



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **77245** (13) **U**
(51) МПК

G01V 1/04 (2006.01)

G01V 1/38 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2012 07732</p> <p>(22) Дата подання заявки: 25.06.2012</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.02.2013</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.02.2013, Бюл.№ 3</p>	<p>(72) Винахідник(и): Грищенко Володимир Миколайович (UA), Костюков Іван Олександрович (UA), Ломов Сергій Георгійович (UA), Степаненко Олександр Олександрович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)</p>
---	--

(54) ДЖЕРЕЛО ДЛЯ МОРСЬКОЇ СЕЙСМОРОЗВІДКИ

(57) Реферат:

Джерело для морської сейсморозвідки, що має нерухомий корпус, в якому є герметична і заповнена водою частини об'єму, рухомий елемент у вигляді плоскої дискової мембрани із пружної сталі, закріплений по своєму контуру в заповненій водою частині корпусу, і рухомий шток, з'єднаний із центром мембрани з одного боку і має ковзаючий контакт із поверхнею ексцентрикового диска з іншого боку, такий, що має можливість переміщення по осі перпендикулярно площині мембрани, причому плоска мембрана встановлена у стійкому увігнутому відносно напрямку випромінювання положенні.

UA 77245 U

Корисна модель належить до галузі технічних засобів збудження хвиль у водному середовищі і може бути використана для сейсморозвідки на акваторіях.

Важливою частиною розвідувальної геофізики є сейсморозвідка. На даний час для сейсморозвідки на акваторіях використовується широкий спектр засобів. Їх основною метою є створення пружних хвиль у водному середовищі. Принцип роботи таких пристроїв і їх конструктивне виконання визначається вимогами до певного виду сейсморозвідних робіт, а саме: глибоке проникнення пружної хвилі в породи що знаходяться на дні, і роздільної здатності хвиль, що відбиваються.

Найважливішою особливістю будь-якої хвилі є енергія, пов'язана із рухом середовища при проходженні по ній хвилі. Енергія, що виділяється в одиниці об'єму біля деякої точки, де вона спостерігається, називається щільністю енергії. В рідинах розповсюджуються лише Р - хвилі (повздовжні, стиснення, безвихрові). Для гармонічної Р - хвилі щільність енергії дорівнює [1].

$$e = 2\pi^2 \rho f^2 A^2, \text{ Дж/м}^3 \quad (1)$$

де ρ - щільність рідини, f - частота, A - амплітуда коливань середовища.

На даний час для сейсморозвідки в глибоких акваторіях (морська сейсморозвідка на шельфі і в Світовому океані) найчастіше використовуються пневматичні пристрої, так звані "пневмогармати". Їх принцип дії базується на тому, що від компресора, що знаходиться на геофізичному судні, в об'єм такого пристрою закачується повітря із тиском до 20 МПа. При відкритті електромагнітного клапана це стиснене повітря викидається у водне середовище. Оскільки пневмогармати використовуються на відносно невеликій глибині (9-10 метрів), повітряний пузир швидко збільшується у розмірах, створюючи пружну хвилю у водному середовищі. При поєднанні пневмогармат можна отримати достатньо потужну сейсмічну хвилю, щоб досягти глибини проникнення в породи на дні до кількох кілометрів. Найбільш розповсюджені пневмогармати фірми "Bolt Technology Corporation". Із конструкцією і характеристиками таких пневмогармат можна познайомитись в [1, 2]. Основним недоліком таких пневмогармат є пульсації повітряної бульбашки у воді. Цей недолік усувається в удосконалених пневмогарматах фірми "Sercel". Конструкція і характеристики таких пристроїв наведені в [1].

Основною експлуатаційною особливістю пневмогармат є те, що вони є низькочастотними пристроями і не можуть забезпечити високу роздільну здатність сигналів. Частота хвилі, що створюється пневмогарматами, як правило, не перевищує 20-30 Гц. Для більш детального вивчення тонких шарів порід що знаходяться на дні в морській сейсморозвідці необхідно використовувати пристрої, що створюють у водному середовищі пружну хвилю із частотою більш високою, ніж забезпечують пневматичні гармати.

