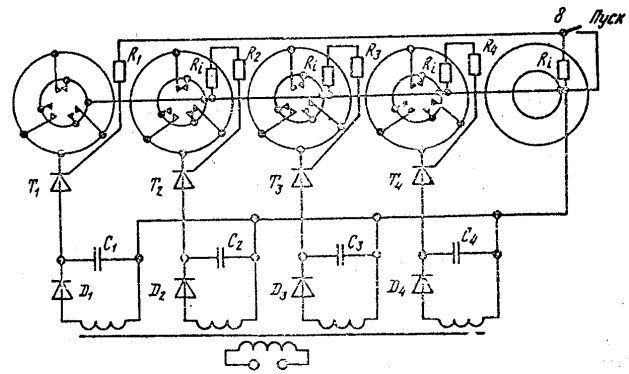


Рис.10

При включении электропитания на разрядники ударные волны создают поток рабочей среды путем создания кумулятивного фронта вследствие образования общего фронта ударных волн вокруг разрядников данного кругового сечения корпуса насоса. Так как в подобных насосах отсутствуют поршни, рабочие колеса, лопасти и другие конструктивные признаки известных насосов, то данное обстоятельство позволит обеспечить повышение производительности за счет снижения гидравлического сопротивления. Кроме того, использование ЭГЭ, в процессе которого достигаются сверхвысокие давления, открывает в гидравлике возможность создания высоконапорных насосов, способных надежно работать в агрессивных средах, в чем давно ощущается острая потребность в современных отраслях промышленности химической, металлургии, энергетике и пр. Здесь ясно, что размещение разрядников на внешней поверхности корпуса немедленно приводит к созданию обратного процесса – движению самого корпуса в среде, то есть позволяет строить различные судовые движители, один из которых по патенту РФ N 1483825 /11/ представлен на рис. 11, а его принципиальная схема на рис. 12.

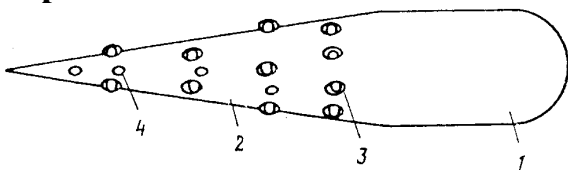


Рис. 11.

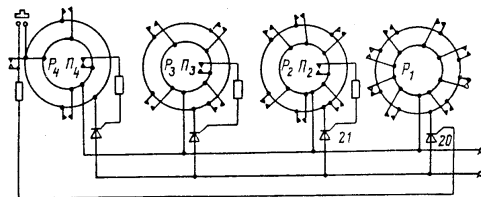


Рис.12

Практическое применение кумулятивного электрогидравлического эффекта не исчерпывается указанными выше изобретениями по /10/ и /11/ и др., так как позволяет создавать другие принципиально новые технические решения, в которых используется новая возможность непосредственного превращения электроэнергии в механическую работу. В качестве подобных устройств автор разработал пилоты (патент РФ № 1428225) и буровые головки (патент РФ № 2026990), немагнитные электродвигатели и реле

( патент РФ № 2063122 ) , устройства для резки струей высокого давления ( патент РФ № 1598338 ) и смесители ( патент РФ № 1534818 ) , дождевальные установки ( патент РФ № 2063122) и высокопроходимые активные колеса ( патент РФ № 1736752 ) и другие устройства /12/, использование которых в народном хозяйстве позволит не только повысить производительность, надежность работы технологического оборудования , но и обеспечить экологическую безопасность многих наших технологических процессов в упомянутых и других отраслях промышленности.

Список литературы :

1. Зельдович Я. Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М., «Наука», 1968 г. стр.46-58, 201, 374 и др.
2. Фадеенко Ю.И. и др. Разрядные волны в канале с последовательностью искровых промежутков. //»Физика горения и взрыва» N 1/ 1969 г.,с.144.
3. Седов Л.И. Механика сплошной среды. М.,»Наука»,1976 г. т.1,с.447,т.2,с.26.
4. Риман Б. Сочинения.М-Л.,ОГИЗ,1948 г.,стр.376 и далее.
- 5.Юткин Л.А.Электрогидравлический эффект.М-Л.,Машгиз, 1955 г.стр.8.
- 6.Наугольных К.А., Рой Н.А. Электрический разряд в воде. М., «Наука», 1971 г.
- 7.Несветайлов Г.А., Серебряков А.А. Теория и практика электрогидравлического эффекта.Минск,ИНТИ,1965 г.стр.4 и др.
- 8.Попилов Л.Я. Электро-физическая и электромеханическая обработка материалов. М.,»Машиностроение»,1969 г., стр.263 и далее.
- 9.Иванов В.В. О применимости приближения Кирквуда – Бете для исследования мощных подводных искровых разрядов цилиндрической симметрии.// «Электро-гидравлический эффект и его применение», Киев, АН УССР,1981 г.
- 10.Вертинский П.А. Электрогидравлический насос. Патент РФ N 1824504, 1989 г.
- 11.Вертинский П.А. Электрогидравлический судовой движитель. Патент РФ N 1483825, 1987 г.
- 12.Вертинский П.А. Электрогидравлика.г.Усолье-Сибирское,1996

## 02. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУМУЛЯТИВНОГО ЭФФЕКТА СУПЕРПОЗИЦИИ УДАРНЫХ ВОЛН ВОКРУГ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ.

### 1 ПРЕДИСЛОВИЕ

Автору уже пришлось на конференции «Сибресурс-2002» доказывать теорему о фронте ударной волны кумулятивного характера, но здесь необходимо снова привести ее формулировку:

Суперпозиция ударных волн в среде путем включения очередного источника в момент прохождения через него фронта ударной волны от предыдущего источника образует результирующий фронт волны кумулятивного характера.[1]

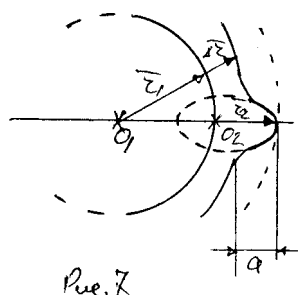


Рис. 7

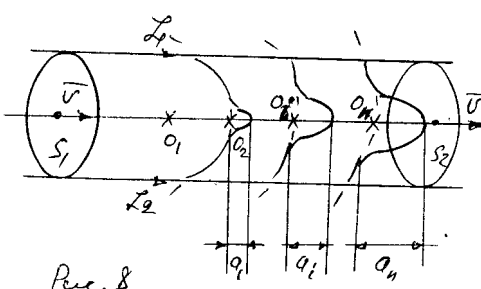


Рис. 8

Рис. 1 (рис.7 по .[1])

Рис. 2 (рис.8 по .[1])

Действительно, так как скорость распространения волн со временем убывает, то приращение радиуса первого фронта ударной волны окажется меньше, чем радиус второго фронта ударной волны после разряда в точке  $O_2$  в направлении распространения первого фронта ударной волны, то есть можно отметить, что :  $\Delta r_1 < r_2$  (1)

Таким образом, обобщая выше отмеченные обстоятельства, при построении схемы распространения волн на рис.2 можно записать:

$r_1 + r_2 > r_1 + \Delta r$  (2), то есть поверхность общего фронта ударных волн вокруг источников  $O_1$  и  $O_2$  при включении второго источника в момент прохождения через него фронта ударной волны от первого источника в направлении общего распространения волн имеет выступ, что и является проявлением кумулятивности данной суперпозиции ударных волн. Обозначим величину кумулятивного выступа впереди фронта ударной волны через  $a_i$ , где  $i$  – порядковый номер данного разряда. Тогда совершенно ясно, что применяя всякий раз теорему об образовании кумулятивного выступа относительно предыдущего фронта ударной волны, здесь приходится признать, что:

$a_1 < a_2 < a_3 \dots < a_n$  (3). Действительно, каждый предыдущий выступ включает очередной разряд с ещё большим опережением, позволяя очередному кумулятивному выступу еще увеличить свою величину за возросшее время опережения. Легко представить теперь себе, что общая длина трубки тока, на которой размещена система

последовательных разрядников как на рис. 2 оказывается меньше или равной сумме всех выступов кумулятивных фронтов ударных волн, тогда последний в ряду на линии тока выступ окажется выбросом данной среды за пределы данной трубки тока.

В силу принципа неразрывности среды из этого обстоятельства следует необходимость образования потока среды по данной трубке тока в направлении порядка следования разрядов.

## 2. ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЕ НАСОСЫ

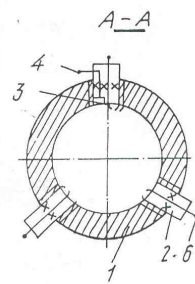
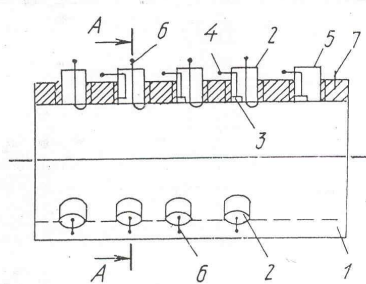
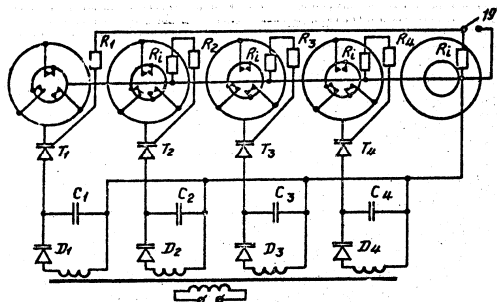


Рис.3

Рис.4

Рис.5

В качестве практического приложения этой теоремы здесь рассмотрим принцип действия электрогидравлических насосов [2], так как все они могут быть представлены одной и той же принципиальной электросхемой, изображенной на рис.3. В сущности такая принципиальная электросхема с блоком электропитания представляет собой генератор импульсного тока с отдельными батареями конденсаторов для разрядников.

Конструктивно такая электросхема может быть выполнена как показано на рис.4 и рис.5, а некоторые возможные формирователи разрядов показаны на рис.6, рис.7 и рис.8 [2], на которых представлены: продольный разрез формирователя разрядов тензорезисторного типа (рис.6), электроразрядного типа (рис.7) и пускового формирователя разрядов (рис.8).

Насос содержит корпус 1, блок электропитания, разрядные устройства 2, размещенные в электроизолирующих пробках по три равномерно по круговым сечениям корпуса 1. Формирователи 3 разрядов могут быть выполнены в виде тензорезисторов полупроводникового типа с выводами 4 через пробку разрядника 2, либо в виде пьезоэлектрического датчика, размещенного аналогично, либо в виде проводникового стержня 3 в пробке разрядника 2.

Формирователь 3 разрядов любого типа для первой группы разрядников 2 размещен на отдельном держателе 5 после последней группы разрядников 2 на расстоянии, не менее радиуса корпуса 1.

Все разрядники 2 имеют выводы 6 от одного из электродов пары, а вторым выводом служит металл корпуса 1 с общим выводом 7. В случае возможного исполнения корпуса 1 из диэлектрика каждый разрядник 2 имеет свой вывод, соединенный с клеммой 7. Пусковой

формирователь 8 разрядов в виде тензорезистора или пьезоэлектрика с клавишей 9 и шариком 10 имеет выводы 11 и 12, соединенные параллельно первому формирователю 3 разрядов.

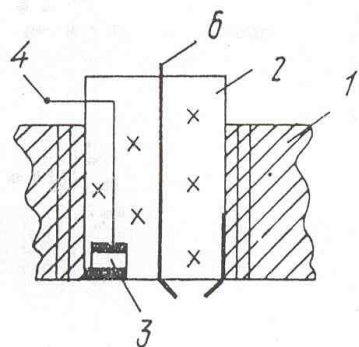


Рис. 6

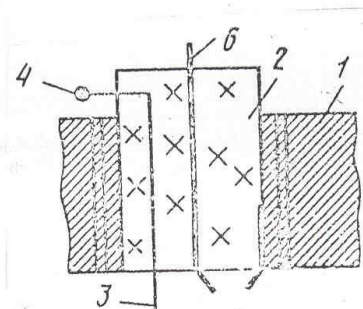


Рис. 7

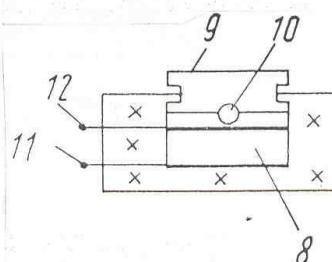


Рис. 8

Все разрядники 2 имеют выводы 6 от одного из электродов пары, а вторым выводом служит металл корпуса 1 с общим выводом 7. В случае возможного исполнения корпуса 1 из диэлектрика каждый разрядник 2 имеет свой вывод, соединенный с клеммой 7. Пусковой формирователь 8 разрядов в виде тензорезистора или пьезоэлектрика с клавишей 9 и шариком 10 имеет выводы 11 и 12, соединенные параллельно первому формирователю 3 разрядов.

При включении электропитания на разрядники 2 ударные волны распространяются вдоль канала насоса, своим давлением по фронту воздействуют на формирователи 3 разрядов очередных разрядников 2, включая их в моменты прохождения фронта ударной волны через них, поддерживая таким образом работу насоса на протяжении всего периода работы схемы электропитания.

### 3. ЭЛЕКТРОФИЛЬТР ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПО ПАТЕНТУ РФ № 1837447[3].

Уже непосредственное применение указанных выше насосов по своему прямому назначению в газовых средах позволяет им сразу проявить свои принципиальные конструктивные преимущества: низкое гидравлическое сопротивление свободного от механических препятствий потоку корпуса насоса и высокие напоры вследствие непосредственного преобразования электрической энергии в механическую работу по перемещению рабочей среды. Такой электрофильтр показан вертикальным разрезом (рис.9) по всему корпусу фильтра и видом (рис.10) сверху. Насосы фильтра показаны условно по месту их выполнения внутри корпуса фильтра, устроены по описанному выше по п.1 и применяются по прямому своему назначению.

Дымовой электрофильтр состоит из корпуса 1, разделенного на ярусные камеры 2 с помощью перегородок 3, по которым

выполнены желоба для воды, соединенные между собой последовательно с помощью трубопроводов 4 с емкостью 5, магистралью 6 и насосной установкой 7.

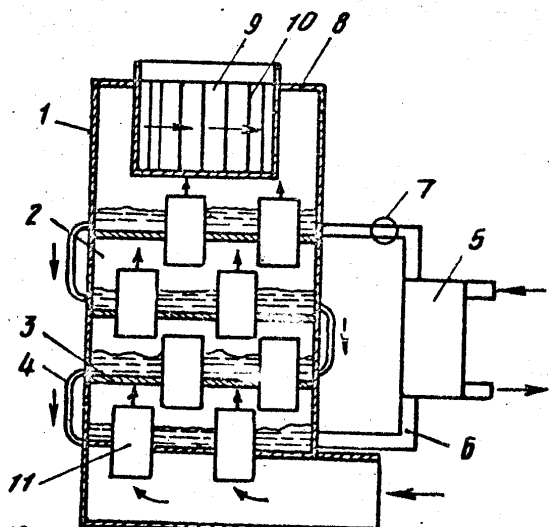


Рис. 9

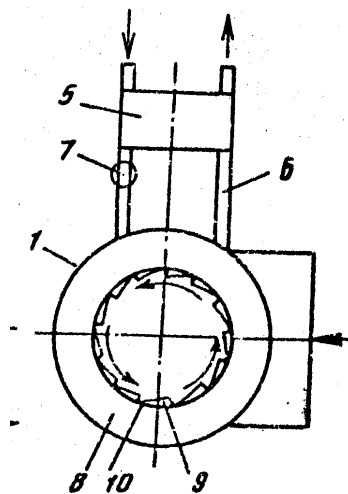


Рис. 10

Нижний ярус камер 2 соединен с дымоходом, а верхний ярус камер 2 имеет потолочное перекрытие 8 с цилиндрическим выходом в виде вертикальных лопастей 9, между которыми выполнены сопла-щели 10. В перегородках 3 встроены в шахматном порядке описанные выше по п.1 электроразрядные насосы 11.

Так как в процессе электрических разрядов по фронтам ударных волн вокруг разрядников создается высокое импульсное давление дымовой среды, то крупные частицы золы и сажи коагулируют и выпадают в желоба с водой каждой ярусной камеры.

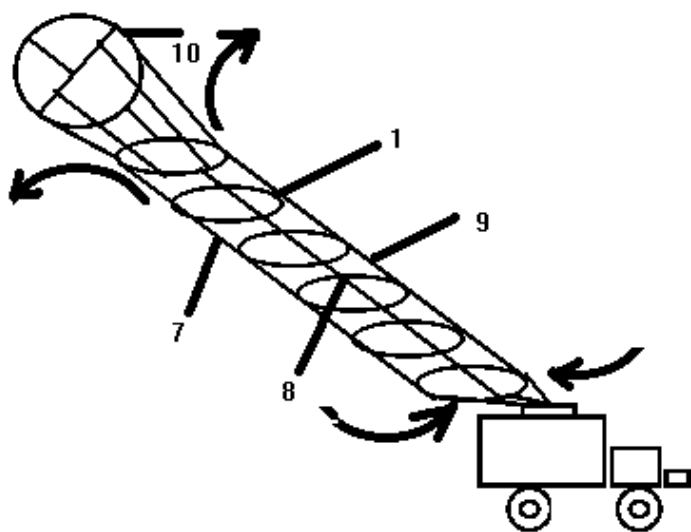
Так как в электроразрядных фильтрах дымовая среда подвергается ионизации, то на выходе каждого насоса создается повышенная концентрация центров коагуляции в виде ионов газовых молекул и электризованных мелкодисперсных частиц.

Таким образом, при включении электропитания насосы 11 создают напор в своих ярусных камерах, образуя тягу дымовых газов из дымохода. Так как с повышением давлений в ярусных камерах повышается коагуляция мелкодисперсных частиц и растворение газовых примесей дыма.

Описанные выше особенности устройства и работы электроразрядного дымового фильтра позволяют использовать его для улавливания летучей золы и сажи, других мелкодисперсных частиц и растворимых в воде газовых примесей дымовых газов, то есть применять для очистки газовых выбросов предприятий энергетики, металлургии, химической промышленности и др.

#### 4. ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЙ НАСОС ПО ЗАЯВКЕ РОСПАТЕНТА № 5049463/29 [4]

Здесь необходимо уточнить относительно содержания теоремы по п.1, которая справедлива в пределах трубки тока (см. рис.2) безотносительно к материалу стенок - границ этой трубки  $L_1 - L_2$ . Другими словами, справедливость выражения (3) не нарушается даже при «выполнении» этих «стенок»  $L_1 - L_2$  из материала рабочей среды, то есть по существу без ограничивающих трубку тока стенок. При этом ясно, что рассчитывать на справедливость выражения (3) мы вправе лишь в пределах этой трубки тока, то есть внутри границ  $L_1 - L_2$ . Таким образом, в качестве прямого следствия указанной теоремы вытекает принципиальная техническая возможность создания с



помощью электрических разрядов направленных потоков этой рабочей среды без применения специальных трубопроводов. В качестве примера одного из многочисленных практических решений этой задачи рассмотрим устройство и работу электроразрядного насоса по заявке Роспатента № 5049463/29 [4]. На рис.11

Рис. 11

показан вид электроразрядного

насоса в рабочем положении (вариант), на рис. 12 вид в плане одного из кольцевых держателей разрядников, на рис. 13 показан диаметральный разрез держателя разрядников.

Насос состоит из соосного ряда кольцевых держателей 1 с разрядниками 2 по три равномерно на каждом держателе, соединенные между собой электрически параллельно кольцевыми шинами 3 и 4. Все электроразрядники 2 соединены с генератором импульсного тока по схеме на рис.3 с помощью формирователей 5 разрядов по схеме на рис. 7 или рис. 8 в зависимости от конкретных условий эксплуатации. С помощью электрических клемм 6 шины 3 и 4 присоединены электропроводами 7, 8 и 9 к блоку электропитания.



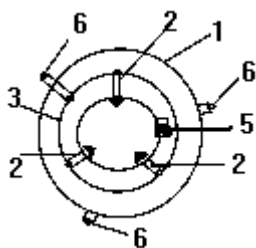


Рис. 12

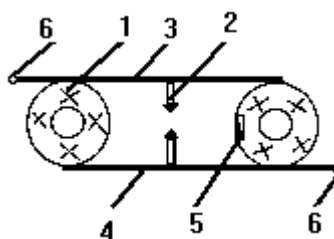


Рис. 13

Электропровода 7, 8, и 9 выполнены многожильными, гибкими и укреплены на стропях или штангах между блоком питания, например, на транспортном средстве, и подъемником 10, например, аэростатного типа.

После включения электропитания ГИТ,а разрядники 2 создают направленный фронт ударных волн вдоль канала насоса внутри кольцевых держателей 1 разрядников, который образует поток рабочей среды в заданном направлении, увлекая окружающий воздух с содержащимися в нём компонентами.

Функциональные возможности электроразрядного насоса позволяют применять его для дегазации зараженных территорий путём рассеивания газов на больших высотах в естественных потоках атмосферы, например, рассеивать смоги в городских микрорайонах в безветренную погоду, вентилировать крупногабаритные промышленные помещения, ангары и т. п. По заявке № 5049463/29 автор имеет решение Роспатента о выдаче патента на изобретение [4].

## 5. СОПЛО РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПО ПАТЕНТУ РФ № 2041376 [5]

Ясно, что изложенные выше примеры реализации на уровне технических решений схемы образования потока среды в результате суперпозиции ударных волн как на рис.2 по существу являются осуществлением схемы устройства электрогидравлического насоса, подтверждая тем самым наш вывод об образовании кумулятивного фронта ударных волн и открывая широкую перспективу для его технического использования в гидравлике.

Вместе с тем, так как действия насоса и движителя между собой являются обратными, то на основе данного вывода открывается также и возможность развития движителей с непосредственным превращением электроэнергии в механическую работу по движению транспортного средства. В качестве иллюстраций изложенных выводов о практических возможностях использования кумулятивного электрогидравлического эффекта здесь можно привести несколько изобретений автора.

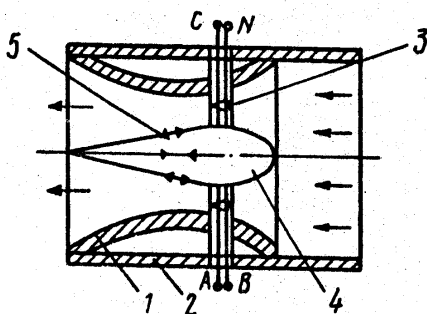


Рис.14

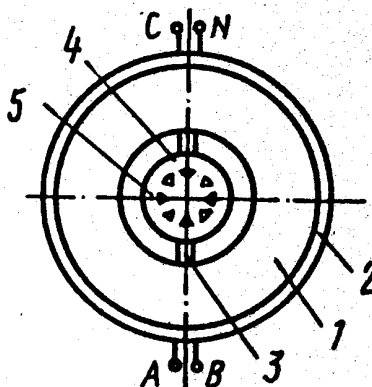


Рис. 15

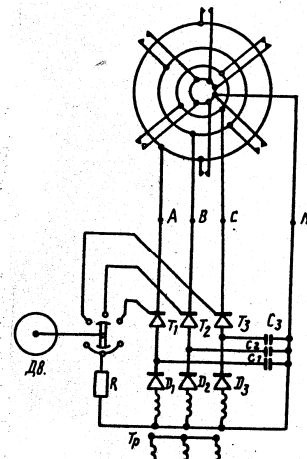


Рис. 16

В качестве простого наглядного примера электроразрядного движителя здесь можно привести сопло ракетного двигателя по патенту РФ № 2041376 [5]. На рис. 12 показан разрез сопла по его оси, на рис. 13 - вид сопла с торца, а на рис. 14 - принципиальная электросхема сопла. Сверхзвуковое сопло 1 размещено в корпусе 2, внутри сопла 1 на кронштейнах 3 обтекаемого сечения соосно укреплен отражатель 4 также обтекаемого сечения основанием к выходу сопла 1. По кольцевому сечению отражателя 4 на его конической части размещены электроразрядники 5 многофазной системы по две однофазной пары электродов с диаметрально противоположных сторон отражателя 4, которые соединены с источником многофазного импульсного источника тока на тиристорах, в цепи управления которых включен формирователь разрядов с регулируемой частотой (скважностью), например, с помощью управляемого электродвигателя с коммутационной системой в цепи управления тиристором.

При включении электропитания разрядников 5 на отражателе 4, разряды которых осуществляются посредством регулируемой скважности ГИТ,а, на противоположных сторонах отражателя 4 образуется давление ударных волн, направленное к выходу из сопла, то есть ускоряющее поток реактивных газов, тем самым соответственно увеличивая тягу сопла, определяемую мощностью скважностью импульсного тока.

### 6. ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЙ ДВИЖИТЕЛЬ ПО ЗАЯВКЕ РОСПАТЕНТА №5064157/11 [6].

Здесь надо снова вспомнить о нашей принципиальной технической возможности создания с помощью электрических разрядов направленных потоков рабочей среды без применения специальных трубопроводов, которую мы использовали выше для устройства и работы электроразрядного насоса по заявке Роспатента № 5049463/29 [4].