Створення пружної хвилі у водному середовищі за допомогою газової (парової) бульбашки використовується у пристроях типу "спаркер". Спаркер створює імпульс тиску у воді в результаті розряду великої конденсаторної батареї безпосередньо в воду через систему електродів що знаходяться в спеціальному каркасі за кораблем. Робочі напруги спаркера: 3,5-4 кВ, а амплітуда розрядних струмів досягає сотень ампер. Плазмовий канал розряду призводить до швидкого закипання прилягаючого об'єму води і, як результат, до розростання парової бульбашки, що створює пружний імпульс тиску у водному середовищі. Спаркер може використовуватись в широкому діапазоні енергій. Основним недоліком спаркера є нестабільність створюваного імпульсу тиску, що пов'язано із нестабільністю електричного пробую водного прошарку. Спаркер не може створювати високу роздільну здатність при сейсморозвідці.

В останній час розробляється клас пристроїв для створення пружних хвиль у водному середовищі, в яких електрична енергія, що накопичилась в конденсаторних батареях, перетворюється в імпульс механічної сили, під дією якої переміщується випромінюючий елемент таких пристроїв. В свою чергу такі пристрої можуть бути розподілені на декілька основних підкласів.

Відомий пристрій, в якому рухлива тверда плита, що створює хвилю стиснення в воді, приводиться в дію електромагнітним приводом, що жорстко закріплюється на корпусі пристрою. Конструкція і принцип дії такого пристрою представлені в [3]. Такі пристрої створюють пружні хвилі у водному середовищі при поверхневій буксировці. Це - їх основна перевага, оскільки вони можуть експлуатуватись в так званих "транзитних" зонах (наприклад заболочена місцевість), що є основною проблемою сейсморозвідки на акваторіях. Основними недоліками таких пристроїв є невисокі значення величин енергії і частоти сигналу, що випромінюється у водне середовище.

Значно більш високу роздільну здатність при сейсморозвідці мають пристрої типу "бумер". Основною ознакою бумерів є використання приводів електродинамічного типу.

Відома конструкція бумера, в якій рухлива електрична котушка замінена на рухливу плиту, що виконана із матеріалу з високою електропровідністю (зазвичай алюміній). При проходженні імпульсу розрядного струму по нерухливій котушці і виникнення внаслідок цього імпульсу магнітного поля в електропровідній плиті в ній виникають вихрові струми, що створюють, відповідно, свій імпульс протилежно напрямку магнітного поля. В результаті рухлива плита відштовхується від котушки, жорстко закріпленої на нерухомому корпусі. Такі бумери конструктивно простіші і за їх допомогою можна отримати більш високочастотну хвилю.

Найбільш висока частота пружної хвилі в водному середовищі досягається в конструкції бумера із жорстко закріпленою по контуру дисковою мембраною із електропровідного матеріалу. Пластина у формі диска із матеріалу з високою електропровідністю жорстко закріплена по своєму контуру в корпусі бумера, що в свою чергу жорстко закріплений на пристрої, що буксується під водою. Імпульс вихрових струмів, що виникає в пластині, викликає імпульс електродинамічної сили, під дією якого пластина поводить себе як мембрана, жорстко закріплена по контуру, і виникаюча при цьому випуклість мембрани створює пружну хвилю стиснення у водному середовищі. Зазвичай бумери працюють із енергією 300-500 Дж на енергетично переважаючих частотах до 1 кГц в спектрі випромінюваного сигналу. В цілому бумери забезпечують гарну роздільну здатність до 0,5 м. Описаний тип бумера є найбільш близьким технічним рішенням. Конструкція і принцип дії такого бумера, описаного в [4] прийняті за прототип.

Недоліком прототипу є невисока величина енергії, що випромінюється у водне середовище. Задачею корисної моделі є підвищення питомої енергії, що випромінюється у водне середовище.