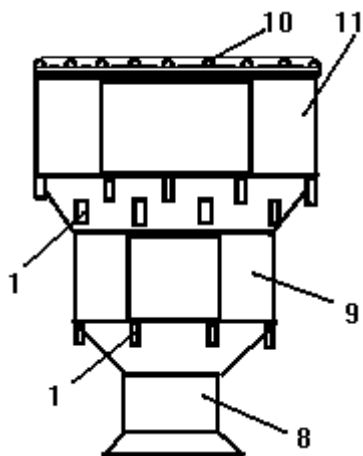


Рис. 17

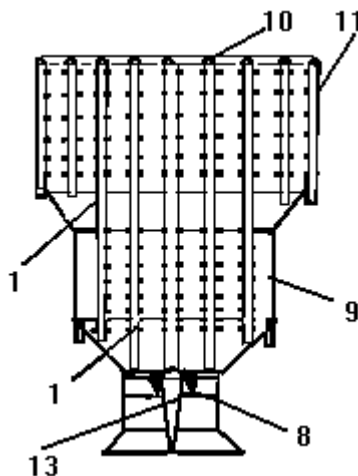


Рис.18

Так как канал насоса по заявке Роспатента № 5049463/29 [4] можно создать не только с помощью кольцевых держателей электроразрядников, но и, например, с помощью стержневых держателей, то открывается возможность образовывать многоканальные насосы, размещая держатели электроразрядников параллельными системами, как это выполнено в электроразрядном движителе по заявке Роспатента №5064157/11 [6].

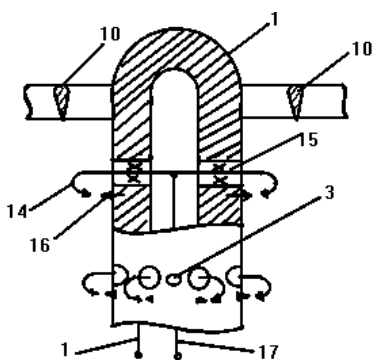


Рис. 19

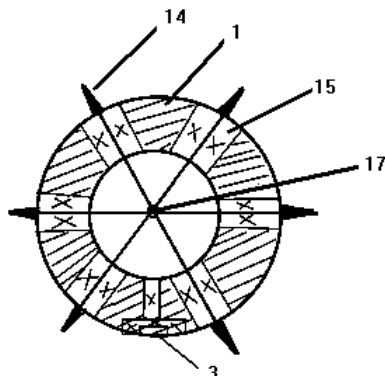


Рис. 20

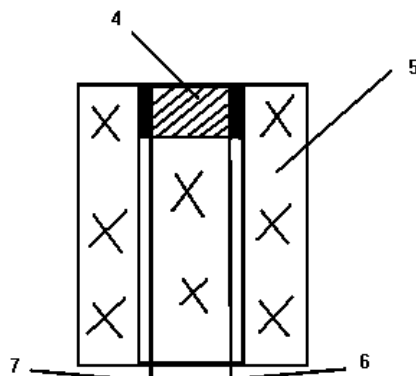


Рис. 21

На рис. 17 показан общий вид движителя, на рис. 18 – его продольный разрез, на рис. 19 – местный вырез стержневого держателя по противоположным разрядникам, на рис. 20 - поперечный разрез стержневого держателя по электроразрядникам, на рис.21 – продольный разрез формирователя разрядов тензорезисторного типа.

Движитель содержит заданное число ступеней систем стержневых держателей 1, образующих в каждой ступени ячеистую структуру, например, шестигранной формы (см. рис.17 и рис. 18). На держателях 1 электроразрядов выполнены электроразрядники 2, соединенные с источником электропитания посредством формирователей 3 разрядов, например, тензорезисторного типа, закрепленных в электроизолирующих пробках 5 с выводами 6 и 7 для включения в цепи управления тиристоров генератора импульсного тока. Последняя ступень движителя снабжена соплом 6

сверхзвукового типа, а все ступени движителя закреплены в общем ступенчатом корпусе 9 с помощью решетки 10 в раструбе 11 первой ступени и кронштейнов 12 с осевым обтекателем 13 сопла 6.

Электроразрядники 2 представляют собой пары из электродов 14 в электроизолирующих пробках 15 и электродов-штырей 16 в стенке держателя 1. Выводы 14 присоединены к общему проводу 17, размещенному внутри трубки держателя 1 и с помощью выключателя соединенному с электросхемой блока электропитания.

При включении электропитания каждая группа держателей 1 по ребрам призм ячеистой, например, шестигранной структуры образует электроразрядный насос открытого типа, которые создают поток с возрастающей от ступени к ступени скоростью ионизированного воздуха, определяя реактивную тягу движителя в соответствии с заданными условиями эксплуатации. Так как реактивная струя движителя создаётся путём вовлечения в движитель окружающего воздуха, то данное обстоятельство предотвращает применение топлива и окислителя, обеспечивая энергопитание за счёт использования, например, энергоблоков ядерного типа или др. Так как реактивная струя движителя создаёт тягу по оси движителя, то путём поворота корпуса движителя возможно изменение вектора тяги вплоть до встречного направления, например, при осуществлении торможения. По заявке №5064157/11 автор имеет решение Роспатента о выдаче патента на изобретение [6].

#### Литература:

1. Вертинский П.А. Электрогидравлическая трубопроводная магистраль с отрицательным гидравлическим сопротивлением как принципиальная техническая основа решений природоохранных задач // Сб. м. VI «Сибресурс-2003», Иркутск, БГУЭП, 2003.
2. Вертинский П.А. Электрогидравлический насос // Патент РФ № 1824504, БИ №
3. Вертинский П.А. Электрофильтр дымовых газов // Патент РФ № 1837447, БИ №
4. Вертинский П. А. Электроразрядный насос по заявке Роспатента № 5049463/29 // Вертинский П.А. П. Электрогидравлика, г. Усолье-Сибирское, 1996, стр.122-123.
5. Вертинский П.А. Сопло реактивного двигателя // Патент РФ № 2041376, БИ № 22/ 1995.
6. Вертинский П. А. Электроразрядный движитель по заявке Роспатента № 5064157/11 // ИЛ № 017-93 ЦНТИ, Иркутск, 1993.

### 03. ПРАКТИЧЕСКИЕ ДИАПАЗОНЫ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

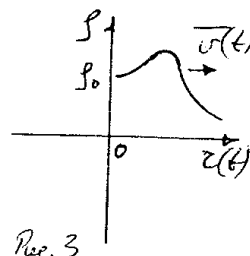
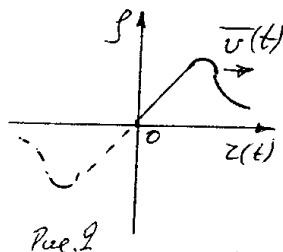
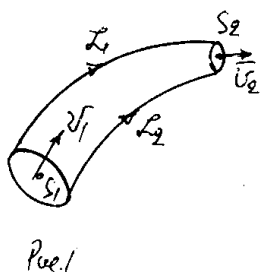
#### Введение.

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:

$$\frac{d\bar{v}}{dt} = \bar{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad} p \quad (1), \quad \text{div} \bar{v} = 0 \quad (2), \quad \frac{dp}{dt} = 0 \quad (3).$$

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

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:  $x = tc(\rho) + \varphi(\rho) \quad (5)$ . 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 приходим к известным соотношениям Ренкина – Гюгонио [1], которые для плоского случая в неподвижной системе координат могут быть представлены:

$$\rho_1 (D - U_1) = \rho_2 (D - U_2) \quad (6), \quad P_1 + \rho_1 U_1 (D - U_1) = P_2 + \rho_2 U_2 (D - U_2) \quad (7),$$

$$e_1 - e_2 = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) \left( \frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right) \quad (8), \quad \text{где: } D - \text{ скорость ударной волны,}$$

$U$  - скорость среды, а  $\rho, P, e$  - 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:  $\rho_1 D = \rho_2 (D - U_2)$  (10)

$$P_1 = P_2 + \rho_2 U_2 (D - U_2) \quad (11) \quad \text{и} \quad e_1 - e_2 = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) \left( \frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right) \quad (12).$$

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 отдаётся лишь техническим решением с использованием кумулятивного электрогидравлического эффекта (движителей, 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]

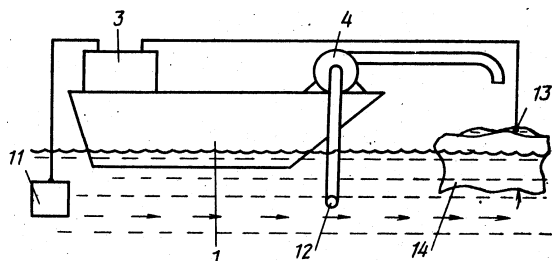


Рис. 1 - 1

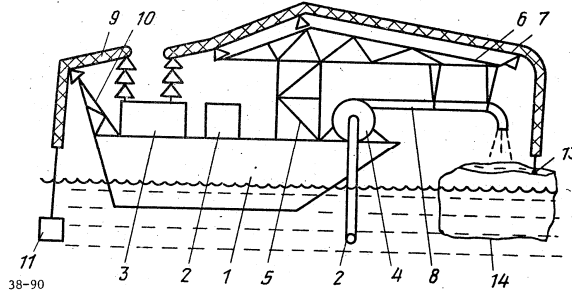


Рис.1 - 2

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 плуг по патенту № 1428225 РФ [7]

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

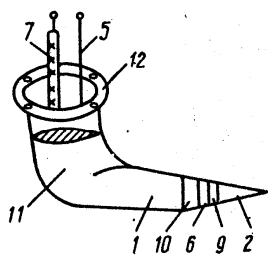


Рис. 2 – 1

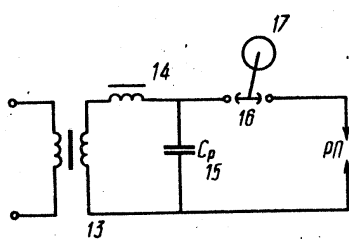


Рис. 2 – 2

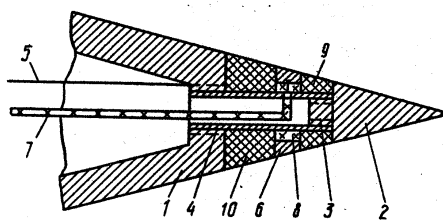


Рис. 2 – 3

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

Плуг 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 пуга прикреплен к несущей стойке пуга (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 плуг 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 пуга 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].

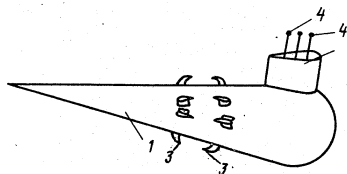


Рис. 3 – 1

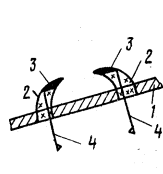


Рис.3 – 2

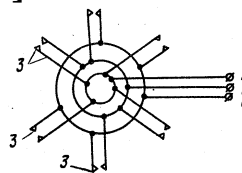


Рис. 3 - 3

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.



### 3. 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.

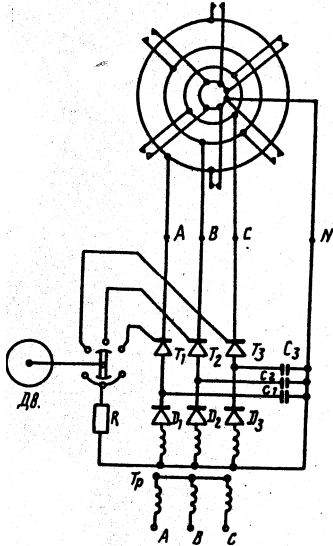


Рис. 4 – 1

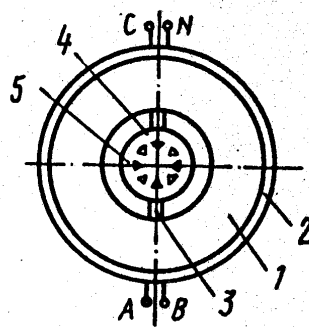


Рис. 4 – 2

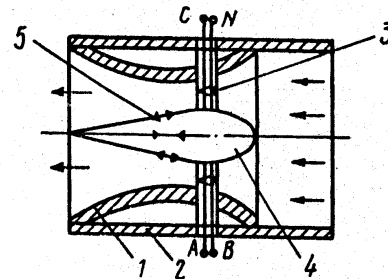


Рис. 4 – 3

На рис. 4 – 1 показана принципиальная электросхема сопла, а на рис. 4 – 2 и рис. 4 - 3 соответственно поперечный и продольный разрезы сопла диаметрными 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 тяга 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 гидрозолаудаления и т.п.

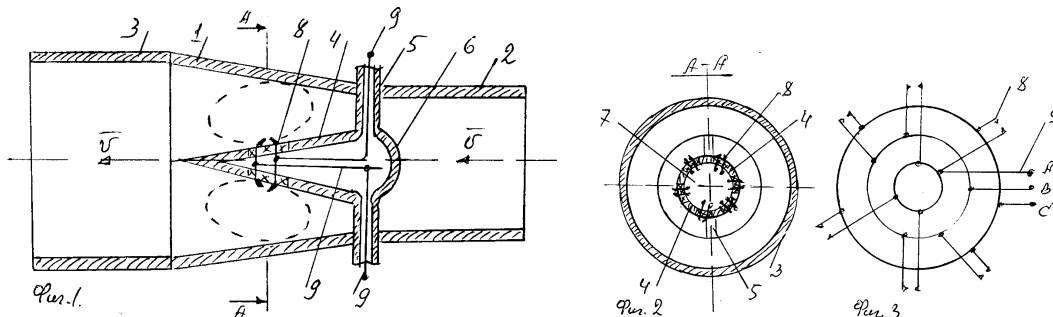


Рис. 5–1 (Фиг.1 с.41 по [1]) Рис. 5–2 (Фиг.2 с.41 по [1]) Рис. 5–3 (Фиг.3 с.41 по [1])

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.

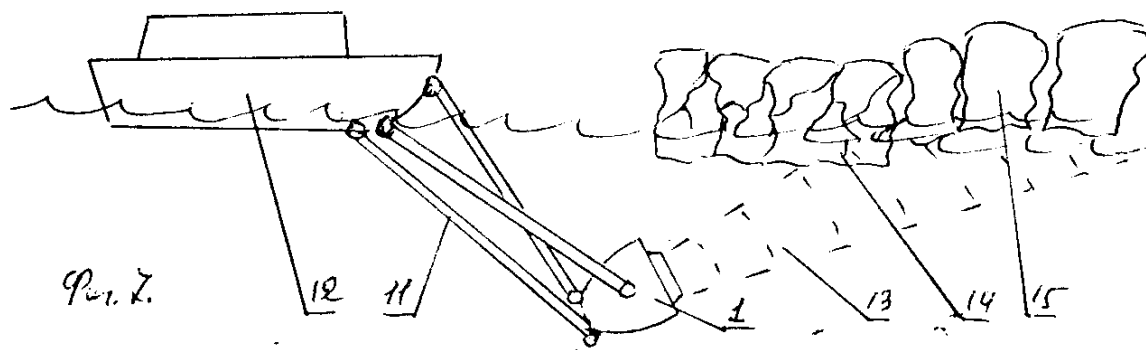


Рис. 6 - 1 (Фиг.7 с.85 по [1])

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

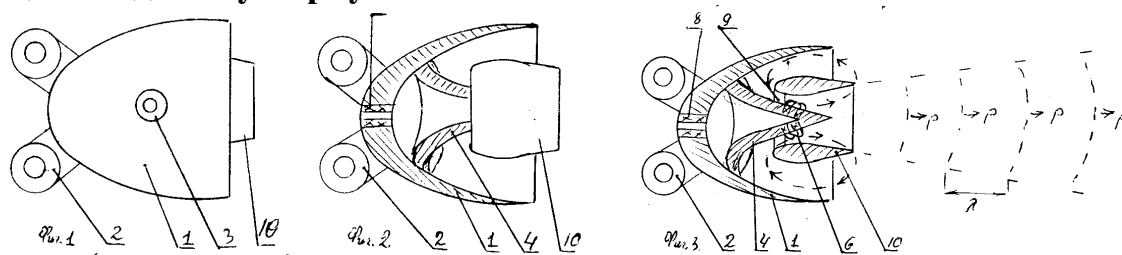


Рис. 6-2 (Фиг.1 с.85 по [1]) Рис. 6-3 (Фиг.2 с.85 по [1]) Рис. 6-4 (Фиг.7 с.85 по [1])

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.

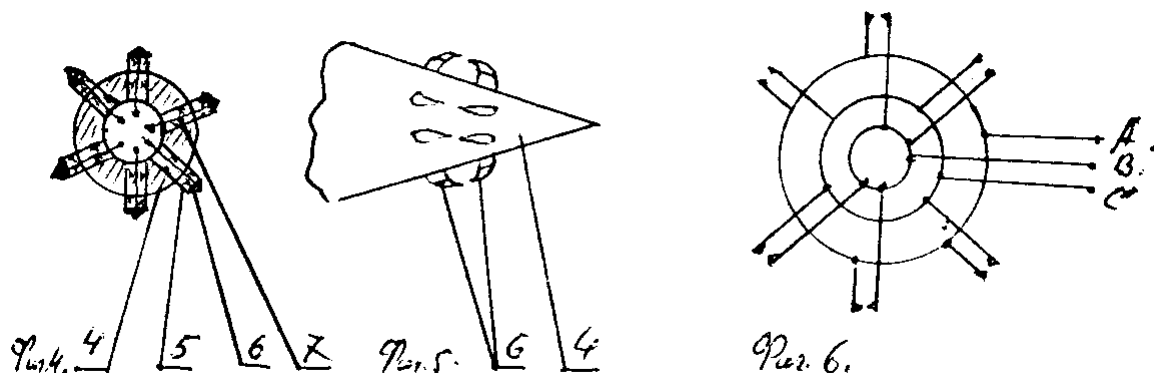


Рис. 6-5 (Фиг.4 с.85 по [1]) Рис. 6-6 (Фиг.5 с.85 по [1]) Рис. 6-7 (Фиг.6 с.85 по [1])

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 гидропотоки, 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. На рис. 7-1 показана

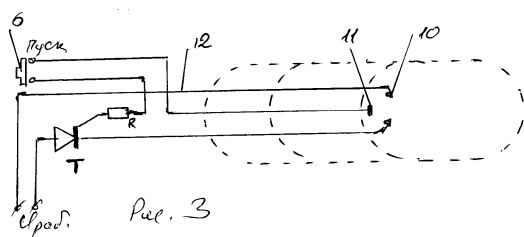


Рис. 7 - 1(Фиг.3 с.85 по [1]) принципиальная электросхема электроразрядного пистолета, на рис.7-2 и рис.7-3 соответственно показаны продольный разрез цилиндра и корпуса пистолета и его общий вид сбоку. Пистолет состоит из направляющего цилиндра 1 со штангами 2, снабженного рукоятками 3 и 4 манипулирования 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 возврата – 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.

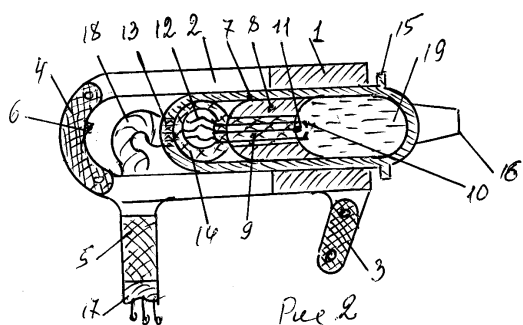


Рис. 7 – 2 (Рис.2 по [10])

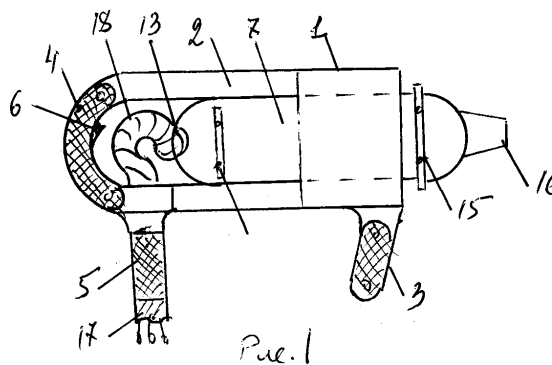


Рис. 7 – 3 (Рис.1 по [10])

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.

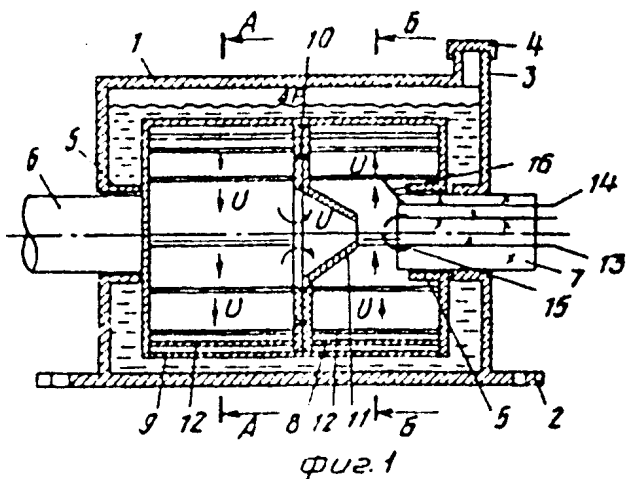


Рис. 8 – 1 (Фиг.1 по [11])

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.

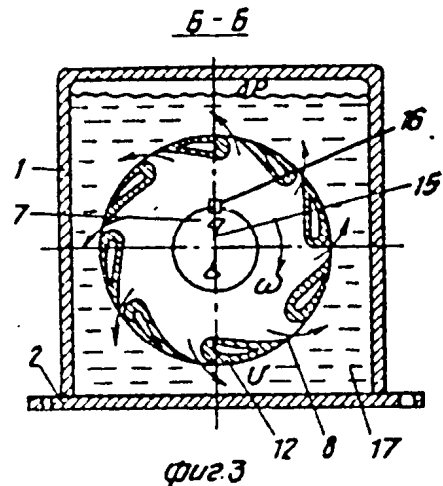


Рис. 8 – 21 (Фиг.3 по [11])

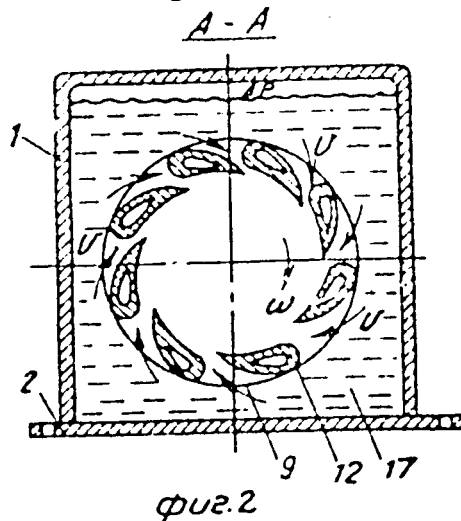


Рис. 8 – 3 (Фиг.2 по [11])

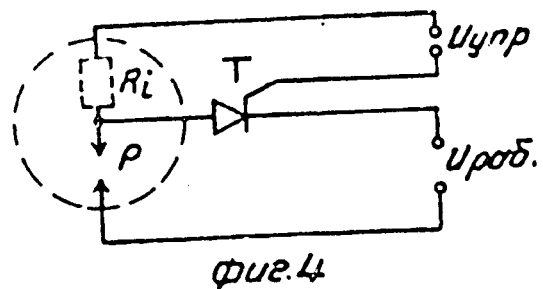


Рис. 8 – 4 (Фиг.4 по [11])

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. Лопасты 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 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

**04. ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ТРУБОПРОВОДНАЯ МАГИСТРАЛЬ  
С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ  
КАК ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНОВА  
РЕШЕНИЙ ПРИРОДООХРАННЫХ ЗАДАЧ**

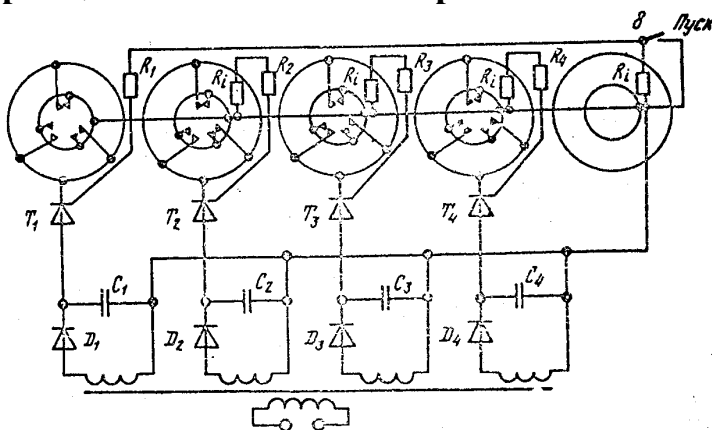
**I. Вступление.**

Автору уже пришлось в прошлом году на этой конференции «Сибресурс-2002» доказывать теорему о фронте ударной волны кумулятивного характера, но здесь необходимо снова привести ее формулировку:

Суперпозиция ударных волн в среде путем включения очередного источника в момент прохождения через него фронта ударной волны от предыдущего источника образует результирующий фронт волны кумулятивного характера. /1/

**I-1. Электрогидравлические насосы.**

В качестве практического приложения этой теоремы здесь рассмотрим серию электрогидравлических насосов /2/, так как все они могут быть представлены одной и той же принципиальной электросхемой, изображенной на рис. I-1. В сущности такая принципиальная электросхема с блоком электропитания



представляет собой генератор импульсного тока с отдельными батареями конденсаторов для разрядников. Конструктивно такая электросхема может быть выполнена как показано на рис. I-2 и рис. I-3, а некоторые возможные

формирователи разрядов показаны на рис. I-4, рис. I-5 и рис. I-6 /2/. Насос содержит корпус 1, блок электропитания, разрядные устройства 2, размещенные в электроизолирующих пробках по три равномерно по круговым сечениям корпуса 1. Формирователи 3 разрядов могут быть выполнены в виде тензорезисторов полупроводникового типа с выводами 4 через пробку разрядника 2, либо в виде пьезоэлектрического датчика, размещенного аналогично, либо в виде проводникового стержня 3 в пробке разрядника 2.

Насос содержит корпус 1, блок электропитания, разрядные устройства 2, размещенные в электроизолирующих пробках по три равномерно по круговым сечениям корпуса 1. Формирователи 3 разрядов могут быть выполнены в виде тензорезисторов



полупроводникового типа с выводами 4 через пробку разрядника 2, либо в виде пьезоэлектрического датчика, размещенного аналогично, либо в виде проводникового стержня 3 в пробке разрядника 2.

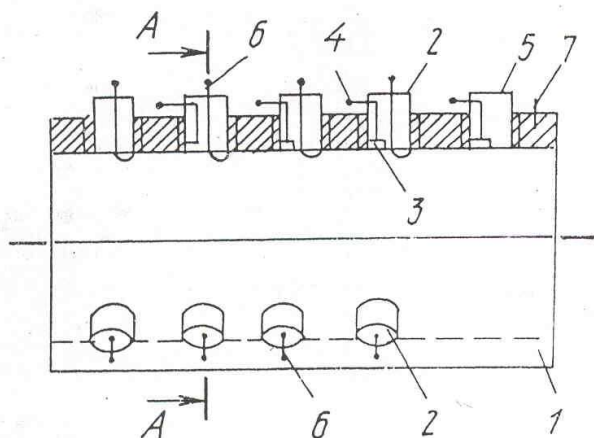


Рис. I-2. Продольный вид корпуса с  $\frac{1}{4}$  выреза радиальными плоскостями ( Фиг.1 по источнику 3 )

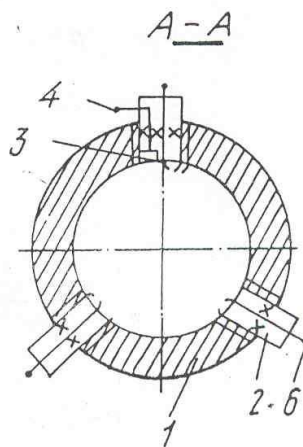


Рис. I-3. Поперечный разрез корпуса насоса ( Фиг.2 по источнику 3 )

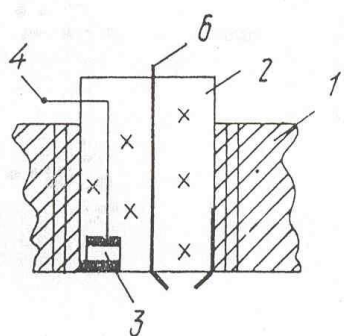


Рис. I-4. Продольный разрез формирователя разрядов тензорезисторного типа (Фиг.3 по источнику 3)

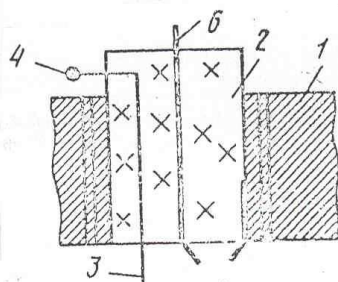


Рис. I-5. Продольный разрез формирователя разрядов электролитического типа (Фиг.4 по источнику 3)

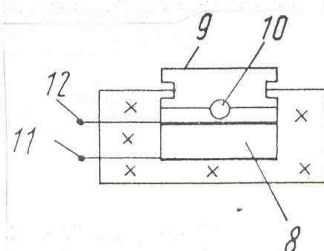


Рис. I-6. Поперечный разрез пускового формирователя (Фиг.5 по источнику 3)

Насос содержит корпус 1, блок электропитания, разрядные устройства 2, размещенные в электроизолирующих пробках по три равномерно по круговым сечениям корпуса 1. Формирователи 3 разрядов могут быть выполнены в виде тензорезисторов полупроводникового типа с выводами 4 через пробку разрядника 2, либо в виде пьезоэлектрического датчика, размещенного аналогично, либо в виде проводникового стержня 3 в пробке разрядника 2.

Формирователь 3 разрядов любого типа для первой группы разрядников 2 размещен на отдельном держателе 5 после последней группы разрядников 2 на расстоянии, не менее радиуса корпуса 1. Все разрядники 2 имеют выводы 6 от одного из электродов пары,

а вторым выводом служит металл корпуса 1 с общим выводом 7. В случае возможного исполнения корпуса 1 из диэлектрика каждый разрядник 2 имеет свой вывод, соединенный с клеммой 7. Пусковой формирователь 8 разрядов в виде тензорезистора или пьезоэлектрика с клавишей 9 и шариком 10 имеет выводы 11 и 12, соединенные параллельно первому формирователю 3 разрядов.

При включении электропитания на разрядники 2 ударные волны распространяются вдоль канала насоса, своим давлением по фронту воздействуют на формирователи 3 разрядов очередных разрядников 2, включая их в моменты прохождения фронта ударной волны через них, поддерживая таким образом работу насоса на протяжении всего периода работы схемы электропитания.

## II. Трубопроводная магистраль

с отрицательным гидравлическим сопротивлением.

Из описания устройства и работы электрогидравлических насосов ясно, что между собой насосы этой серии конструктивно отличаются лишь исполнением формирователей разрядов, которые могут быть тензорезисторными (рис.I-4), пьезоэлектрическими или электролитическими (рис.I-5).

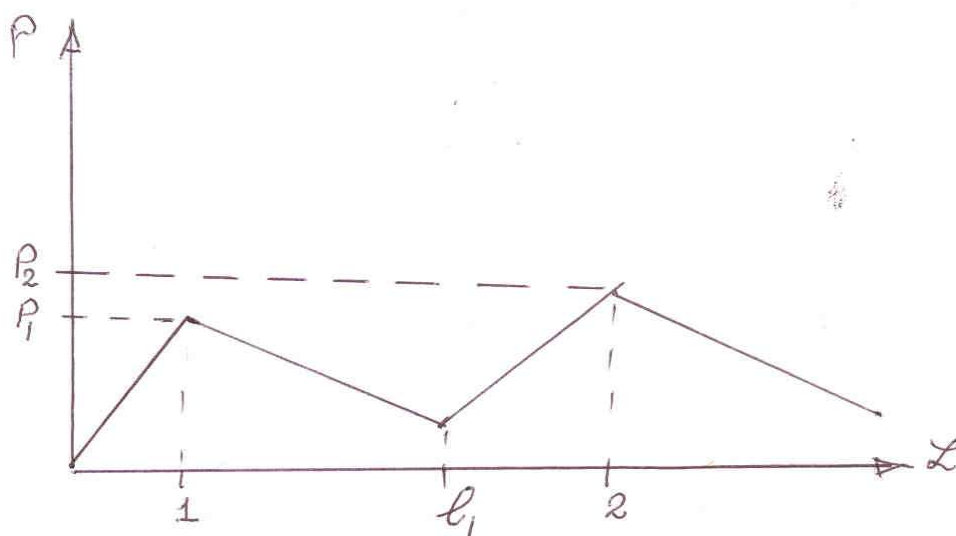


Рис.II-1. Диаграмма давления в трубопроводной магистрали, содержащей серию ЭГН.

Независимо от конструктивного исполнения /3/, /4/, /5/ формирователей разрядов, которое сказывается на эксплуатационных характеристиках насосов, определяя производительность, напор и др. параметры, все насосы данной серии являются трубопроводами с отрицательным гидравлическим сопротивлением. Более того, если представить себе последовательную серию таких насосов, соединенных между собой

отрезками труб, то при выполнении условия, чтобы:  $P_2 > P_1$  (1), можно получить сколь угодно длинную трубопроводную магистраль с отрицательным гидравлическим сопротивлением, как это следует из рис. II-1. Действительно, так как на графике давление  $P_1$  и  $P_2$  в магистрали на участках 1 и 2 соответствуют работе двух соседних насосов, когда второй ЭГН включен в магистраль последовательно первому ЭГН на таком расстоянии от него, чтобы давление на входе второго ЭГН было больше нуля, то в результате на выходе второго

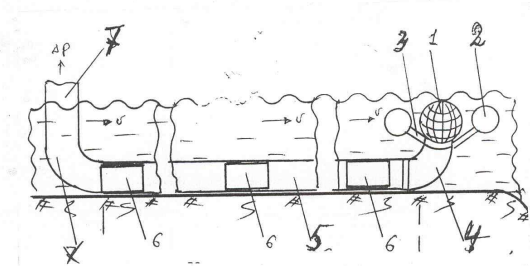


Рис. II-2. Схема размещения трубопровода с включенными последовательно ЭГН.

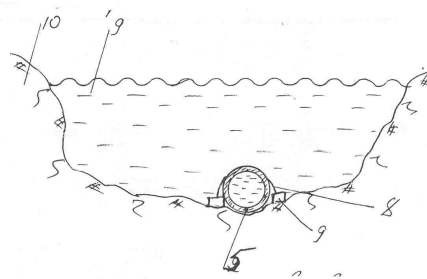


Рис. II-3. Вертикальное сечение рис. II-2.

ЭГН давление будет удовлетворять условию (1).

Реализацию такой магистрали можно представить в виде водозаборной установки, показанной на рис. II-2. и рис. II-3.

Такая установка /2/ содержит сетчатый оголовок 1 с поплавками 2 на кронштейнах 3 и гибкий трубопровод 4 ниже уровня воды в водоеме, соединенный с водоводом 5 по дну водоема. В водоводе 5 через заданные интервалы размещены ЭГН - 6 с общим электропитанием по электрическому кабелю, проложенному параллельно водоводу. (Кабель на рисунках не показан.) Вывод 7 установки выполнен по месту назначения в виде туннеля или колодца. Закрепление водовода 5 на дне водоема выполнено с помощью хомутов 8 с якорями 9, например, башмачного типа и т.п. /2/.

### III. Электрогидравлический канал

по патенту РФ № 2027076 / 6/.

Природоохранное назначение описанной выше водозаборной установки как примера трубопроводной магистрали с отрицательным гидравлическим сопротивлением не вызывает сомнений, но производительность установки ограничена сечением водовода. Этого ограничения можно избежать, если в качестве самой магистрали использовать русло реки, течение которого может быть ускорено или замедлено с помощью ЭГН открытой конструкции, которая представлена на рис. III-1, рис. III-2 и рис. III-3. Насос /6/ состоит из канала с бортами 1 и днищем 2 волнообразного профиля, поверхность которого образована поперечными потоку канавками – углублениями 3,

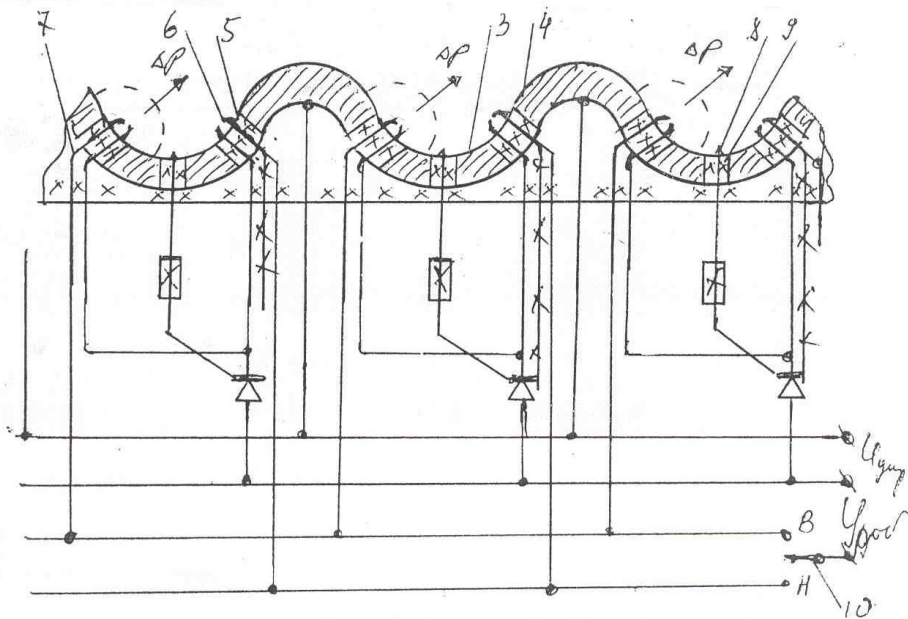


Рис.Ш-1. Вертикальный разрез сверху со схемой электропитания. (Фиг. 1 по [6])

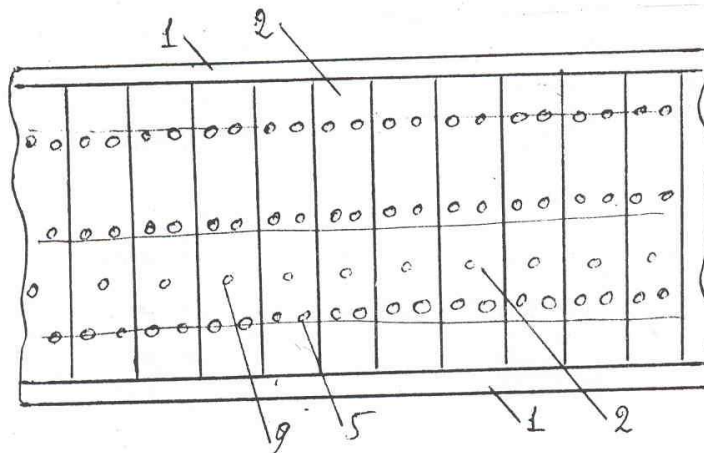


Рис.Ш-2. Вид дна насоса сверху. (Фиг.2 по [6])

на боковых склонах 4 которых в пробках 5 размещены разрядники 6 с выводами 7 через днище 2 к сети электропитания, выполненной на тиристорах, в цепь управления которых включены формирователи 8 разрядов в виде стержней, размещенных в пробках 9 на дне

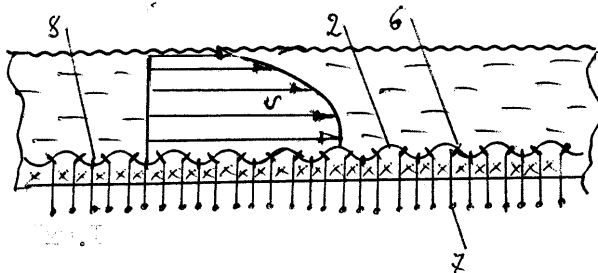


Рис.Ш-3. Годограф скорости потока по сечению канала. (Фиг.3 по источнику 6)

углублений 3. Переключатель 10 рядов разрядников определяет направление потока, включая в работу разрядники с заданной стороны углублений 3. При включении напряжения электропитания в заданном

положении переключателя 10 формирователи 8 разрядов замыкают цепь управления тиристорной схемы электропитания разрядников 6, ударные волны вокруг которых выбрасывают рабочую среду в заданном направлении по ходу потока в течение всего периода электропитания.

#### **IV. Мобильная трубопроводная магистраль.**

Описанный выше открытый электрогидравлический канал по патенту РФ №2027076 можно представить себе в качестве дополнительного водосброса в период паводков на площади бассейна переполненной реки, но этот же принцип образования гидропотока возможно использовать и в трубопроводной магистрали. Действительно, если трубопроводная магистраль с отрицательным гидравлическим сопротивлением, описанная ранее по п. II, может функционировать лишь в погружном режиме, то есть при наполнении канала ЭГН по всему сечению, когда формирователи разрядов могут включать все разрядники сечения канала насоса, то работа открытого электрогидравлического канала возможна без этого ограничения.

#### **IV-1. Электроразрядный реверсивный насос по заявке № 93055246 /2/.**

Представим себе канал трубы, как это показано на рис. IV-1 и рис. IV-2, а принципиальную электросхему на рис. IV-3. Этот реверсивный электроразрядный насос состоит из трубчатого многоступенчатого корпуса 1, внутри которого размещены ступени парных отражателей 2 конической формы, соединенных в паре наибольшими растворами конических корпусов. На отражателях 2 размещены пары электроразрядных электродов 3 в виде колец с выводами 4 через пробки 5 к схеме электропитания. По стыкам больших растворов конических отражателей 2 размещены в пробках 6 формирователи 7 разрядов в виде стержней с выводами 8 к схеме электропитания. На концах корпуса 1 выполнены штуцеры 9. По стыкам ступеней запасные отверстия под пробки 5 закрыты заглушками 10. Как ясно из принципиальной электросхемы, формирователи 7 разрядов включены в цепь управления тиристорной схемы электропитания с переключателем 11 направления гидропотока.

При включении электропитания ударные волны от электроразрядов, распространяясь в заданном направлении от отражателей 2, перемещают рабочую среду по направлению в соответствии с положением переключателя 11. По заявке № 93055246 /29 автором получено решение Роспатента о выдаче патента РФ на изобретение под названием «электроразрядный реверсивный насос»

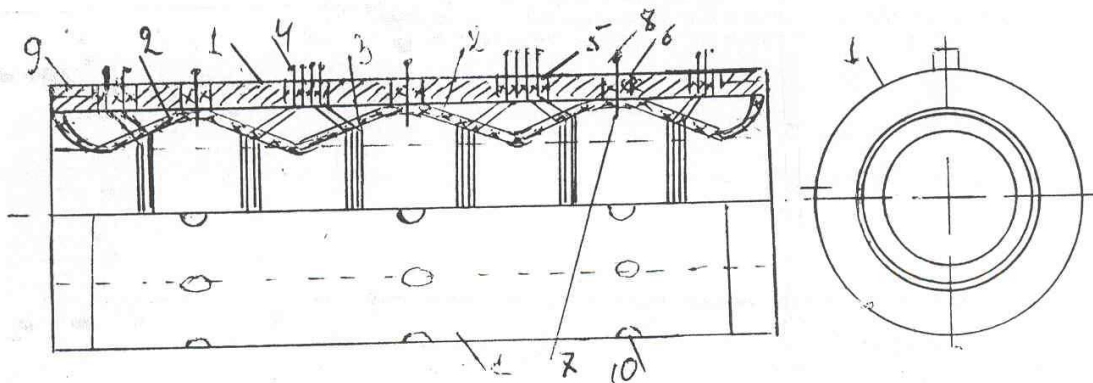


Рис.IV-1. Вид сбоку реверсивного насоса с  $\frac{1}{4}$  выреза радиальными плоскостями      Рис.IV-2. Вид с торца рис. IV-1.

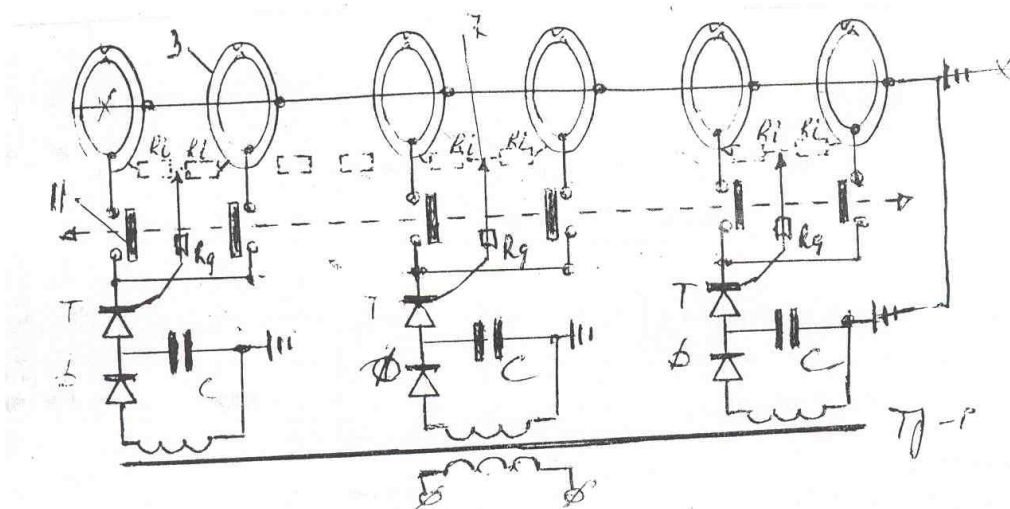


Рис.IV-3. Принципиальная электросхема реверсивного электроразрядного насоса,

Таким образом, как ясно из описания работы такого реверсивного электроразрядного насоса, конструктивное исполнение разрядников в виде колец на конических отражателях позволяет не только осуществить изменение направления потока рабочей среды, но и обеспечивает устойчивую работу насоса при частичном заполнении канала рабочей средой. Другими словами, трубопроводная магистраль, включающая в себя последовательную серию подобных ЭГН, будет не только обладать отрицательным гидравлическим сопротивлением, но и сможет работать, будучи проложенной по поверхности земли, например, в виде гибкого шланга. В свою очередь, возможность применения гибких шлангов для трубопроводных магистралей с отрицательным гидравлическим сопротивлением открывает широкие перспективы для решения различных природоохранных задач.



## IV-2. Аэродинамические дождевальные установки.

Для иллюстрации практического использования трубопроводной магистрали с отрицательным гидравлическим сопротивлением в виде мобильной трубопроводной магистрали здесь можно привести

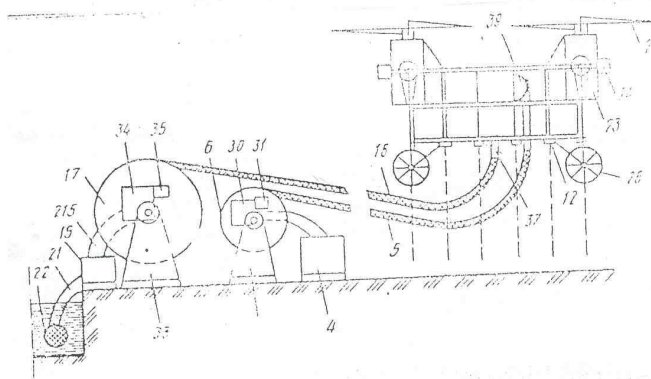


Рис.IV-4. Вид сбоку дождевальной по патенту РФ №1769401

по возделываемой культуре. Кроме того, принцип работы аэродинамических дождевателей открывает возможность их применения для пожаротушения лесов, степей, торфяных болот и других возгораний.

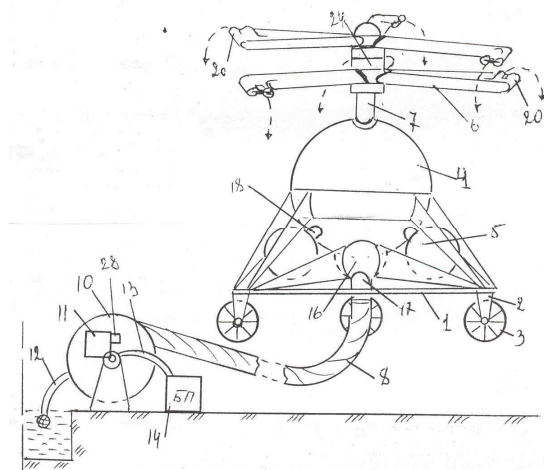
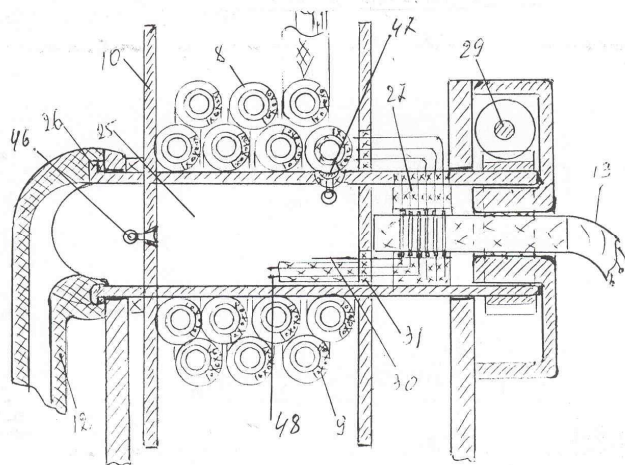


Рис.IV-5. Вид сбоку дождевальной с водозаборными станциями. Установки по патенту № 2063122 Отличия между указанными дождевателями заключается не только в принципе работы электропривода аэродинамического движителя, но и в конструктивном исполнении гибких шлангов – водоводов и электрокабелей. Если по патенту РФ № 1769401 применены отдельные конструктивные элементы : гибкий шланг и электрокабель на отдельных барабанах, то по патенту РФ № 2063122 эти конструктивные элементы совмещены на общем барабане, устройство которого показано на рис.IV-6.

примеры дождевальных установок по патентам РФ № 1769401 и № 2063122, показанных на рис.IV-4 и рис.IV-5. Оба эти изобретения относятся к оросительной технике и предназначены для дождевания с заданной высоты, что предотвращает механические повреждения грунта и

повреждения культуры. Кроме того, принцип работы аэродинамических дождевателей открывает возможность их применения для пожаротушения лесов, степей, торфяных болот и других возгораний.

Как видно на рисунках, оба дождевателя установки по патенту РФ № 2063122 содержат специальные фермы, снабженные аэродинамическими движителями с электромагнитным ( по патенту РФ № 1769401 ) или с электрореактивным ( по патенту РФ № 2063122) приводами. На фермах размещены емкости с водой, с помощью гибких шлангов соединенные



**Рис.IV-6.Разрез диаметральной плоскостью барабана с гибким шлангом-кабелем по патенту РФ № 2063122.(Фиг.5 по источнику 8)**

Как видно из рис.IV-6, жилы электрокабеля размещены в стенке шланга, диэлектрический материал которого одновременно служит и электроизоляцией между жилами. Не повторяя здесь подробного описания устройства и работы указанных дождевателей, необходимо заметить, что возможность их использования на значительных расстояниях от водоемов полностью определяется массовогабаритными показателями этих барабанов со шлангами-кабелями. При этом ясно, что простое увеличение длины таких шлангов даже путем последовательного соединения шлангов на нескольких барабанах не обеспечит нам увеличения радиуса действия дождевателей, так как гидравлическое сопротивление подобной магистрали пропорционально ее длине. Представим себе теперь, что промежуточные барабаны со шлангом-кабелем содержат в себе электроразрядные реверсивные насосы, описанные выше по п.IV-1. Тогда все наши барабаны с такими гибкими шлангами – кабелями станут электрогидравлическими трубопроводными магистралями с отрицательным гидравлическим сопротивлением, позволяя нам увеличивать радиус действия аэродинамических дождевателей до любых значений. Исполнение таких барабанов со шлангами-кабелями в виде транспортабельных установок, например, на автомобилях и др. позволит оперативно прокладывать трубопроводные магистрали до дождевателей на любом расстоянии от водоемов.

Таким образом, рассмотренные выше примеры применения электрогидравлических насосов различных конструкций позволяет нам обоснованно заключить, что это новое поколение насосного оборудования способно обеспечить решение многих технических задач, направленных на охрану окружающей природной среды.



## **Литература:**

- 1.Вертинский П.А.Повышение эффективности электрогидравлических систем с использованием кумулятивного электрогидравлического эффекта.// Материалы V рег.конф. «Сибресурс-2002», ИГЭА, Иркутск, 2002 г., стр. 49.**
- 2.Вертинский П.А. Электрогидравлика. г.Усолье-Сибирское, 1996 г.144с.**
- 3.Вертинский П.А.Электрогидравлический насос // Патент РФ№ 1770614, БИ № 39 / 92.**
- 4.Вертинский П.А. Электрогидравлический насос // Патент РФ № 1824504, БИ № 24 / 93.**
- 5.Вертинский П.А. Электрогидравлический насос // Патент РФ № 1830430, БИ № 28 / 93.**
- 6.Вертинский П.А. Электрогидравлический насос // Патент РФ № 2027076, БИ № 02 / 95.**
- 7.Вертинский П.А. Дождевальная установка // Патент РФ № 1769401, БИ № 02 / 95.**
- 8.Вертинский П.А. Дождевальная установка // Патент РФ № 2063122, БИ № 19 / 96.**

## **05. ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГЕТИКИ**

### **I. Происхождение проблемы.**

После В. И. Вернадского экологи всего мира регулярно предупреждали общественность о постоянном усилении так называемого тепличного (парникового) эффекта на Земле, но массовые и катастрофические наводнения летом 2002 года явились для населения Европы, Азии и Америки настолько неожиданными, словно об этих последствиях тепличного эффекта люди узнали впервые. Между тем, как отмечают экологи /1/, одной из главных причин такой разбалансировки климата Земли являются газовые и аэрозольные выбросы в атмосферу всего промышленного комплекса, и прежде всего энергетики. Действительно, основным источником энергии всех видов для современного промышленного комплекса на Земле служит ископаемое топливо в виде углей, нефти, газа, торфа, сланцев, которое на протяжении миллионов лет аккумулировало вместе с солнечной энергией и углекислоту из атмосферы. С появлением современной теплоэнергетики все эти высокомолекулярные углеводороды при сжигании высвобождают не только углекислоту, но многие другие газы и мелкодисперсные аэрозоли. Так, например, только газовые выбросы теплоэнергетики Иркутской области по свидетельству ежегодного Государственного Доклада « О состоянии окружающей природной среды Иркутской области» /2/ составляют 38% от всех выбросов стационарных источников загрязнений атмосферы области.

При этом экологи настойчивы в своих постоянных рекомендациях использовать так называемые альтернативные источники энергии, упоминая среди первых солнечные и ветроэлектростанции, приливные и геотермальные энергоустановки. Однако простые расчеты на основе солнечной постоянной излучения убедительно показывают, что даже самое массовое использование таких источников энергии не позволит удовлетворительно обеспечить потребности человечества в энергии, покрыв при этом всю поверхность Земли гелио- и ветроэнергоустановками. А размещение на Земле пригодных для эксплуатации приливных и геотермальных установок потребует таких протяженных энергомагистралей (тепловых и электросетей), которые на нет сведут всю эффективность этих установок. Другими словами, так называемые альтернативные источники энергии могут рассматриваться в качестве экологически безопасных лишь в малых масштабах их использования, то есть для энергообеспечения удаленных от промышленных центров потребителей низких мощностей ( небольших поселений, временных экспедиций, удаленных островов и т.п.).

Здесь надо заметить также, что такие прихотливые источники энергии, производительность которых полностью зависит от погоды,

требуют для обеспечения устойчивости энергоснабжения аккумуляторов – продукции наиболее экологически опасного электрохимического производства. Такие страны, как Япония, дорого дали бы за надежный, экологически безопасный альтернативный источник энергии, но несмотря на исключительную восприимчивость японской техники и технологии ко всему новому, ничего конкурентоспособного даже в масштабах национальной энергетики ни ветроэлектростанции, ни гелиоустановки, ни приливные электростанции, ни геотермальные скважины из себя до сих пор не представляют.

Таким образом, перед энергетикой ближайшего будущего экология ставит весьма трудные проблемы своего отраслевого научно-технического прогресса. В свою очередь, эти научно-технические проблемы могут быть нами классифицированы по времени их разрешения на первоочередные, не терпящие отлагательства, и на перспективные, для разрешения которых необходимо подготовить фундаментальные научно-технические положения.

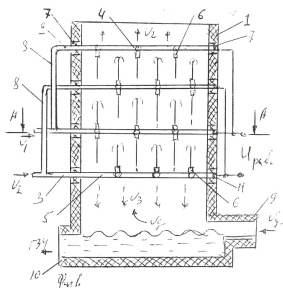
## **II. Теплоэнергетика.**

Так как теплоэнергетика в настоящее время имеет преимущественное значение для функционирования промышленного комплекса, то естественным является стремление специалистов данной отрасли своими средствами разрешить свои экологические проблемы. Преимущественно применяемые в настоящее время на теплоэлектростанциях электрофильтры позволяют очищать дымовые газы ТЭЦ на 99 – 99,5 %, но лишь от твердых компонент, то есть от сажи и золы, не очищая газовые выбросы от мелкодисперсных компонент и от газов, среди которых не только виновник тепличного эффекта  $\text{CO}_2$ , но и такие ядовитые газы как  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}$  и другие примеси в зависимости от химического состава топлива.

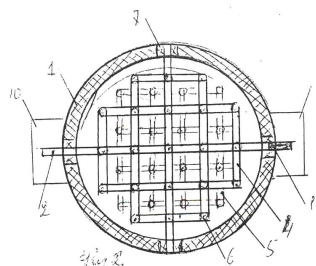
В этой связи рассмотрим некоторые возможные технические решения, которые по степени своей реализуемости представляются в качестве таких первоочередных мер по экологизации теплоэнергетики.

### **II-1. Электрофильтр дымовых газов по патенту РФ № 2026752 /3/.**

Электрофильтр предназначен для улавливания мелкодисперсных твердых и газообразных примесей дымовых газов промпредприятий, поэтому он может быть использован для очистки газовых выбросов не только в энергетике, но и в металлургии, химической и др. промышленности с технологическими процессами, связанными с большими объемами газообразных выбросов в атмосферу.



**Рис. II-1. Вертикальный  
разрез фильтра.**



**Рис. II-2. Горизонтальный  
разрез фильтра.**

Фильтр состоит из вертикального газохода 1, внутри которого выполнены горизонтальные ряды скрещенных друг с другом систем трубопроводов 2 и 3 с решетчатыми распределителями 4 и 5, снабженных водовыпусками 6 вверх и вниз. Системы трубопроводов 2 и 3 через изолирующие пробки 7 соединены электрически с разноименными полюсами источника высокого напряжения и гидравлически патрубками 8 соединены с гидролиниями, электроизолированными друг о друга. Газоход 1 снизу соединен с дымоходом 9, а вывод 10 трубопроводов соединен с системой гидрозолоудаления. С помощью насосных установок в трубопроводы 2 и 3 подается электролит, например, сточные воды из системы ГЗУ, образуя из водовыпусков 6 вверх и вниз струи - фонтаны, между которыми при подключении электропитания возникает интенсивный коронирующий разряд, в области которого протекает интенсивный процесс ионизации, электризации и парообразования воды на нижнем участке газохода, а с насыщением паров при подъеме парогазопылевой смеси этот процесс переходит в насыщение паров и их интенсивную конденсацию на центрах конденсации в виде ионов газов и электризованных мелкодисперсных частиц дыма, что и приводит к их осаждению вниз, на днище фильтра, откуда они уносятся в систему ГЗУ.

### **II-2. Дымовой электрофильтр по заявке Роспатента № 5062102 / 26 /4/.**

Так как, вертикальный канал газохода в электрофильтре по патенту РФ №2026752 затрудняет строительные-монтажные работы такого фильтра и усложняет его эксплуатацию, то этих недостатков можно избежать путем горизонтального исполнения направления газохода, чем и отличается дымовой электрофильтр по заявке Роспатента № 5062102 / 26 /4/. Дымовой электрофильтр состоит из корпуса 1 газохода, перегородками 2 создающий зигзагообразный горизонтальный канал фильтра, в днище 3 и трубоного коллектора 4 с насосной установкой выполнены патрубки 6, а в потолочном перекрытии выполнены отверстия 8,

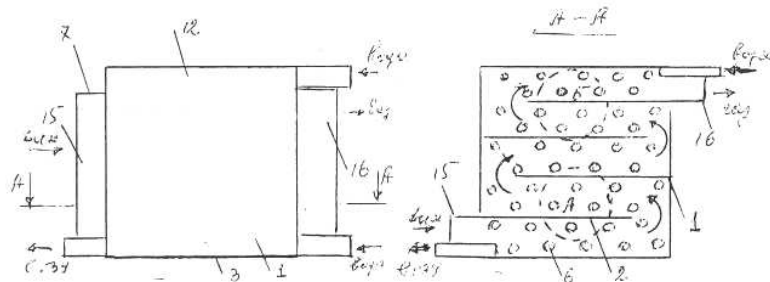


Рис. II-3. Вид сбоку

Рис. II-4. Горизонтальный разрез

дымового электрофилтра      дымового электрофилтра

подключенные к коллектору 9 с отверстиями 10 и насосной установкой 11 и бортами 12 потолочного перекрытия. Электрическими клеммами 13 и 14 коллекторы 4 и 9 соединены с источником высокого электрического напряжения. Вход фильтра 15 соединен с дымоходом, а выход 16 фильтра соединен с типовой дымовой трубой.

После включения дымососов газы поступают на вход 15 фильтра и далее движутся по зигзагообразному горизонтальному каналу газохода 1. После включения насосов 5 и 11 создается гидронапор, образующий струи и фонтаны из отверстий 6 и 8, между которыми протекает коронирующий разряд при включении электропитания установки. Так как в процессе испарения, электризации и ионизации на входном участке горизонтального газохода парогазопылевая среда к средней части горизонтального газохода насыщается парами, то в этой области канала газохода возникает интенсивная конденсация паров на центрах конденсации в виде ионов газов и электризованных мелкодисперсных частиц дыма, в процессе которой они полностью осаждаются и удаляются в систему ГЗУ. Таким образом, на выходе фильтра в дымовую трубу поступает лишь подогретый за счет конденсации атмосферный воздух, рассеиваемый из трубы на больших высотах. По заявке № 5062102 / 26 на дымовой электрофилтр автором получено решение Роспатента о выдаче патента на изобретение /4/.

### II-3. Ионно-лучевой дымовой филтр

по заявке № 93034392 / 26 / 4 /.

Описанные выше электрофилтры за счет конденсации насыщенных паров воды на электризованных мелкодисперсных частицах и ионизированных молекулах газообразных компонентов дыма позволяют осуществить полную очистку газовых выбросов, обладая вместе с этим и высокой производительностью вследствие низкого гидравлического сопротивления каналов газоходов. Однако необходимость использования высокого электрического напряжения для создания коронирующего разряда между струями и фонтанами усложняет эксплуатацию филтров и увеличивает их

массовогабаритные показатели. Этих недостатков можно избежать, применив для ионизации и электризации парогазопылевой среды в канале газохода ионизирующее излучение.

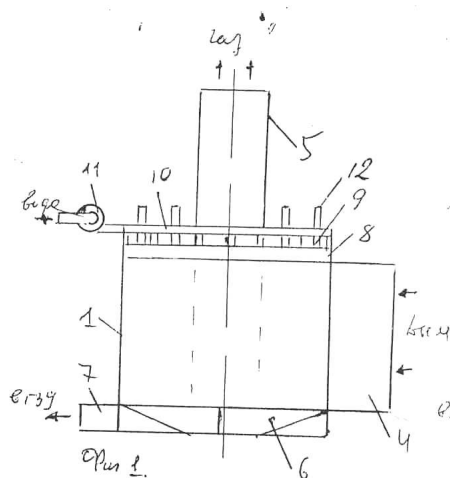


Рис. II-5. Вид сбоку ионно-лучевого фильтра

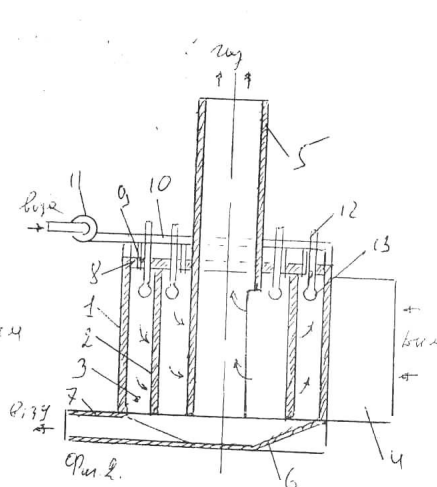


Рис. II-6. Вертикальный разрез ионно-лучевого фильтра

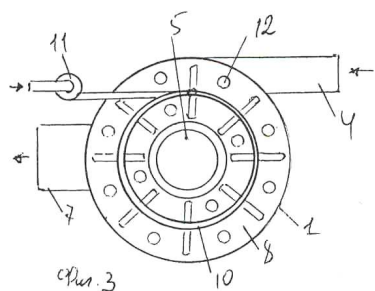


Рис. II-7. Вид сверху ионнолучевого фильтра

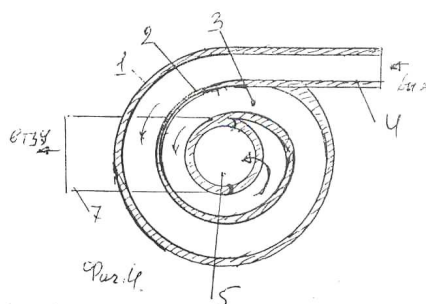


Рис. II-8 Горизонтальный разрез ионнолучевого фильтра

Данный фильтр предназначен для полной очистки дымовых газов с высокой производительностью в автоматических режимах, поэтому может быть использован не только в энергетике, но и в металлургии, в химической и нефтехимической промышленности, которые также характеризуются большими объемами газовых выбросов. Кроме того, массовогабаритные показатели фильтра позволяют его использование в качестве кондиционера для промышленных зданий с возможностью обеспечения высокой производительности очищенного и увлажненного воздуха. Фильтр состоит из цилиндрического корпуса 1 со спиральной перегородкой 2, образующей канал 3 газохода с входом 4 и выходом 5 в виде трубы, на днище в виде сборника 6 конического профиля выполнен выход 7 в систему ГЗУ. В потолочном перекрытии 8 выполнены водовыпуски 9 от коллектора 10 с насосной установкой 11. На держателях 12 размещены источники 13 ионизирующего излучения, например, лампы ультрафиолетового типа, соединенные с типовой схемой электропитания.

При включении насосной установки 11 из водовыпусков 9 образуются струи воды, которые разбрызгиваются поперечным относительно струй потоками очищаемого дымового газа. Так как большая общая поверхность капель и струй воды приводит к интенсивному испарению воды в потоке горячего дыма, то этот процесс парообразования приводит к охлаждению парогазопылевого потока до насыщения паров в средних участках канала газохода. После включения источников ионизирующего излучения вся парогазопылевая смесь в канале газохода фильтра подвергается ионизации и электризации, создавая благоприятные условия для интенсивной конденсации насыщенных водяных паров на центрах конденсации в виде электризованных мелкодисперсных частиц и ионизированных молекул газообразных компонент дыма, осаждающая их на днище канала фильтра, откуда они поступают в систему ГЗУ.

По заявке № 93034392 / 26 на ионнолучевой дымовой фильтр автором получено решение Роспатента о выдаче патента на изобретение /4/.

Рассмотрение подобных технических решений можно было бы продолжить, но уже из приведенных примеров работы новых дымовых фильтров можно сделать вывод, что современная теплоэнергетика имеет широкие перспективы повышения эффективности работы очистных сооружений своих газовых выбросов.

### III. Атомная энергетика.

За полвека своей истории эта новая отрасль энергетики смогла лишь создать устойчивую радиофобию, которая после Чернобыльской катастрофы приняла глобальный характер. Действительно, из всего комплекса проблем этой отрасли энергетики здесь можно отметить прежде всего низкую надежность эксплуатации атомных энергоустановок, большую зависимость надежности и устойчивости их работы от человеческого фактора, постоянно растущую угрозу неуправляемого распространения технологий изготовления ядерного оружия параллельно и под прикрытием атомной энергетики, угрожающие масштабы накопления радиоактивных отходов, множество других проблем.

Так как все блоки оборудования известных АЭС размещаются в наземных зданиях и сооружениях, включая и активную зону реактора, то при работе АЭС осуществляется технологический вынос радиоактивных компонент, включая твердые, жидкие и газообразные вещества, в окружающую среду, что и не позволяет АЭС служить экологически безопасным источником энергии /5/. Так как вынос радиоактивных компонент в процессе работы АЭС носит технологический характер /6/, то даже размещение ядерных реакторов таких АЭС под землей, как это выполняется в странах Скандинавии и др., принципиально ничего не меняет в существе вопроса об экологической опасности современной атомной энергетики.

### III-1. Ячеистая подземная ядерная энергоустановка по заявке № 4932318 /25

Предотвратить радиоактивное заражение окружающей среды в процессе работы ядерной энергоустановки возможно путем ее размещения под землей на достаточно большой глубине. При этом избавиться от технологической необходимости выноса радиоактивных веществ в окружающую среду возможно путем выделения тепловой энергии в результате подземного ядерного взрыва на достаточно большой глубине. Как известно [7], после осуществления подземного ядерного взрыва протекают процессы, характеризующиеся определенными и установленными закономерностями распространения энергии различных видов, в том числе радиоактивности, теплового излучения и др. В частности установлено, что преимущественная часть энергии ядерного взрыва (свыше 70%) превращается в тепловую энергию, которая в дальнейшем процессе после взрыва распространяется в окружающей породе от эпицентра взрыва сферической волной со скоростью, определяемой теплопроводностью окружающих пород и мощностью взрыва. Графически эту закономерность можно изобразить как на рис. III-1, из которого следует вывод, что тепловая энергия распространяется от эпицентра после взрыва неограниченно долго, а радиоактивное излучение поглощается практически полностью на расстоянии, сравнимым с радиусом кратера на поверхности земли, образующегося после взрыва в результате обрушения пород над эпицентром взрыва.

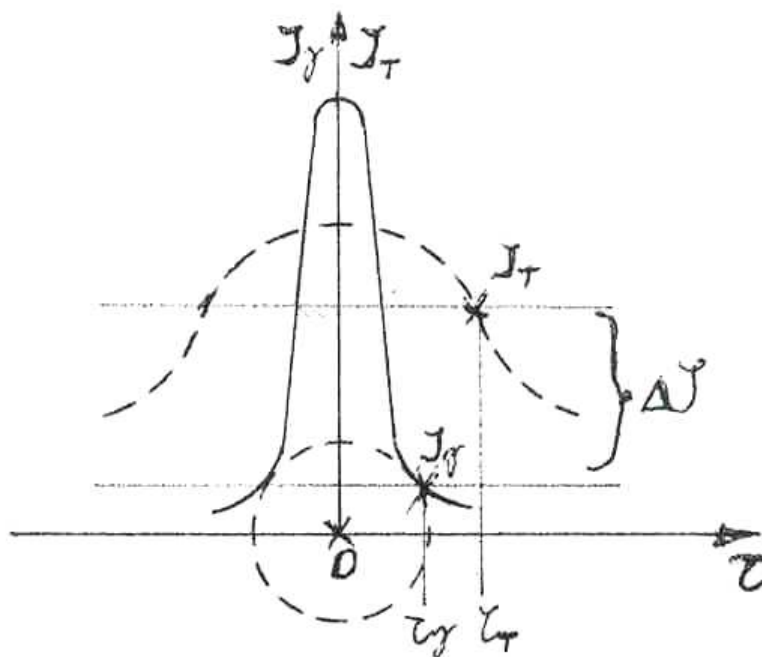
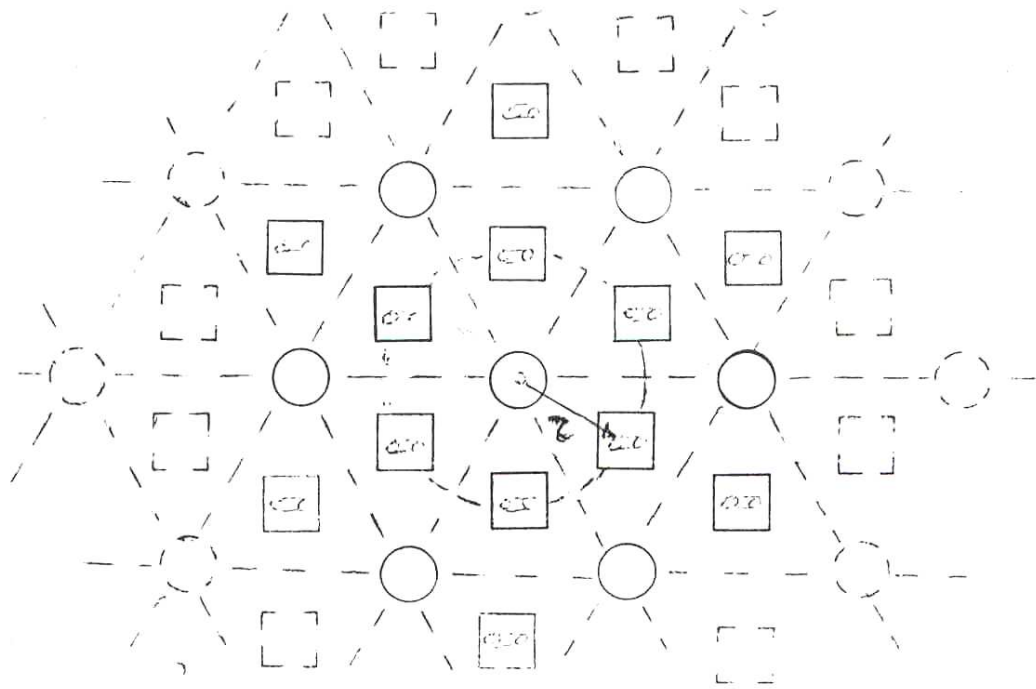
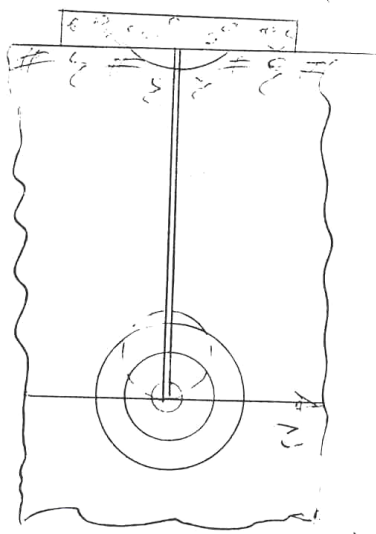


Рис. III-1. Диаграмма распространения радиоактивного и теплового излучений от эпицентра подземного ядерного взрыва. ядерного взрыва.

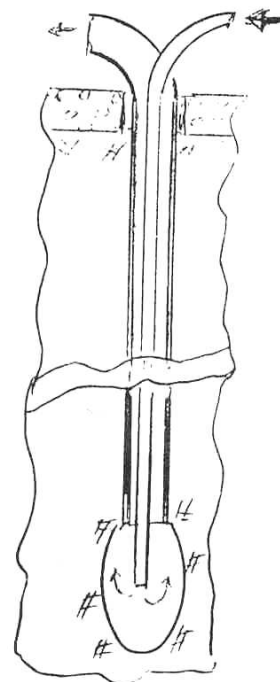




**Рис. III-2. План на поверхности земли размещения треугольной ячеистой схемы скважин, образующих ячеистую структуру теплосяема.**



**Рис. III-3 Вертикальный разрез по скважине первичной полости подземного ядерного взрыва**



**Рис. III-4 Вертикальный разрез по скважине теплосяема с коаксиальным трубопроводом**

Энергоустановка предназначена для производства тепловой или иной энергии экологически безопасным способом, поэтому она может быть использована в энергосистемах или в качестве автономного энергоисточника. Энергоустановка состоит из системы активных зон 1 в виде областей округ эпицентров подземных ядерных взрывов,

соединенных с поверхностью скважинами 2, заглушенных и закрытых крышками 3 перед осуществлением подземных ядерных взрывов на глубинах, обоснованных с учетом региональных сейсмических, структурно-тектонических, геоморфологических и гидрогеологических условий. В геометрических центрах треугольных ячеек в плане скважин 2 размещены скважины теплосъема с обсадными коаксиальными трубопроводами 4 и 5, имеющих выводы 6 от внешних трубопроводов через крышки – плиты 7 к теплообменникам типовых конструкций на поверхности земли.

Расстояния между первичными и теплосъемными скважинами выполнены из соображений радиационной безопасности с учетом конкретных физико-механических свойств породы на заданной глубине эпицентров подземных ядерных взрывов, в области которых выполнены под обсадными трубами полости парообразования. Число зон 1 может быть произвольным, но эффективность установки повышается с ростом их числа.

После производства заданной серии подземных ядерных взрывов образуются зоны 1, тепловая энергия которых распространяется сферическими фронтами и достигает теплосъемных полостей 8, создавая необходимые условия интенсивного нагрева и парообразования воды, подаваемой под давлением по внутреннему трубопроводу обсадного трубопровода, а генерируемый пар при заданных параметрах отводится по выводу 6 к теплообменнику на поверхности земли для потребления.

Так как ядерная энергия в активной зоне высвобождается в период запуска энергоустановки путем подземного ядерного взрыва, а в дальнейшем распространяется вокруг эпицентра путем теплопроводности пород, то этим обстоятельством обеспечивается надежность работы и устойчивость функционирования, предотвращается зависимость эксплуатации от субъективных причин (халатность персонала и т.п.) и от объективных условий (стихийных бедствий, боевых действий в районе АЭС и т.п.)

Кроме того, энергоустановка по описанному предоставляет возможность утилизации ядерных отходов различных технологий путем их использования в качестве первичного заряда для образования активных зон по описанному, что значительно расширяет функциональные возможности энергоустановки.

По заявке № 4932318 / 25 на ячеистую подземную ядерную энергоустановку автором получено решение Роспатента о выдаче патента на изобретение /4/. Кроме того, учитывая особенно высокие требования к насосам АЭС /9/ и отмеченные выше геологические условия выполнения сверхглубоких скважин, автором разработаны серия высоконапорных и коррозионностойких электрогидравлических насосов /10 и др./ и электрогидравлическая буровая головка /11/.

#### **IV. Тепловые насосы.**

Тепловые насосы давно интересуют энергетиков в качестве возможных источников энергии за счет теплосодержания окружающей среды. С позиций экологической безопасности такие энергоисточники явились бы идеальными энергоустановками, так как они принципиально не могут обуславливать тепличный эффект. К сожалению, среди тепловых насосов преимущественное распространение на практике получили такие теплообменники, которые содержат испаритель и конденсатор, так как используют фазовый переход жидкость – пар, характеризующийся значительным перепадом температур между агентами. Именно данное свойство не позволяет обеспечить распространенным тепловым насосам, используемых преимущественно в качестве холодильников, достаточно высокий коэффициент энергоэффективности, не превышающий на практике значения 5,6. Такое значение коэффициента приемливо для маломощных холодильников, но совершенно не пригодно для энергоустановок больших мощностей.

##### **IV-1. Магнитотермосепарационная энергоустановка по заявке №5018957/06**

Повысить коэффициент энергоэффективности тепловых насосов возможно путем осуществления теплообмена при фазовом переходе кристалл-жидкость, когда происходит скачек удельной теплоемкости агента. В настоящее время известны такие фазовые переходы кристалл-жидкость вдали от точки плавления агента в условиях намагничивания /11/. Особенно эффективны такие фазовые переходы для жидкокристаллических веществ /12/, которые отличаются анизотропией по многим своим характеристикам /13/. Магнитотермосепарационная энергоустановка предназначена для получения тепловой энергии за счет теплосодержания окружающей среды при нормальных условиях, поэтому она может быть использована для теплоснабжения промышленных потребителей или жилых массивов в любое время года и в любых климатических условиях. Энергоустановка показана на рис.IV-1, рис.IV-2 и рис.IV-3. На рис.IV-1 показана общая схема энергоустановки, на рис.IV-2. - вид сбоку с четвертью выреза тороидального теплообменника, на рис.IV-3 - вид спереди с четвертью выреза тороидального теплообменника. Она состоит из теплообменников 1, соединенных трубопроводом 2 с насосными установками 3 и клапанами 4. Последняя ступень теплообменника соединена с потребителем 5 энергии, а первая ступень – с водоемом 6 - источником теплосодержания для установки. Каждая ступень теплообменника 1 выполнена в виде тороидальной обмотки 7 из трубчатого провода, между витками которой размещена прокладка 8, образуя с помощью пробки 9 полость тора со штуцерами 10 и 11.

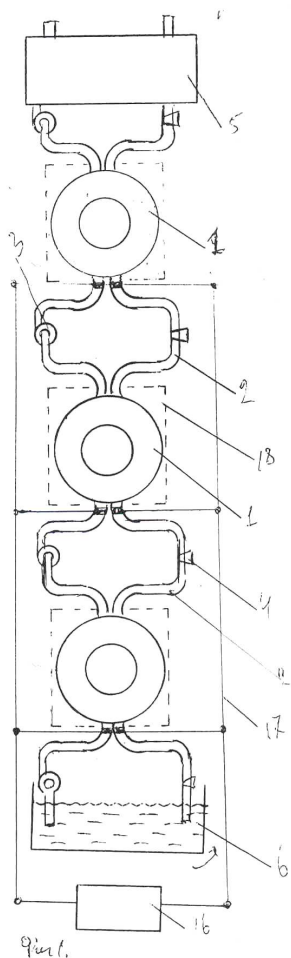


Рис. IV-1

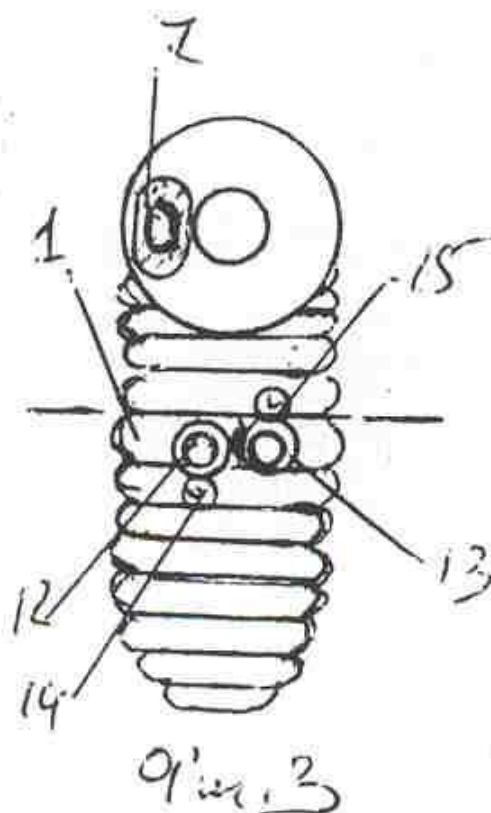


Рис. IV-2

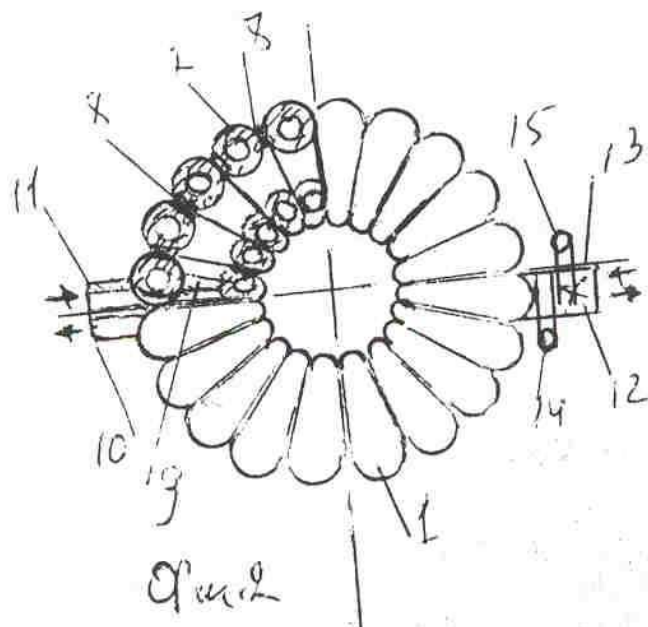


Рис. IV-3.

Трубчатый провод обмотки 7 снабжен штуцерами 12 и 13 с электроклеммами 14 и 15. Клеммы 14 и 15 соединены с источником 16

электропитания проводами 17.

При включении электропитания тороидальных обмоток из трубчатого провода в полостях торов образуется магнитное поле заданной величины, в котором осуществляет циркуляцию агент предыдущей ступени насоса. Так как удельная теплоемкость рабочего агента /ЖКВ/ в магнитном поле меньше его удельной теплоемкости вне магнитного поля, то в течение времени циркуляции агента в полости тора его теплосодержание уменьшится, выделяясь в виде теплоты, уходящей на нагревание агента следующей ступени, который циркулирует по трубчатому теплообменнику, то есть вне поля, когда он имеет большую теплоемкость. В результате циркуляции между ступенями хладагент принимает теплосодержание от источника с низкой температурой и передает его теплоприемнику с высокой температурой, обеспечивая таким образом работу энергоустановки в качестве теплового насоса с высоким коэффициентом энергоэффективности.

По заявке № 5018957 / 06 на магнитотермосепарационную энергоустановку автором получено решение Роспатента о выдаче патента на изобретение /4/.

Ограничившись рассмотрением этих конкретных технических решений экологических проблем современной энергетики, мы на их основе вправе сделать вывод не только о широких научно-технических перспективах решения экологических проблем энергетики, но, что более принципиально важно, о более высокой экономической эффективности экологически безопасной энергетики ближайшего будущего.

Литература:

1. Заключение Всемирной метеорологической организации ( ВМО )// «Зеленый мир» №17-18/2002 г., стр.24.
2. Государственный Доклад «О состоянии окружающей природной среды Иркутской области в 2000 году», Облгоскомприроды, Иркутск, 2001 г., стр.173.
3. Вертинский П.А. Электрофильтр дымовых газов. Патент РФ № 2026752, БИ № 2 / 95
4. Вертинский П.А. Электрогидравлика. г.Усолье-Сибирское, 1996 г.144с.
5. Григорьев В.А.-ред. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы. Справочник., М.,»Энергия»,1980 г.стр.494 и др.
6. Саркисов А.А. и Пучков В.Н. Физические основы эксплуатации ядерных паропроизводящих установок. М., «Энергоатомиздат», 1989 г. стр. 418 и др.
7. Нифонтов Б. Н. и др. Подземные ядерные взрывы. М., Атомиздат, 1965, стр. 128.
8. Марциновский В.А.и Ворона П.Н.Насосы АЭС.М., «Энергоатомиздат», 1987 г. стр.81 и др.
9. Вертинский П.А. Повышение эффективности электрогидравлических систем с использованием кумулятивного электрогидравлического эффекта // Сб. материалов научно - пр. конф. «Сибресурс-2002», Иркутск, ИГЭА, 2002 г., стр.57
10. Вертинский П.А. Электрогидравлическая буровая головка. Патент РФ № 2026990, БИ № 2/95.
11. Вонсовский С.В. Магнетизм. М., «Наука», 1971 г., стр. 313 и др.
12. Вертинский П.А. Каскадный тепловой насос. Патент РФ № 1825941, БИ № 25/93.
13. Вертинский П.А. Решение задач микроминиатюризации электропривода на основе электромеханического эффекта в ЖКВ // Сб. материалов научно-пр. - конф. «Сибресурс-2002», Иркутск, ИГЭА, 2002, стр. 68.

06. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕШЕНИЙ С  
ПОМОЩЬЮ ЭГЭ КОНСТРУКТИВНЫХ ЗАДАЧ НА ВОДНОМ  
ТРАНСПОРТЕ

Краткое введение

Автору уже приходилось на ряде конференций «Сибресурс», регулярно проводимых ИРО АН ВШ РФ, доказывать теорему о фронте ударной волны кумулятивного характера, но здесь необходимо снова привести ее формулировку:

Суперпозиция ударных волн в среде путем включения очередного источника в момент прохождения через него фронта ударной волны от предыдущего источника образует результирующий фронт волны кумулятивного характера.[1]

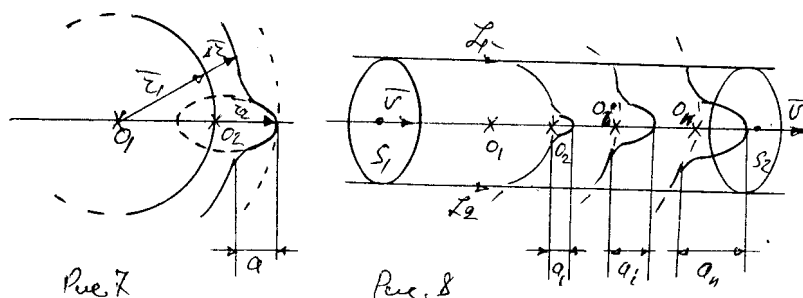


Рис. 1 (рис.7 по .[1])

Рис. 2 (рис.8 по .[1])

Действительно, так как скорость распространения волн со временем убывает, то приращение радиуса первого фронта ударной волны окажется меньше, чем радиус второго фронта ударной волны после разряда в точке  $O_2$  в направлении распространения первого фронта ударной волны, то есть можно отметить, что:  $\Delta r_1 < r_2$  (1). Таким образом, обобщая выше отмеченные обстоятельства, при построении схемы распространения волн на рис.2 можно записать:  $r_1 + r_2 > r_1 + \Delta r$  (2), то есть поверхность общего фронта ударных волн вокруг источников  $O_1$  и  $O_2$  при включении второго источника в момент прохождения через него фронта ударной волны от первого источника в направлении общего распространения волн имеет выступ, что и является проявлением кумулятивности данной суперпозиции ударных волн. Обозначим величину кумулятивного выступа впереди фронта ударной волны через  $a_i$ , где  $i$  – порядковый номер данного разряда. Тогда совершенно ясно, что применяя всякий раз теорему об образовании кумулятивного выступа относительно номер данного разряда. Тогда совершенно ясно, что применяя всякий раз теорему об образовании кумулятивного выступа относительно предыдущего фронта ударной волны, здесь приходится признать, что:  $a_1 < a_2 < a_3 \dots < a_n$  (3). Действительно, каждый предыдущий выступ включает очередной разряд с ещё большим опережением, позволяя очередному кумулятивному выступу еще увеличить свою величину за возросшее время опережения. Легко представить теперь себе, что

общая длина трубки тока, на которой размещена система последовательных разрядников как на рис. 2 оказывается меньше или равной сумме всех выступов кумулятивных фронтов ударных волн, тогда последний в ряду на линии тока выступ окажется выбросом данной среды за пределы данной трубки тока. В силу принципа неразрывности среды из этого обстоятельства следует необходимость образования потока среды по данной трубке тока в направлении порядка следования разрядов. Ясно, что упомянутые примеры реализации на уровне технических решений схемы образования потока среды в результате суперпозиции ударных волн как на рис.2 по существу являются осуществлением схемы устройства электрогидравлического насоса, подтверждая тем самым наш вывод об образовании кумулятивного фронта ударных волн и открывая широкую перспективу для его технического использования в гидравлике. На упомянутых выше конференциях «Сибресурс» автор доложил несколько вариантов конструктивного исполнения электрогидравлических насосов по патентам РФ №№ 1770614 [2], 1824504 [3], 1830430 [4] и др.

Вместе с тем, так как действия насоса и движителя между собой являются обратными, то на основе данного вывода открывается также и возможность развития движителей с непосредственным превращением электроэнергии в механическую работу по движению транспортного средства. В качестве иллюстраций изложенных выводов о практических возможностях использования кумулятивного электрогидравлического эффекта для решения задач на водном транспорте здесь можно привести несколько изобретений автора.

## **1. Установка для очистки сточных вод вымораживанием по патенту № 1627518 РФ**

Так, уже непосредственное применение электрогидравлического насоса по прямому своему назначению возможно решать транспортные задачи в технологических процессах, например, в очистных сооружениях, как это выполнено по патенту №1627518 РФ [5]. Установка по патенту №1627518 РФ предназначена для очистки сточных вод в зимний период, когда стабильно удерживается отрицательная температура окружающего воздуха. При накоплении стоков в специальных водоёмах в течение тёплого периода такую установку возможно использовать и на предприятиях умеренных широт. Устройство и работа установки представлена на рис.1 – разрез вертикальной плоскостью, на рис. 2 – вид установки сверху, на рис. 3 - схема цепного конвейера и на рис.4 схема жёлоба в плане. Установка содержит отстойник 1 с теплообменником 2, соединенных транспортёром 3 с жёлобом 4, на верхнем кронце которого выполнены отверстия 5.

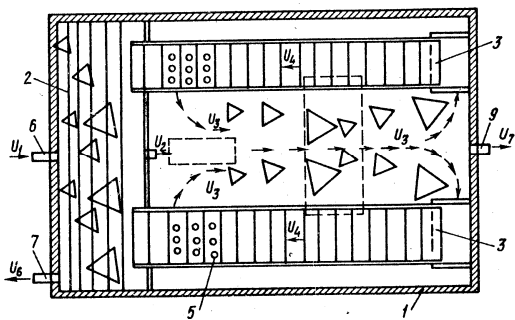


Рис. 1

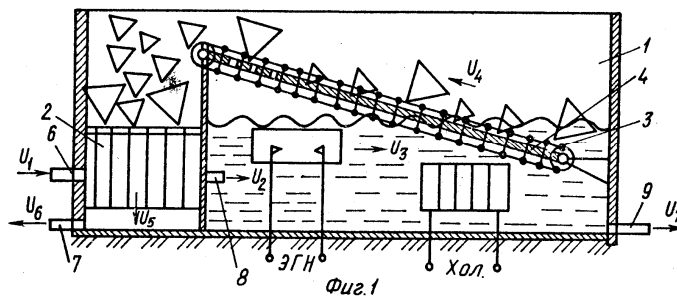


Рис. 2

Теплообменник имеет патрубки 6 для стоков, поступающих на очистку, патрубков 7 для выхода очищенной воды, патрубков 8 соединяет теплообменник 2 с отстойником 1, патрубок 9 для вывода шлама. В отстойнике размещены холодильные устройства 10 и электрогидравлические насосы 11, описанные, например по патенту 1830430 [4] и др. После накопления отстойника 1 до уровня холодильного устройства 10 в работу включаются электрогидравлические насосы 11, которые создают в отстойнике замкнутые потоки, увлекающие льдины на поверхности от теплообменника к задней стенке с приёмными лентами транспортёров 3, которыми льдины увлекаются по желобам 4 вверх к теплообменнику.

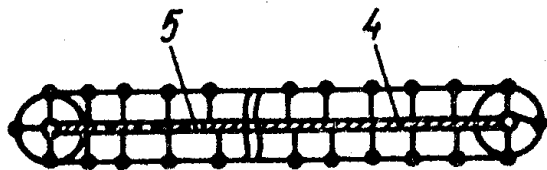


Рис. 3

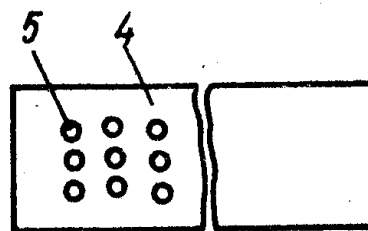


Рис. 4

При этом мелкие льдинки через отверстия 5 в желобе 4 поваливаются в отстойник пополняя число центров кристаллизации в очищаемых стоках, а крупные льдины перегружаются в теплообменник, где расплавляются за счёт теплосодержания поступающих стоков, переохлаждая их перед поступлением в отстойник через патрубок 8, чем замыкается термодинамический процесс между отстойником и теплообменником в течение всего периода работы холодильника 10 и насосов 11. При непрерывном режиме работы шлам по патрубку 9 выводится с заданным расходом по конкретной концентрации сточных вод. В зимнее время холодильники 10 включаются только на период запуска установки в работы.

## 2. Электрогидравлические судовые движители по патентам № 1483825 РФ и № 1213645 РФ.

Здесь ясно, что размещение разрядников на внешней поверхности корпуса немедленно приводит к созданию обратного процесса – движению самого корпуса в среде, то есть позволяет строить



различные судовые движители, один из которых по патенту РФ N 1483825 [6] представлен на рис. 5, а его принципиальная схема на рис. 6.

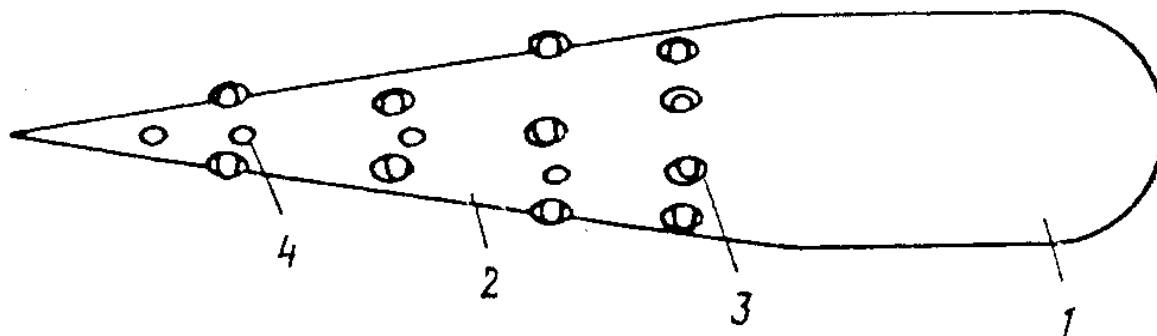


Рис. 5

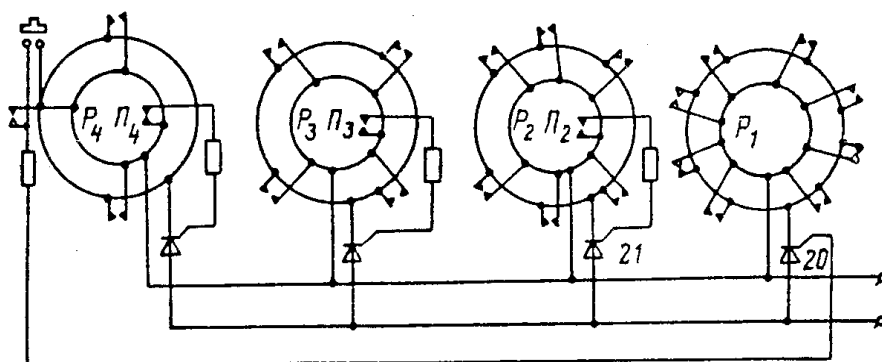


Рис.6

Простейший вариант такого движителя может быть выполнен по патенту 1213645 РФ [7], представленного на рис. 7, рис. 8 и рис. 9.

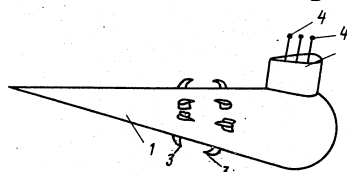


Рис. 7

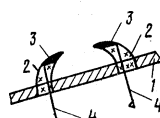


Рис. 8

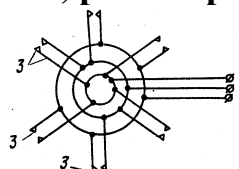


Рис. 9

Изобретение предназначено для сообщения движения судам преимущественно подводного типа. На рис.7 показан общий вид движителя сбоку, на рис. 8 показана схема монтажа разрядных электродов, а на рис. 9 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. Плоскодонный электрогидравлический судовой движитель по патенту № 1748395 РФ

Практическое применение кумулятивного электрогидравлического эффекта не исчерпывается указанными выше изобретениями по [6] и [7] и др., так как позволяет непосредственное превращение электроэнергии в механическую работу по перемещению рабочей среды. Изобретение представляет собой развитие идеи использования ЭГЭ, расширяя его функциональные возможности для мелководного судоходства. На рис. 1 показан общий вид сбоку плоскодонного судна с движителем по патенту № 1748395 РФ [8], на рис. 2 – разрез этого судна вертикальной плоскостью, на рис. 3 – схема размещения разрядников на волнистой поверхности днища судна, на рис. 4 показана схема образования тяги движителя, а на рис. 5 принципиальная электросхема данного движителя.

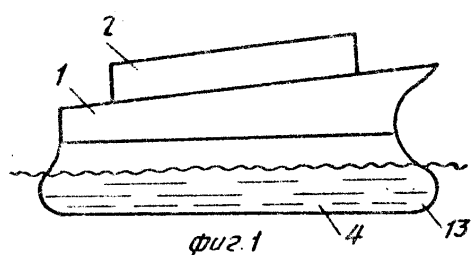


Рис. 1

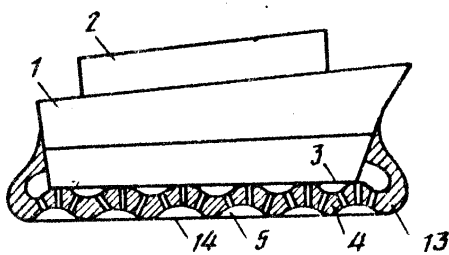


Рис. 2

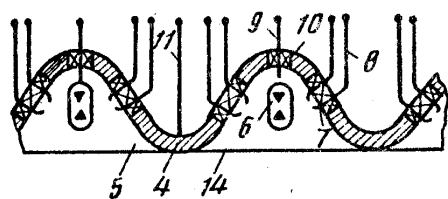


Рис. 3

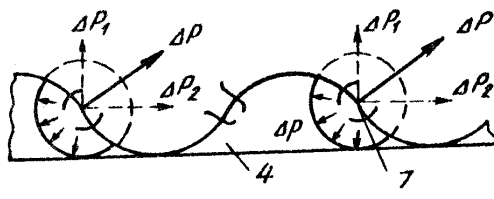


Рис. 4

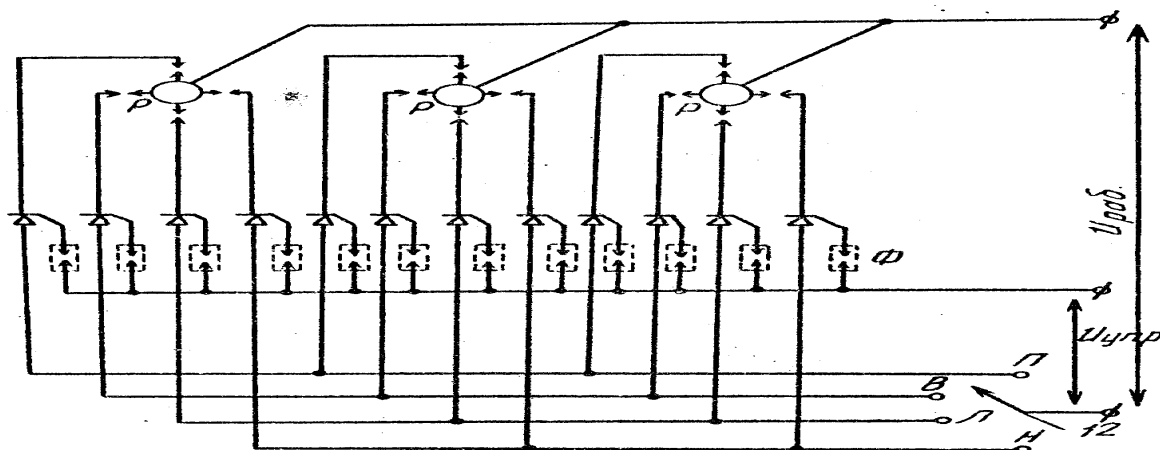


Рис. 5

Движитель состоит из корпуса судна 1 с бортовой энергоустановкой 2, к плоскому днищу 3 которого прикреплена волнообразная поверхность 4 с выемками-углублениями 5, в которых размещены изолирующие пробки 6 с разрядниками 7, подключенные выводами 8 к источнику

электропитания посредством формирователей разрядов 9 в пробке 10. Общий вывод 11 волнистой поверхности через переключатель 12 вектора тяги подключен к схеме блока электропитания. Периферийные выемки 5 по периметру судна образуют юбку 13, а общие стенки выемок 5 образуют ряды гребней 14 с общей плоскостью, прикрепленных к плоскому днищу судна 1. При включении электропитания по заданному переключателем 12 направлению вектора тяги на разрядниках 7 образуются ЭГЭ с общим фронтом волны давления в заданном направлении, создавая одновременно в качестве своих составляющих тягу и подъемную силу для продвижения судна по мелководью.

**5. Подводный электрогидравлический судовой движитель по заявке № 93055548/11 Роспатента [9]/**

Дальнейшее развитие идеи о функциональных возможностях движителя для мелководного судоходства заключается в исполнении его подводного варианта в виде цилиндрического корпуса, показанного на рис. 1, рис. 2 и рис. 3. На рис. 1 приведены половина вида с половиной разреза подводного движителя, на рис. 2 - схема образования тяги движителя, на рис. 3 - принципиальная электросхема движителя.

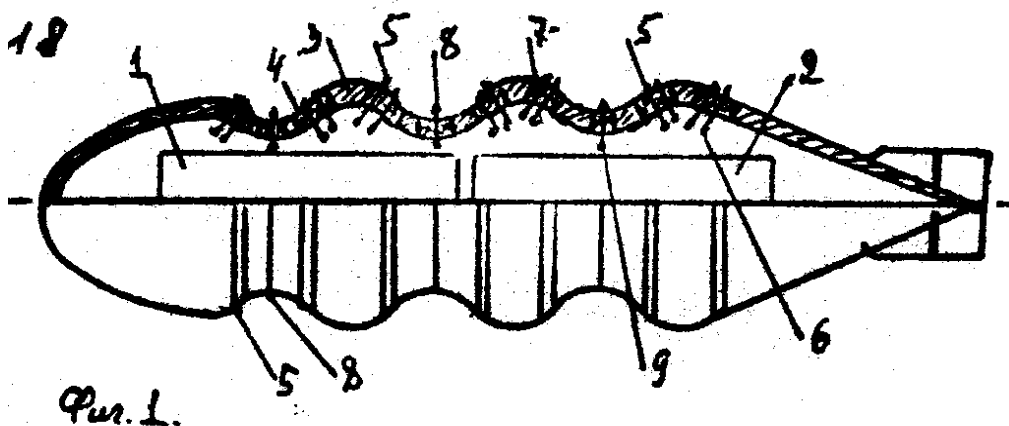


Рис. 1

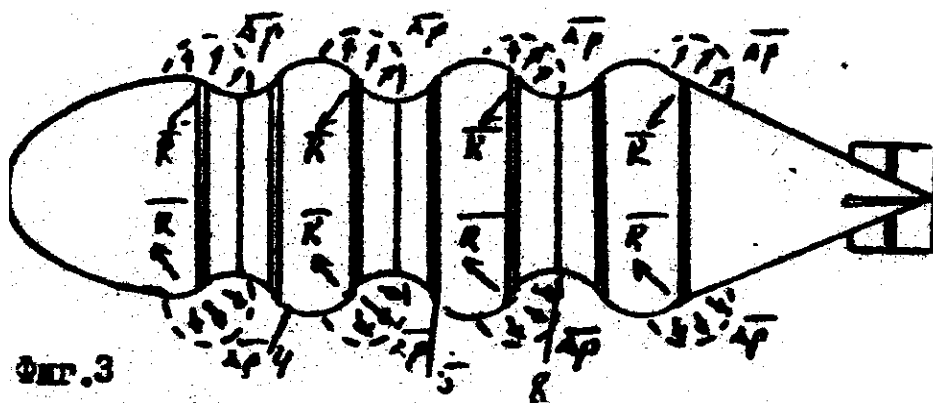


Рис. 2

Фиг. 3

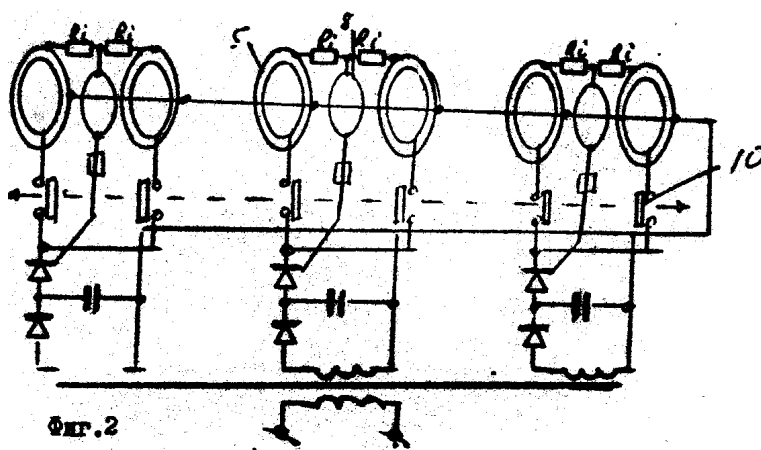


Рис. 3

Двигатель содержит цилиндрический корпус 1 судна, на борту которого имеется энергоустановка 2 с источником электропитания. Внешняя поверхность 3 корпуса 1 выполнена волнообразной из конических участков 4, ориентированных в противоположные стороны. На конических участках 4 выполнены кольцевые разрядники 5 с выводами 6 через изолирующие пробки 7 к электросхеме двигателя с помощью формирователей 8 разрядов с выводами 9 к цепям управления тиристорной схемы электропитания, снабженной переключателем 10 направления вектора тяги.

При включении электропитания формирователи 8 разрядов замыкают через внешнюю среду цепи управления соответствующих тириستоров блока электропитания, открывая их для образования разрядов на электродах 5, образуя ударные волны вокруг них. Так как положение переключателя 10 определяет работу разрядников 5 с одной стороны конических участков 4 волнообразной поверхности корпуса 1, то результирующая всех реакций ударных волн образует общую тягу в заданном направлении при любом погружении двигателя. По заявке № 9305548/11 автор имеет решение Роспатента о выдаче патента на изобретение подводный электрогидравлический судовой двигатель [9].

#### 6. Подводный электрогидравлический судовой двигатель по патенту № 1631896 РФ.

Описанные выше судовые двигатели обладают одним общим недостатком, снижающим их эффективность - открытыми в окружающую среду фронтами ударных волн в процессе работы двигателей, что приводит к рассеиванию давления ЭГЭ, снижению к.п.д. двигателя. Предотвратить отмеченный недостаток позволяет подводный электрогидравлический судовой двигатель по патенту № 1631896 РФ [10]. Устройство и работа двигателя поясняются на рисунках: рис. 1 - схема компоновки двигателей на судне, на рис. 2 - схема компоновки двигателя на подводном судне, на рис. 3 - разрез двигателя плоскостью чертежа, на рис. 4 - разрез по оси разрядника, рис. 5 - схема устройства индуктивного формирователя разрядов и на

рис.6. – принципиальная электросхема двигателя.

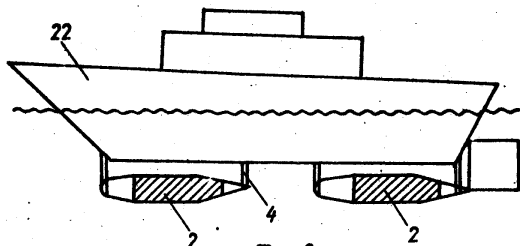


Рис. 1

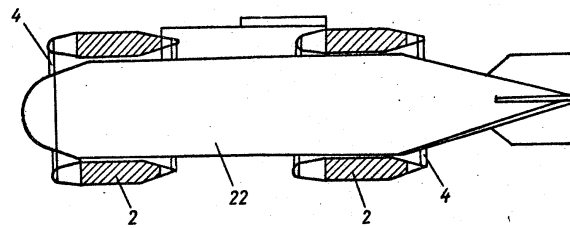


Рис. 2

Двигатель содержит носовую 1, цилиндрическую 2 и кормовую 3 части корпуса, укрепленных с помощью кронштейнов 4 и патрубков 5, 6 и 7, сквозной трубы 8 и кронштейнов 9 к судну. Все части 1, 2 и 3 корпуса двигателя образованы из одной общей для всех частей ленты 10 обтекаемого профиля витками внахлест, создавая внутри корпуса камеры 11 между дисковыми перегородками 12 со скользящими кольцевыми опорами 13.

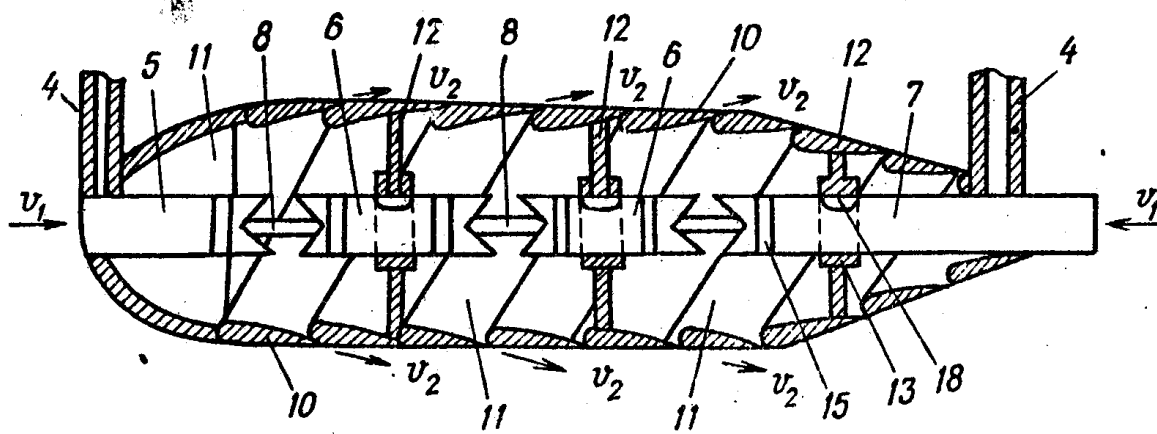


Рис. 3

Трубные разрядники 4, 5 и 6 имеют наконечники 14 на муфтах 15 с выводами 16. На пробках 17 укреплены индуктивные датчики 18 из обмоток 19 и сердечников 20 индуктивных формирователей разрядов, имеющих выводы 21. Обмотки 19 датчиков 18 включены в схемы управления генераторов импульсного тока блока электропитания двигателя. Двигатель может быть исполнен многоступенчатым, повторяя последовательный или параллельный ряды камер 11 по описанному в соответствии с заданными условиями эксплуатации и соответствующей компоновке на судах 22. Тиристоры 23, 24 и 25, обмотки 26, 27 и 28, резисторы 29, 30 и 31, кнопка 32 включателя двигателя применяются типовыми по прямому своему назначению.

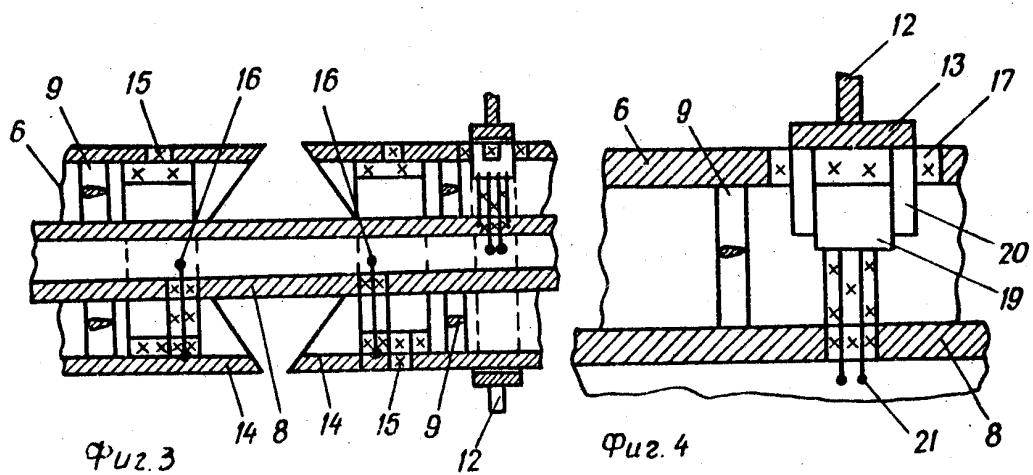


Рис. 4

Рис. 5

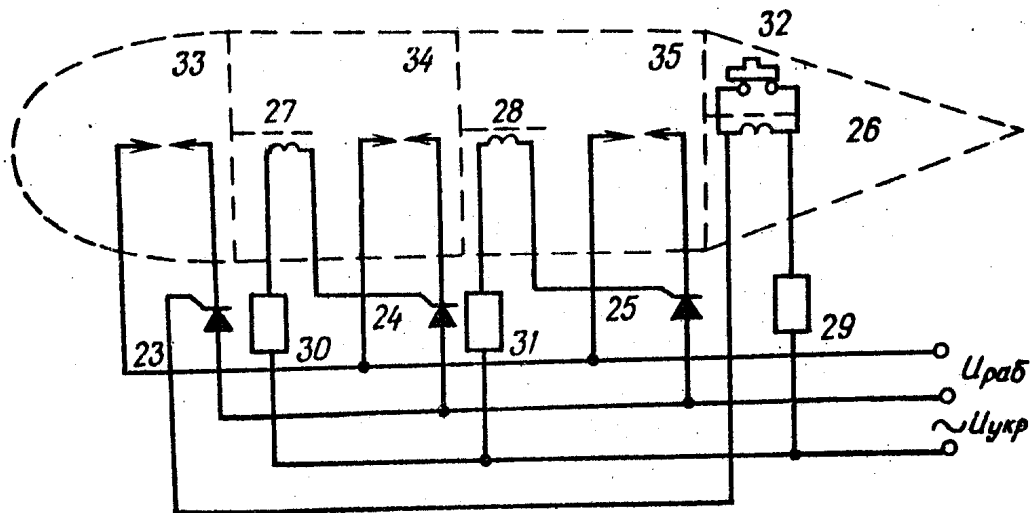


Рис. 6

После включения электропитания от бортовой энергоустановки нажатием кнопки 32 шунтируется обмотка 19 первого формирователя разрядов, открывая тиристор 23, что вызывает разряд на электродах 14 в первой камере 11, паро-газо-воздушный пузырь вокруг которого выталкивает через щели между витками ленты 10 струи воды и одновременно перекрывает разрядный промежуток между электродами 14, сдвигает дисковую перегородку 12 с кольцевой опорой 13, что приводит к изменению величины индуктивности формирователя разрядов очередной разрядной пары электродов 14 в следующей камере 11, повторяя процесс по описанному, поддерживая реактивную тягу струй воды из щелей между витками ленты 10 в течение всего периода электропитания движителя.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

- 1.Вертинский П.А. Повышение эффективности электрогидравлических систем с использованием кумулятивного электрогидравлического эффекта // Сб. матер. V «Сибресурс-2002», Иркутск, ИГЭА, 2002, стр. 49.**
- 2. Вертинский П. А. Электрогидравлический насос//Патент № 1770614 РФ, БИ № 39 / 92.**
- 3. Вертинский П.А. Электрогидравлический насос. Патент N 1824504 РФ, БИ № 24 / 93.**
- 4. Вертинский П.А. Электрогидравлический насос // Патент РФ № 1830430, БИ № 28 / 93.**
- 5. Вертинский П. А. Установка для очистки сточных вод вымораживанием по патенту № 1627518 РФ, БИ № 6/1991 г.**
- 6. Вертинский П.А. Электрогидравлический судовой движитель. Патент РФ N 1483825, БИ № 2/ 1995.**
- 7. Вертинский П.А. Электрогидравлический судовой движитель//Патент №1213645 РФ, БИ № 2/ 1995**
- 8. Вертинский П. А. Электрогидравлический судовой движитель / Патент № 1748395 РФ БИ № 2/ 1995 г.**
- 9. Вертинский П. А. Подводный электрогидравлический судовой движитель по заявке № 93055548/11 Роспатента // ИЛ № 139-93 ЦНТИ, Иркутск, 1993.**
- 10. Вертинский П. А. Судовой электрогидравлический двигатель // Патент № 1631896 РФ / БИ № 2/ 1995**

## **07. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭГЭ В ПРОВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ И ПОДВОДНЫХ ГОРНОРУДНЫХ РАЗРАБОТОК**

### **Предисловие**

Среди многочисленных критических публикаций экологического характера обращают на себя внимание выпуски общероссийской газеты «Зеленый мир», которая стремится наглядно показать и убедительно обосновать выводы и предупреждения экологов о недопустимости развития экологически опасных технологий, преимущественно применяемых в современной российской промышленности в погоне за сверхприбылями. Из подобных выпусков «Зеленого мира» можно указать многие публикации в №№ 13-14 (387-388), 15-16(389-390) 2002 года и др.

Из этих и других материалов становится понятным, что в постсоветский период промышленность России усилила свое давление на окружающую природную среду. Снижение объемов производства вследствие развала народного хозяйства криминальной приватизацией казалось бы должно было привести к соответствующему снижению промышленных сбросов и выбросов. В действительности же именно криминальный характер проведенной приватизации отбросил социально-экономическое развитие страны к этапу первичного накопления капитала новыми собственниками, когда ради сверхприбылей в условиях беззакония переходного периода переступаются любые нравственные нормы и правила поведения. Поэтому развал промышленности привел не только к развалу производственных комплексов, но и к развалу соответствующих очистных сооружений, мер безопасности и охраны труда. Стремление новых хозяев сколотить первичный капитал превратило их во временщиков, когда для извлечения от развалившегося хозяйственного комплекса хоть каких-то прибылей они стремятся экономить абсолютно на всем, включая здоровье и жизнь персонала и населения окружающих регионов. Превышение моторесурсов, пренебрежение элементарными требованиями техники безопасности и охраны труда, исключение из технологических процессов даже устаревших способов очистки стоков и выбросов неизбежно привело к невиданному росту катастроф на авиа- и автомобильном транспорте, аварий в шахтах и рудниках, превышению ПДК вредных веществ в промышленных сбросах и выбросах, которые практически не контролируются должным образом.

Даже оставляя здесь без обсуждения сам вопрос об использовании ископаемых углеводородов в качестве энергоносителей, неуклонно усугубляя тепличный эффект на Земле, необходимо отметить высокую экологическую опасность технологических процессов добычи, транспортировки и переработки нефти, газа, угля, всех других ископаемых углеводородов.



Из ежегодных Государственных Докладов «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации» и регионов следуют статистические выводы, что влияние хозяйственной деятельности на окружающую природную среду России постоянно возрастает, экологическая обстановка ухудшается, число регионов России с бедственным состоянием природной среды растет, а деятельность властных структур всех уровней все чаще сводится к замалчиванию экологических проблем.

Таким образом, сведения о деятельности российских промышленных предприятий в последние годы убедительно подтверждают вывод «Зеленого мира» об экономической ущербности экологически опасных технологий и настоятельно требуют незамедлительной разработки и применения на современных промышленных предприятиях экологически безопасных и высокопроизводительных технологических процессов, энерго- и ресурсосберегающих устройств и установок. Как показывает обзор технических и технологических решений на основе теоремы о фронте ударной волны кумулятивного характера, ЭГЭ предоставляет специалистам самых разных отраслей промышленности такие возможности технических и технологических решений, которые прежде представлялись неразрешимыми.

#### Краткое теоретическое введение

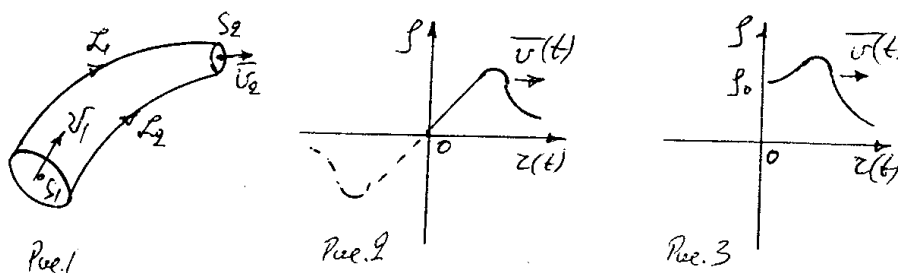
Как известно, согласно современным представлениям гидродинамической теории суперпозиция ударных волн в среде не вызывает образования потоков данной среды, сопровождаясь лишь передачей энергии волн без перемещения вещества в среде [1]. За исторический период после фундаментальных трактатов Д. Бернулли «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:  $\frac{d\bar{v}}{dt} = \bar{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad} p$  (1),

$\text{div } \bar{v} = 0$  (2) и  $\frac{d\rho}{dt} = 0$  (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:

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

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:  $x = tc(\rho) + \varphi(\rho)$  (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 приходим к известным соотношениям Ренкина – Гюгонио [1], которые для плоского случая в неподвижной системе координат могут быть представлены:

$$\rho_1 (D - U_1) = \rho_2 (D - U_2) \quad (6) \quad P_1 + \rho_1 U_1 (D - U_1) = P_2 + \rho_2 U_2 (D - U_2) \quad (7)$$

$$e_1 - e_2 = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) \left( \frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right) \quad (8), \quad \text{где: } D - \text{ скорость ударной волны,}$$

$U$  - скорость среды, а  $\rho, P, e$  - 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:  $\rho_1 D = \rho_2 (D - U_2)$

$$(10) \quad P_1 = P_2 + \rho_2 U_2 (D - U_2) \quad (11) \quad \text{и} \quad e_1 - e_2 = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) \left( \frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right) \quad (12)$$

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 отдаётся лишь техническим решением с использованием кумулятивного электрогидравлического эффекта (движителей, насосов и т.п.), то здесь необходимо привести несколько примеров технических решений, в которых технический результат достигается за счёт применения упомянутых устройств.

### 1. Электроискровой пflug по патенту № 1428225 РФ [6].

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

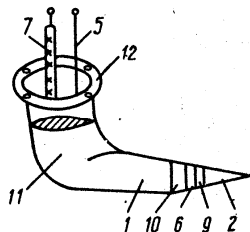


Рис. 1

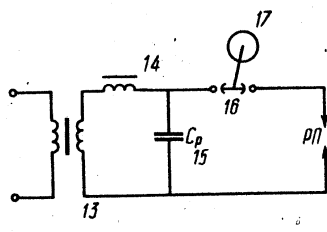


Рис. 2

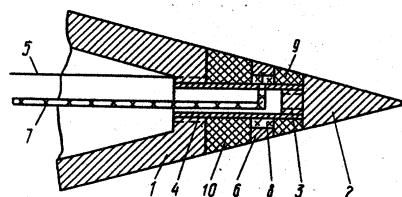


Рис. 3

На рис. 1 показан общий вид плуга сбоку, на рис. 2 - его принципиальная электросхема, а на рис. 3 - продольный разрез корпуса плуга по оси. Плуг состоит из корпуса 1, на котором размещён 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 плуг 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.

2. Устройство для резки струёй высокого давления по патенту № 1598338 РФ [7].

Устройство предназначено для обработки различных материалов и может быть использовано в строительной индустрии, на дорожно-строительных работах, в горно-рудных разработках и т.п. На рис. 1 показан общий вид устройства сбоку, на рис. « вид устройства со стороны сопла - щели, на рис. 3 – разрез по А - А рис. 1, на рис. 4 - разрез по Б-Б рис. 1, на рис. 5 – принципиальная тиристорная электросхема питания разрядника.

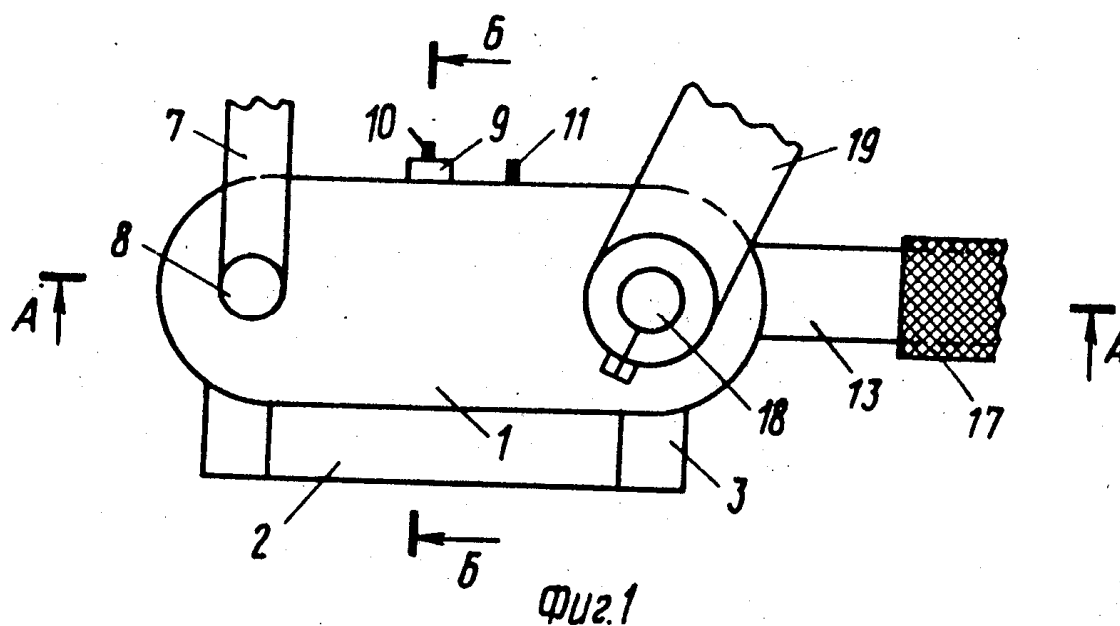


Рис. 1

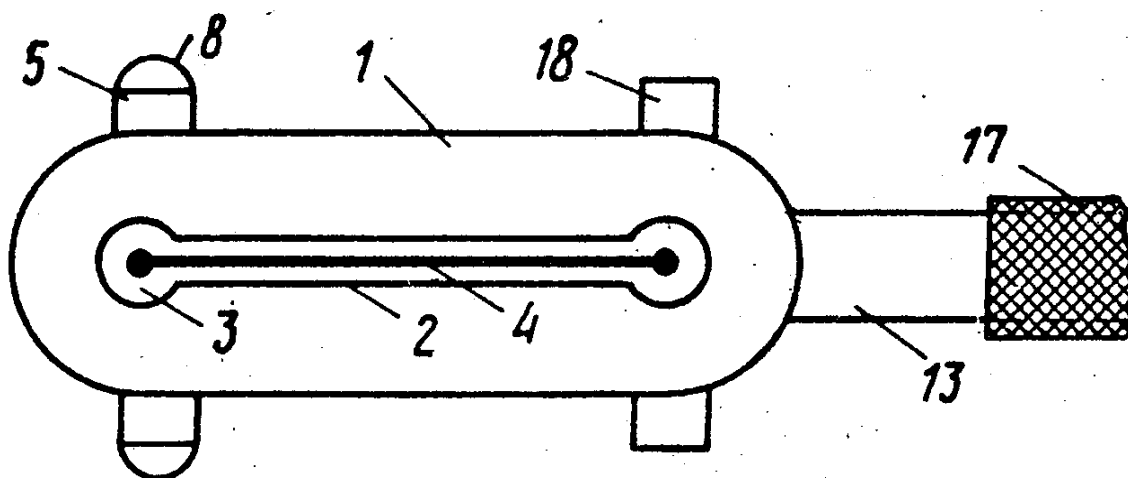


Рис. 2

Устройство содержит корпус – баллон 1 с боковыми губками 2, образующих с помощью компенсаторов 3 сопло-щель 4. Внутри корпуса-баллона 1 в электроизолирующих пробках 5 размещены электроды 6 разрядника с выводами 7 в колпаке 8, и пробке 9 укреплен электрод 10 формирователя разрядов с выводом 11 к электросхеме питания разрядника. В торце корпуса-баллона 1 выполнено отверстие 12 со штуцером 13 и обратным клапаном 14 в седельной пробке 15 с ограничителем 16, на который надет шланг низкого давления 17, по бокам корпуса-баллона 1 выполнены шипы 18 для цанговой штанги 19 манипулятора.

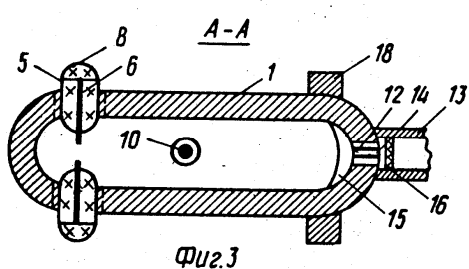


Рис. 3

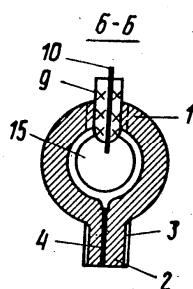


Рис. 4

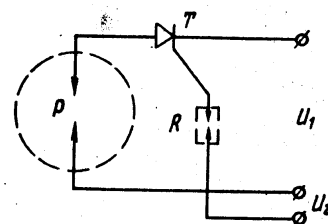


Рис. 5

При включении электропитания формирователя 10 разрядов через среду в корпусе-баллоне 1 замыкается цепь управления генератора импульсного тока, который создаёт между электродами 6 электрический разряд, вызывая ударную волну, давление по фронту которой раздаёт губки 2 и формирует струю жидкости из сопла-щели 4 высокого давления, направленную на обрабатываемый материал. В результате многократного действия струи на материал образуется рез, из которого частицы уносятся струёй жидкости, предотвращая образование пыли.

### 3. Электрогидравлическая буровая головка по патенту № 2026990 РФ [8].

Буровая головка предназначена для бурения скважин и может применяться для управляемой проходки в разведочном или промышленном бурении. На рис. 1 показан вид головки сверху, на рис. 2 - вид снизу, на рис. 3 – продольный разрез головки плоскостью чертежа, на рис. 4 - схема действия головки в скважине. Буровая головка состоит из цилиндрического корпуса 1 с коническим основанием 2, являющимся её рабочей передней частью, плоским торцовым основанием 3 с держателем 4 электродов 5 и формирователем 6 разрядов в отверстии основания 3, электросиловым кабелем 7 в бронированной оболочке через держатель 4. В основании 3 выполнены отверстия 8 с наклоном к оси цилиндра корпуса 1, по образующим конического основания 2 выполнены сопла-щели 9,

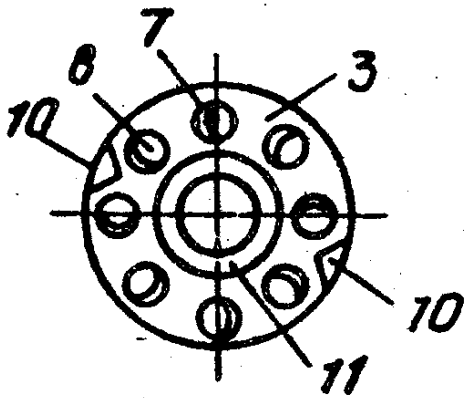


Рис. 1

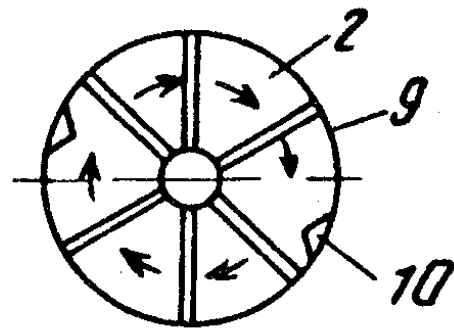


Рис. 2

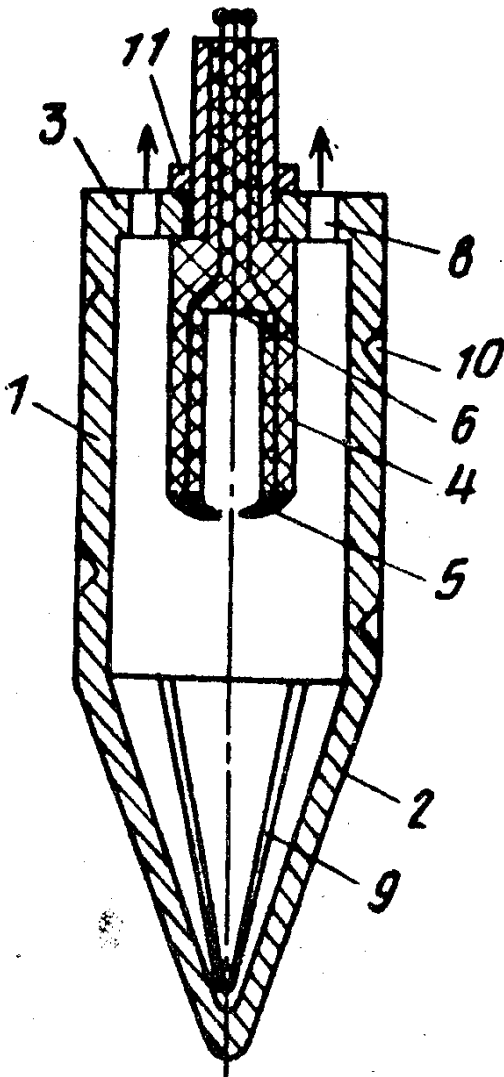


Рис. 3

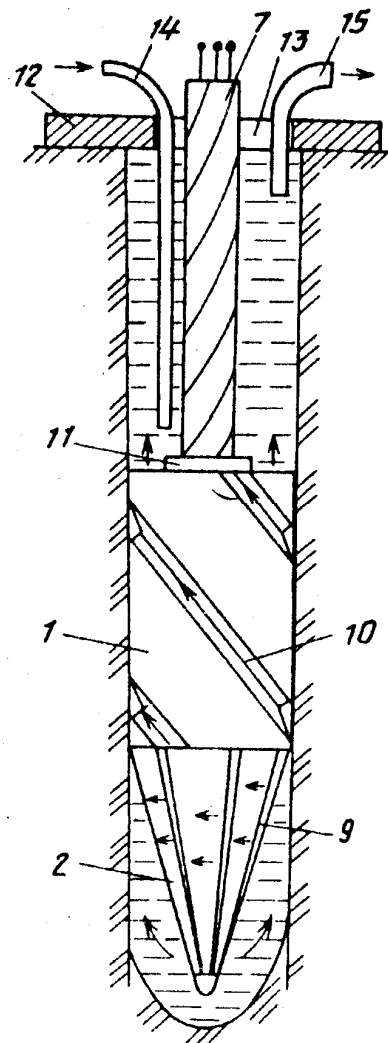


Рис. 4

направленные согласно с отверстиями 8, по внешней поверхности цилиндра корпуса 1 выполнены винтовые канавки 10, заход которых согласован с направлением отверстий 8 и сопел-щелей 9. Держатель 4 имеет ограничитель 11 осевого смещения. В рабочий комплект головки в установке входят по своему прямому назначению крышка

12 скважины с отверстием 13, гибкие шланги 14 и 15 подвода воды и отвода пульпы, насос (на чертежах не показан), источник электропитания с тиристорным генератором импульсного тока, бассейн-отстойник пульпы. При включении электропитания формирователь 6 разрядов через воду в полости головки замыкает цепь управления тиристоров блока электропитания разрядника 5, вызывая электрический разряд и образуя ударную волну вокруг электродов 5, которая выталкивает из полости через сопла-щели 9 струи воды под высоким давлением, которые разрабатывают породу перед головкой, а реакция струй из отверстий 8 приводит головку во вращательное движение и продвигает её по ходу по мере разработки породы, выдавливая пульпу по канавкам 10 навстречу головке. Откуда она отсасывается насосной установкой по шлангу 15 и отводится в отстойник.

#### 4. Электродвигательный смеситель по патенту № 1534818 РФ [9].

Смеситель предназначен для перемешивания с одновременным перемещением, подачей преимущественно высоковязких растворов, пульп, эмульсий, суспензий и т. п. смесей в технологических процессах в строительной индустрии, на химических производствах, в горнорудных разработках и т. п. На рис. 1 показан продольный разрез

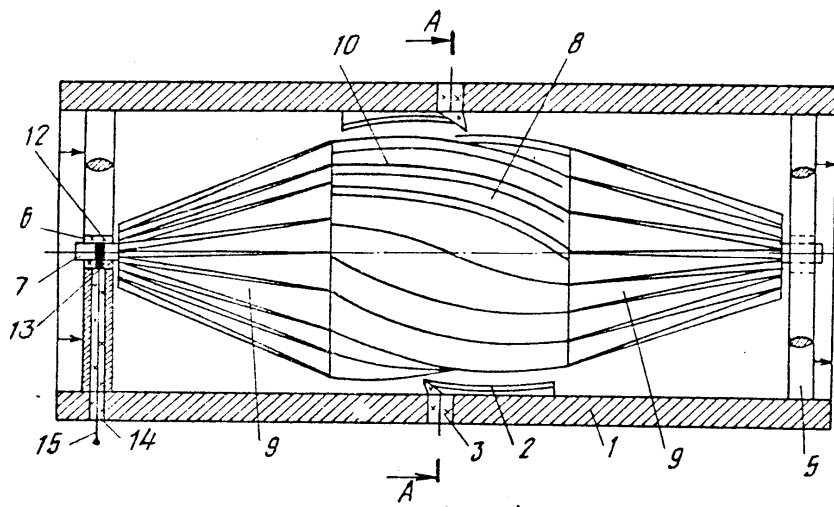


Рис. 1

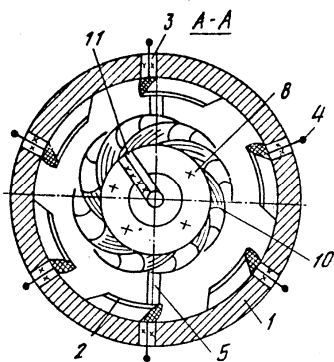


Рис. 2

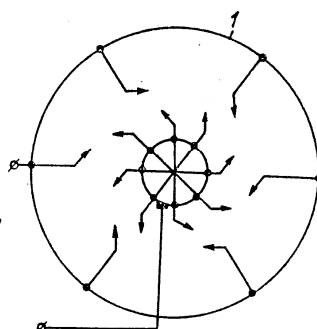


Рис. 3

смесителя плоскостью чертежа, на рис. 2 – вид по А-А рис.1, на рис. 3 принципиальная электросхема смесителя. Смеситель состоит из трубчатого корпуса 1. на внутренней поверхности которого закреплены равномерно по круговому сечению винтовые электроды 2 парами разрядников по диаметрально противоположным сторонам корпуса 1. Через электроизолирующие пробки 3 выводы 4 электродов 2 соединены с источником электропитания. Соосно цилиндрическому корпусу 1 кронштейнами 5 с подшипниками 6 установлен вал 7 с ротором 8 и торцовыми крыльчатками 9, лопастями – электродами 10 с выводами 11 по сверлениям через ротор 6 и вал 7 к контактному кольцам 12 со щетками 13, имеющим в пробках 14 выводы 15 к источнику электропитания. При включении электропитания с помощью типовой коммутационной аппаратуры на электроды 2 и лопасти 10 подводится электрическое напряжение, которое приводит к образованию электроразрядов по наименьшим разрядным промежуткам между ближайшими электродами 2 и 10 в рабочей среде-смеси, сопровождающиеся ударными волнами ЭГЭ, которые воздействуют на лопасти –электроды 10 и лопасти крыльчаток 9 и создают вращающий момент ротора 8, осуществляя перемещение с одновременным перемешиванием рабочей среды – смеси.

#### 5. Электрогидравлический прожектор по заявке № 3884509 /25 Роспатента [10]

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.

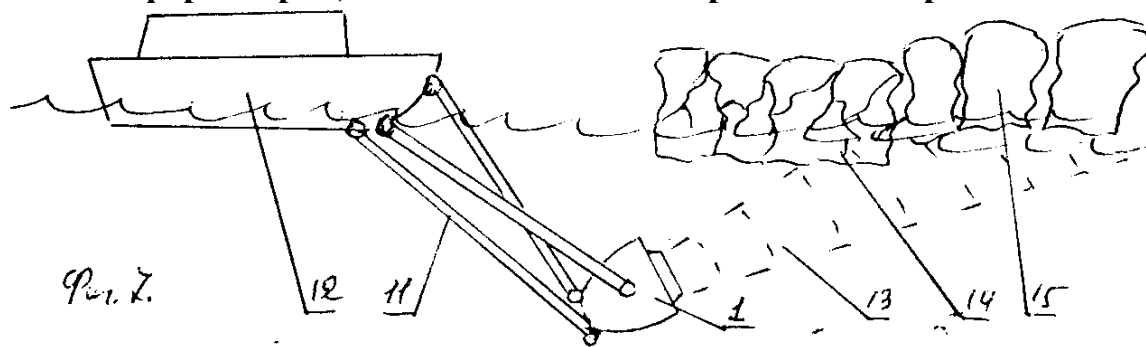


Рис. 6 - 1(Фиг.7 с.85 по [1])

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 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.



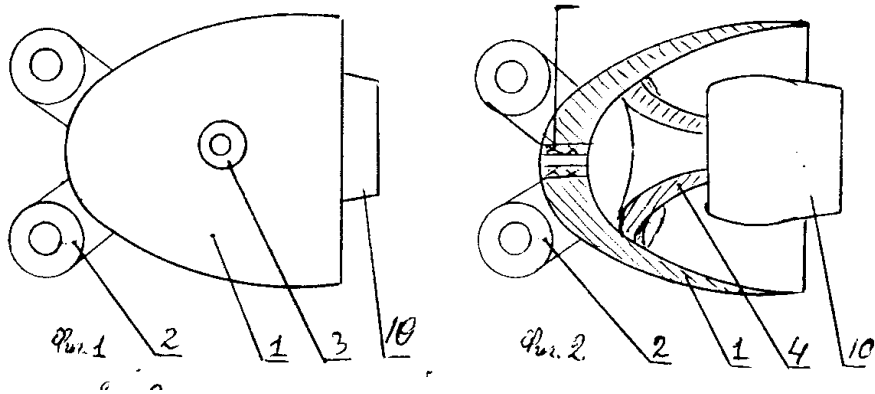


Рис. 6-2 (Фиг.1 с.85 по [1]) Рис. 6-3 (Фиг.2 с.85 по [1])

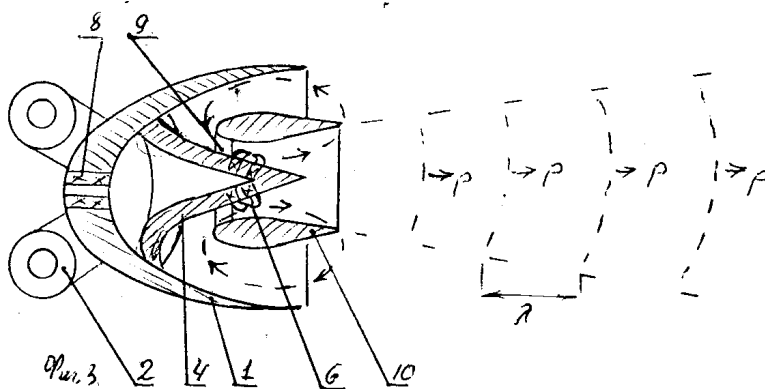


Рис. 6-4 (Фиг.7 с.85 по [1])

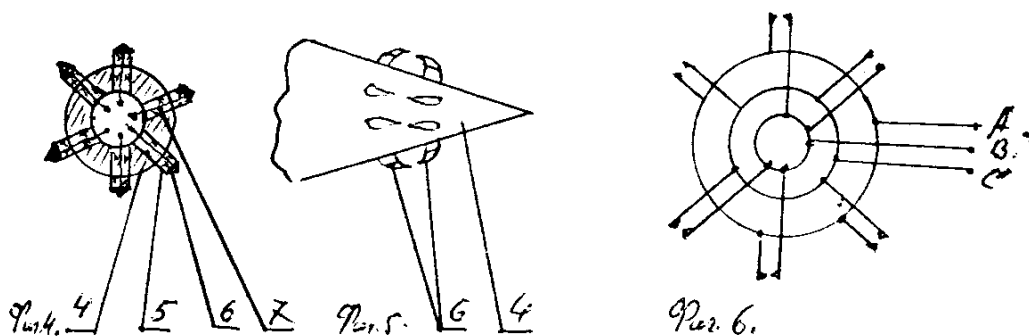


Рис. 6-5 (Фиг.4 с.85 по [1]) Рис. 6-6 (Фиг.5 с.85 по [1]) Рис. 6-7 (Фиг.6 с.85 по [1])

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. 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.

#### 6. Трубопроводная магистраль

с отрицательным гидравлическим сопротивлением.

Из описания устройства и работы электрогидравлических насосов ясно, что между собой насосы этой серии конструктивно отличаются лишь исполнением формирователей разрядов, которые могут быть тензорезисторными (рис. I-4), пьезоэлектрическими или электролитическими (рис. I-5). Независимо от конструктивного исполнения /3/, /4/, /5/ формирователей разрядов, которое сказывается на эксплуатационных характеристиках насосов, определяя производительность, напор и др. параметры, все насосы данной серии являются трубопроводами с отрицательным гидравлическим сопротивлением. Более того, если представить себе последовательную серию таких насосов, соединенных между собой отрезками труб, то при выполнении условия, чтобы:  $P_2 > P_1$  (1), можно получить сколь угодно

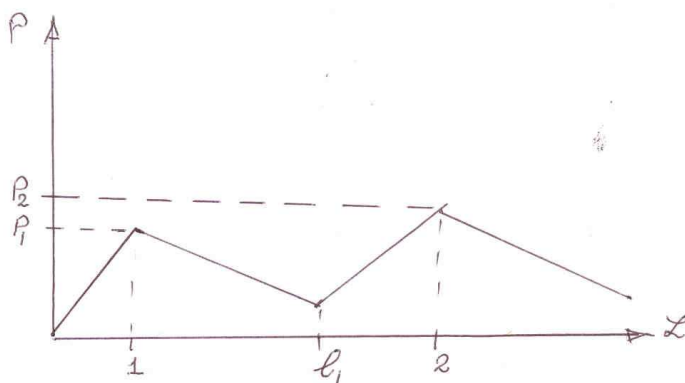


Рис. II-1. Диаграмма давления в трубопроводной магистрали, содержащей серию ЭГН.

длинную трубопроводную магистраль с отрицательным гидравлическим сопротивлением, как это следует из рис. II-1. Действительно, так как на графике давление  $P_1$  и  $P_2$  в магистрали на участках 1 и 2 соответствуют работе двух соседних насосов, когда второй ЭГН включен в магистраль последовательно первому ЭГН на таком расстоянии от него, чтобы давление на входе второго ЭГН было больше нуля, то в результате на выходе второго ЭГН давление будет удовлетворять условию (1).

Реализацию такой магистрали можно представить в виде водозаборной установки, показанной на рис.П-2. и рис.П-3. Такая установка /2/ содержит сетчатый оголовок 1 с поплавками 2 на кронштейнах 3 и гибкий трубопровод 4 ниже уровня воды в водоеме, соединенный с водоводом 5 по дну водоема. В водоводе 5 через

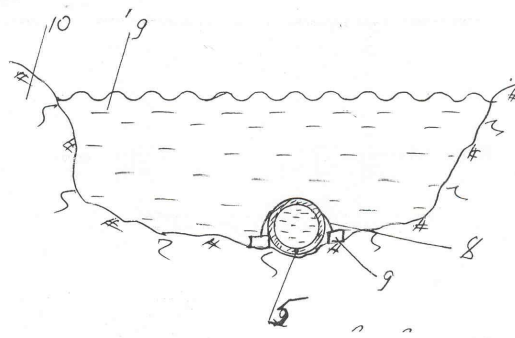
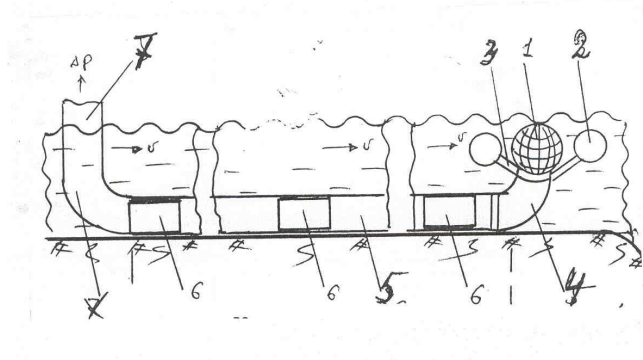


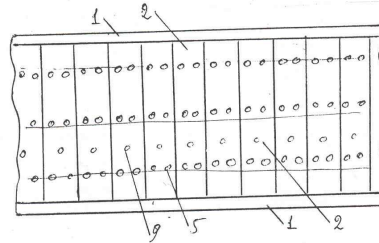
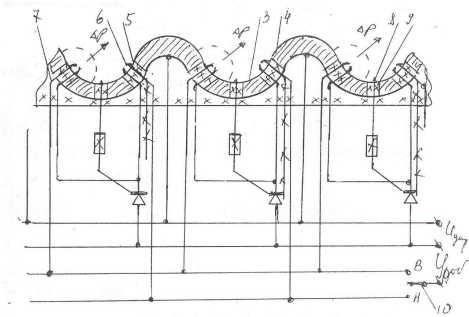
Рис.П-2. Схема размещения трубопровода с включенными последовательно ЭГН.

Рис.П-3. Вертикальное сечение рис.П-2.

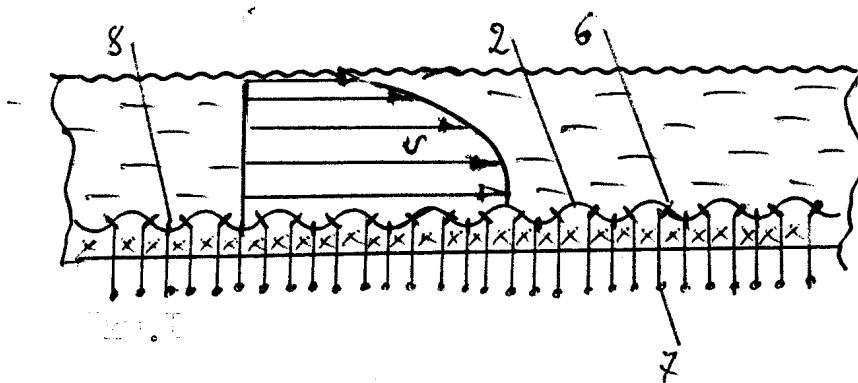
заданные интервалы размещены ЭГН - 6 с общим электропитанием по электрическому кабелю, проложенному параллельно водоводу. (Кабель на рисунках не показан.) Вывод 7 установки выполнен по месту назначения в виде туннеля или колодца. Закрепление водовода 5 на дне водоема выполнено с помощью хомутов 8 с якорями 9, например, башмачного типа и т.п. /2/.

## 7. Электрогидравлический канал по патенту № 2027076 РФ

Природоохранное назначение описанной выше водозаборной установки как примера трубопроводной магистрали с отрицательным гидравлическим сопротивлением не вызывает сомнений, но производительность установки ограничена сечением водовода. Этого ограничения можно избежать, если в качестве самой магистрали использовать русло реки, течение которого может быть ускорено или замедлено с помощью ЭГН открытой конструкции, которая представлена на рис.Ш-1, рис.Ш-2 и рис.Ш-3. Насос /6/ состоит из канала с бортами 1 и днищем 2 волнообразного профиля, поверхность которого образована поперечными потоку канавками – углублениями 3, на боковых склонах 4 которых в пробках 5 размещены разрядники 6 с выводами 7 через днище 2 к сети электропитания, выполненной на тиристорах, в цепь управления которых включены формирователи 8 разрядов в виде стержней, размещенных в пробках 9 на дне углублений 3. Переключатель 10 рядов разрядников определяет направление потока, включая в работу разрядники с заданной стороны углублений 3. При включении напряжения электропитания в заданном положении переключателя 10



**Рис.Ш-1. Вертикальный разрез насоса со схемой электропитания. (Фиг. 1 по [6])**      **Рис.Ш-2. Вид днища насоса сверху. (Фиг.2 по источнику б)**



**Рис.Ш-3.Годограф скорости потока по сечению канала. (Фиг.3 по источнику б)**

формирователи 8 разрядов замыкают цепь управления тиристорной схемы электропитания разрядников 6, ударные волны вокруг которых выбрасывают рабочую среду в заданном направлении по ходу потока в течение всего периода электропитания.

### **8. Мобильная трубопроводная магистраль.**

Описанный выше открытый электрогидравлический канал по патенту РФ №2027076 можно представить себе в качестве дополнительного водосброса в период паводков на площади бассейна переполненной реки, но этот же принцип образования гидротока возможно использовать и в трубопроводной магистрали. Действительно, если трубопроводная магистраль с отрицательным гидравлическим сопротивлением, описанная ранее по п.II, может функционировать лишь в погружном режиме, то есть при наполнении канала ЭГН по всему сечению, когда формирователи разрядов могут включать все разрядники сечения канала насоса, то работа открытого электрогидравлического канала возможна без этого ограничения.

Электроразрядный реверсивный насос по заявке № 93055246 /2/.

Представим себе канал трубы, как это показано на рис.IV-1 и рис.IV-2, а принципиальную электросхему на рис.IV-3. Этот реверсивный электроразрядный насос состоит из трубчатого многоступенчатого корпуса 1, внутри которого размещены ступени парных отражателей 2

конической формы, соединенных в паре наибольшими растворами конических корпусов. На отражателях 2 размещены пары электроразрядных электродов 3 в виде колец с выводами 4 через

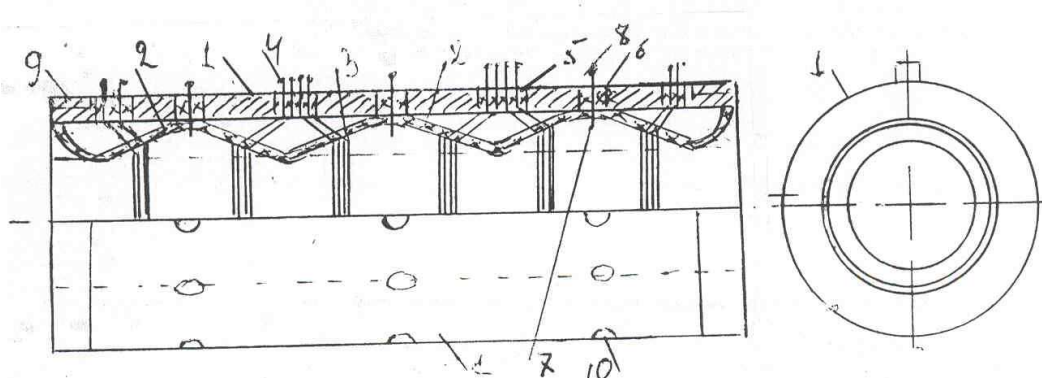


Рис.IV-1. Вид сбоку реверсивного насоса с  $\frac{1}{4}$  выреза радиальными плоскостями

Рис.IV-2. Вид с торца рис.IV-1. пробки 5 к схеме электропитания. По стыкам больших растворов конических отражателей 2 размещены в пробках 6 формователи 7 разрядов в виде стержней с выводами 8 к схеме электропитания. На концах корпуса 1 выполнены штуцеры 9. По стыкам ступеней запасные отверстия под пробки 5 закрыты заглушками 10.

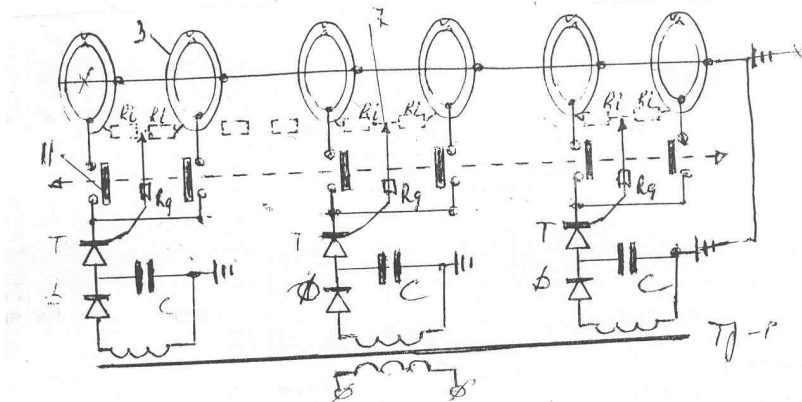


Рис.IV-3. Принципиальная электросхема реверсивного электроразрядного насоса.

Как ясно из принципиальной электросхемы, формователи 7 разрядов включены в цепь управления тиристорной схемы электропитания с переключателем 11 направления гидротока.

При включении электропитания ударные волны от электроразрядов, распространяясь в заданном направлении от отражателей 2, перемещают рабочую среду по направлению в соответствии с положением переключателя 11. По заявке № 93055246 / 29 автором получено решение Роспатента о выдаче патента РФ на изобретение под названием «электроразрядный реверсивный насос» /2/. Таким

образом, как ясно из описания работы такого реверсивного электроразрядного насоса, конструктивное исполнение разрядников в виде колец на конических отражателях позволяет не только осуществить изменение направления потока рабочей среды, но и обеспечивает устойчивую работу насоса при частичном заполнении канала рабочей средой. Другими словами, трубопроводная магистраль, включающая в себя последовательную серию подобных ЭГН, будет не только обладать отрицательным гидравлическим сопротивлением, но и сможет работать, будучи проложенной по поверхности земли, например, в виде гибкого шланга. В свою очередь, возможность применения гибких шлангов для трубопроводных магистралей с отрицательным гидравлическим сопротивлением открывает широкие перспективы для решения различных природоохранных задач.

#### **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.// Материалы V рег. конф. «Сибресурс-2002», ИГЭА, Иркутск, 2002 г., стр. 49.
3. Вертинский П.А. Электрогидравлическая трубопроводная магистраль с отрицательным гидравлическим сопротивлением как принципиальная техническая основа решений природоохранных задач // Сб. м. VI «Сибресурс-2003», Иркутск, БГУЭП, 2003.
4. Вертинский П.А. Электрогидравлический насос // Патент № 1770614 РФ, БИ № 39 / 92.
5. Вертинский П.А. Дождевальная установка // Патент № 2063122 РФ, БИ № 19 / 96.
6. Вертинский П.А. Электроискровой плуг // Патент № 1428225 РФ, БИ № 37/ 1988
7. Вертинский П. А. Устройство для резки струёй высокого давления // Патент № 1598338 РФ, БИ № 2/1995.
8. Вертинский П.А. Электрогидравлическая буровая головка // Патент РФ № 2026990, БИ № 2/1995.
9. Вертинский П.А. Электрогидравлический смеситель смеситель // Патент № 1534818 РФ, БИ № 2/1995.
10. Вертинский П. А. Электрогидравлический прожектор по заявке № 3884509 /25 Роспатента // ИЛ № 001-92 ЦНТИ, Иркутск, 1992.
11. Вертинский П. А. Электрогидравлический канал // Патент № 2027076 РФ, БИ № 2/1995.
12. Вертинский П. А. Электроразрядный реверсивный насос по заявке № 93055246 Роспатента // ИЛ № 019-93 ЦНТИ, Иркутск, 1993.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ещё на рубеже XIX - XX веков промышленность поставила перед гидравликой ряд острых проблем в виде требований к насосостроению, из которых до настоящего времени не нашли своего полного разрешения надёжность в работе и коррозионная стойкость, так как на рубеже XIX - XX веков техника не имела дела с современными напорами и производительностью в сетях агрессивных рабочих сред, широко используемых в современных энергетике и металлургии, строительной индустрии и химической промышленности и др. Эти обстоятельства наглядно иллюстрируются примерами технических решений, изложенных в статьях настоящего сборника, среди которых выделяются изобретения электрогидравлический смеситель по патенту № 1534818 РФ, установка для очистки сточных вод вымораживанием по патенту № 1627518 РФ, электрофильтр дымовых газов по патенту № 1837447 РФ, ячеистая подземная ядерная энергоустановка по заявке № 4932318 /25 Роспатента, электрогидравлическая буровая головка по патенту № 2026990 РФ и другие изобретения, для которых известные поршневые или центробежные насосы окажутся совершенно безнадёжными. Отмеченное обстоятельство работоспособности многих технических решений на основе теоремы о фронте ударной волны кумулятивного характера расширяет возможности технических и технологических решений, которые прежде представлялись специалистам самых разных отраслей промышленности неразрешимыми.

Так как статьи сборника публиковались в различные годы и в различных изданиях, то с учётом пионерского характера многих изобретений автору всякий раз приходилось принципиальные основания теории предпосылать в виде предисловий или кратких теоретических введений, содержащих доказательства или пояснения теоремы:

*Суперпозиция ударных волн в среде путем включения очередного источника в момент прохождения через него фронта ударной волны от предыдущего источника образует результирующий фронт волны кумулятивного характера.*

С учётом малых тиражей указанных изданий отдельные изобретения описывать повторно в различных статьях, что читатель отметит в настоящем сборнике в виде повторений, которые в монографии были бы излишними.





Ф. И. О.  
Год рождения  
Образование  
Специальность  
Ученая степень

Сведения об авторе

Вертинский Павел Алексеевич  
1935

высшее, Бурятский госпединститут им. Д. Банзарова

учитель физики

не имею Место работы

Иркутская ТЭЦ-11

Должность

инженер (пенсионер с 26. 03. 2001 г.)

Домашний адрес: 665463, г. Усолье-Сибирское, ул. Куйбышева 10-1

Научные публикации:

Приложение № 1

1.Вертинский П. А.Физическое содержание характеристик и геометрия магнитного поля

//Тезисы Всесоюзной конф.АН и ГКНТ СССР 21.04.85,ВИНИТИ,Москва, 1985.

2.Вертинский П.А. I. Магнитодинамика, г. Усолье-Сибирское,1993 ,222 с.

3.Вертинский П.А. II. Электродинамика, г. Усолье-Сибирское, 1996, 144 с.

4.Вертинский П.А. Введение в магнитодинамику, ИрГТУ,Иркутск, 1997,142 с.

5.Вертинский П. А. К магнитодинамике электризации вращающегося магнита // ж.«Электротехника» N4 / 1998

6.Вертинский П. А. К вопросу диагностики физических теорий //Сб. н. тр. ИрГСХА, Иркутск,1999,с.193.

7.Вертинский П. А.Фундаментальная роль аксиоматического метода в электродинамике //«OSOS» ,Алматы, 2001

8.Вертинский П.А. К вопросу о перспективах развития электродинамики // Сб. м.IV «Сибресурс»,Иркутск,2001

9.Вертинский П.А. Оптимизация электромеханических систем методами магнитодинамики //«V Сибресурс»,Иркутск 2002

10.Вертинский П.А. Повыш. эффект. ЭГЭ-систем с исп. Кумулят. ЭГЭ- эффекта // Сб. «Сибресурс-2002», Иркутск, 2002.

11.Вертинский П.А. Микромини. электропривода на основе электромех. эффекта в ЖКВ//Сб. V«Сибресурс», Иркутск, 2002.

12.Вертинский П.А. ЭГЭ-труб. с отриц. гидр. сопрот. -тех. основа решений природоохр. задач//Сб.VI«Сибресурс»,Иркутск, 2003.

13.Вертинский П.А. Перспективы технических решений экологических проблем энергетики//м.VI «Сибресурс», Иркутск,2003

14.Вертинский П.А. Эколог. Безопасн. технологий в электрометаллургии алюминия//Сб.VI «Сибресурс» Иркутск, 2003.

15.Вертинский П.А. Обоснование и расчет работы и устр. магнитодинам. электролитного насоса // ж. «МС» № 11/2006.

16.Вертинский П.А. Спирально-конических обм. в решении задач электропривода // Сб. м.VIII «Сибресурс»,Иркутск, 2005.

17.Вертинский П.А. Применение индуктивного токосъема для технических задач транспортных систем // ж.«МС»№ 9/2005

18.Вертинский П.А. Матем. мод. финитности и сингулярности в размерности пространства// Сб.V «Сибресурс»,Иркутск, 2002.

19.Вертинский П.А. Математический критерий моделирования аксиоматики физических теорий // м.VII , Красноярск ,2004.

20.Вертинский П.А. Гидравлическая буровая головка // ж. «МС» № 6 / 2003,с.24.

21.Вертинский П.А. Экологические проблемы энергетики и перспективы их решений // ж.. «МС» № 3 / 2004.

22.Вертинский П. А. Электродинамический смеситель // ж. «МС» №6/2004,с.21.

23.Вертинский П.А. Активное колесо транспортного средства//ж.«МС»№9 /2004,с.22.

24.Вертинский П.А. Самоходное устройство для перемещения внутри трубопровода // ж. «МС» № 12 / 2004.

25.Вертинский П.А. К вопросу о полноте аксиоматики физических теорий // Вестник ИРО АН ВШ РФ № 1(4) , Иркутск , 2004.

26.Вертинский П.А. К магнитодинамике стационарного геомагнетизма // Сб. м.VIII МНС-2005 ,КГУ, Красноярск,2005

27. Vertinskii P. A. On magnetodynamics of stationary geomagnetism\| XII Joint International Symposium "Atmospheric and Ocean Optics. Atmospheric Physics". – Tomsk^ Institute of Atmospheric Optics SB RAS, 2005.

28.Вертинский П.А. Геомаг. мех. эколог. последствий ракетно-космич. деятельности // Вестник ИРО АН ВШ РФ № 3 (10)/ 2006.

29.Вертинский П.А. Зигзагообразн. Обм. для соглас. и симметр. нагрузок // Сб. IX «Сибресурс», Иркутск, 2006

30.Вертинский П.А. Практические диапазоны возможностей электродинамического эффекта//IX Сибресурс,Иркутск, 2006.

31. Вертинский П.А. Естественные модели содержания категорий топологии // Сб. м. IX МНС-2006, Красноярск, 2006.

32.Вертинский П.А. К магнитодинамике суперпозиции полей в радиотехнических задачах // .X «Сибресурс, Иркутск, 2007

33. Вертинский П.А. Природа геомагнетизма с позиций магнитодинамики//

<http://www.cosmoworld.ru/spaceencyclopedia/publications/vert1.doc>

<http://ecoportal.ru/public.php?id=1803>

[http://www.za-nauku.pochta.ru/docs/vertinski\\_kosmos.htm](http://www.za-nauku.pochta.ru/docs/vertinski_kosmos.htm)

34.Вертинский П.А. Нравственные перспективы экологических проблем//

<http://www.cosmoworld.ru/spaceencyclopedia/publications/vert2.doc>

[http://www.za-](http://www.za-nauku.ru//index.php?option=com_content&task=view&id=49&Itemid=36)

[nauku.ru//index.php?option=com\\_content&task=view&id=49&Itemid=36](http://www.za-nauku.ru/new/index.php?option=com_content&task=view&id=49&Itemid=36)

[http://www.za-](http://www.za-nauku.ru/new/index.php?option=com_content&task=view&id=49&Itemid=36)

[nauku.ru/new/index.php?option=com\\_content&task=view&id=49&Itemid=36](http://www.za-nauku.ru/new/index.php?option=com_content&task=view&id=49&Itemid=36)

35. Вертинский П.А. Естественные модели размеров и размерностей в категориях топологии// X МНС- 2007, Красноярск, 2007

36.Вертинский П.А. Объективно-исторические модели эволюции мировоззрения // Вестник ИРО АН ВШ РФ № 1 (13)/ 2008.

37.Вертинский П. А. Исп. кумулят. эф. суперпозиции уд. волн электрораз. в протехнол.//Сб.«Сибресурс-2008», Иркутск, 2008.

38.«Из альбома Вертинского П.А.»//ж.«Изобретатель и рационализатор»№2/96, с.12.

39.Вертинский П.А. Устройство для выплавки алюминия// Патент РФ №2197550, БИ № 3/2003.

40.Вертинский П.А. Магнитодинамический аппарат производства гидроксида натрия // Патент РФ № 2147555, БИ № 11/2000.

41.Вертинский П.А. Дождевальная установка // Патент РФ № 2063122, БИ № 19/96.

42.Вертинский П.А. Магнито-динамическое сварочное устройство //Патент РФ №2041779, БИ№23/95.

43.Вертинский П.А. Солю реактивного двигателя // Патент РФ № 2041376 , БИ № 22/95.

44.Вертинский П.А. Магнито-динамическое акустическое устройство//Патент РФ №2027319, БИ№2/95.

45.Вертинский П.А. Магнито-динамический измерительный механизм // Патент РФ № 2028003, БИ № 3 / 95.

46.Вертинский П.А. Установка для литья металлических труб//Патент РФ № 2026768, БИ№ 2/95.

47.Вертинский П.А. Электрофильтр дымовых газов // Патент РФ № 2026752, БИ № 2/95.

48.Вертинский П.А. Способ контроля качества сварных соединений труб //Патент РФ № 2014591, БИ № 11 / 94.

49.Вертинский П.А. Синтезатор речи // Патент РФ № 1839263,БИ№ 47-48/93.

50.Вертинский П.А. Электродинамический насос // Патент РФ № 1830430, БИ № 28/93.

51.Вертинский П.А. Устройство для ввода звуковой информации// Патент РФ №1751002, БИ№28/92.

52.Вертинский П.А. Установка для очистки сточных вод // Патент РФ № 1627518, БИ № 6/91.

53.Вертинский П.А. Шаговый электростатический двигатель // Патент РФ №1589987, БИ№ 2/ 95.

54.Вертинский П.А. Магнито-динамический перистальтический насос//Патент РФ №1574906 , БИ№ 24/90.

55.Вертинский П.А. Ножницы для разделения материала // Патент РФ № 1424998, БИ № 35/88 и др. всего 123 изобретений.



## СОДЕРЖАНИЕ:

№№	стр.
<b>ОТ АВТОРА:</b>	
<b>01. Повышение эффективности электрогидравлических систем с использованием кумулятивного электро - гидравлического эффекта</b>	<b>-02</b>
Опубликовано по п.10 Приложения № 1	
<b>02. Использование кумулятивного эффекта суперпозиции ударных волн вокруг электрических разрядов в промышленных технологиях</b>	<b>-10</b>
Опубликовано по п. 37 Приложения №1	
<b>03. Практические диапазоны возможностей электро – гидравлического эффекта</b>	<b>-19</b>
Опубликовано по п. Приложения №1	
<b>04. Электрогидравлическая трубопроводная магистраль с отрицательным гидравлическим сопротивлением как принципиальная техническая основа решений природоохранных задач</b>	<b>-30</b>
Опубликовано по п.12 Приложения №1	
<b>05. Перспективы технических решений экологических проблем энергетики</b>	<b>-40</b>
Опубликовано по п.13 Приложения №1	
<b>06. Принципиальные технические основы решений с помощью ЭГЭ конструктивных задач на водном транспорте</b>	<b>-52</b>
Опубликовано по п. Приложения №1	
<b>07. Технологические возможности ЭГЭ в проведении подземных и подводных горнорудных разработок</b>	<b>-62</b>
Опубликовано по п. Приложения №1	
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>- 77</b>
<b>Приложение №1</b>	<b>- 78</b>
<b>СОДЕРЖАНИЕ:</b>	<b>- 79</b>

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**Вертинский Павел Алексеевич**

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 20.07.2008. Формат 60 x 84 / 16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,0.

Уч.-изд. л. 5,25. Тираж 100 экз. Зак. 32к.

Отпечатано в типографии

Иркутского государственного технического университета

664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83