Поставлена задача вирішується тим, що джерело для морської сейсмозвідки має нерухомий корпус, в якому є герметична і заповнена водою частини об'єму, рухомий елемент у вигляді плоскої дискової мембрани із пружної сталі, закріплений по своєму контуру в заповненій водою частині корпусу, і рухомий шток, з'єднаний із центром мембрани з одного боку і має ковзаючий контакт із поверхнею ексцентрикового диска з іншого боку і такий, що має можливість переміщення по осі перпендикулярно площині мембрани, плоска мембрана встановлена у стійкому увігнутому відносно напрямку випромінювання положенні. При цьому ексцентриковий диск при обертанні має можливість ковзати по торцевій поверхні штока, причому мінімальний радіус ексцентрикового диска відповідає стійкому увігнутому, а максимальний радіус - стійкому випуклому положенню мембрани відносно напрямку випромінювання пружної хвилі у водне середовище. Шток знаходиться у вузлі, який забезпечує герметизацію частини об'єму корпусу на заданій глибині експлуатації джерела.

Суть корисної моделі пояснюється наступними кресленнями:
на фіг. 1 показана конструкція джерела для морської сейсмозвідки,
на фіг. 2 показані основні розрахункові параметри мембрани,
на фіг. 3 показані приведені розрахункові значення динаміки мембрани для випадку, коли мембрана перекидається рівномірним тиском по всій поверхні,
на фіг. 4 показані співвідношення величин частота-енергія для різних типів джерел морської сейсмозвідки.

На фіг. 1 представлена конструкція джерела для морської сейсмозвідки. Джерело складається із дискової мембрани 1, із високоміцної пружної сталі, що жорстко затиснена по своєму контуру і знаходиться в частині корпусу, що заповнена водою, центр мембрани жорстко зв'язаний зі штоком 2, що має можливість переміщуватись в напрямі, перпендикулярному до площини мембрани, ексцентрикового диска 3, електричного двигуна 4, редуктора 5 із великим передаточним числом, датчика рівня води 6, датчика положення ексцентрикового диска 7, герметичного діелектричного вводу 8, кришки 9, корпусу 10, жиклерних отворів 11, підшипникового вузла 12, розміщеного в герметичній частині корпусу, притискального кільця 13, електричного кабелю управління джерелом 14, вузла гідроізоляції 15. В герметичну частину корпусу через гідроізолюючий вузол проходить кінець штока, по якому має можливість ковзати поверхня ексцентрикового диска. До кабелю підключені електричний двигун, датчик положення ексцентрикового диска і датчик рівня води в герметичній частині корпусу.

Джерело працює наступним чином:

У вихідному положенні мембрана 1 встановлюється в стійкому увігнутому положенні Z_1 . Цьому положенню мембрани відповідає положення ексцентрикового диска 3, при якому торцева поверхня штока 2 контактує із поверхнею ексцентрикового диска в точці його найменшого радіуса. Це положення встановлюється при обертанні ексцентрикового диска за допомогою електричного двигуна 4 і редуктора 5 і контролюється за допомогою датчика 7.

Створення імпульсу пружного стиснення води відбувається наступним чином. По команді з корабля через електричний кабель 14 подається напруга на двигун 4 і він за допомогою редуктора 5 із великим передаточним числом починає повільно, але із великим моментом обертати в підшипниковому вузлі 12 ексцентриковий диск 3. Ковзаючи по боковій поверхні штока 2, ексцентриковий диск змушує шток переміщуватись в осьовому напрямі у вузлі гідроізоляції 15. Протилежний кінець штока 2 жорстко з'єднаний із центром мембрани. Таким чином мембрана переміщується до положення нестійкої рівноваги Z_2 (фіг. 2), при якому відбувається її швидке мимовільне переміщення у стійке випукле положення Z_3 (ефект "хлопаючої" мембрани). На фіг. 2 наведені розрахункові значення динаміки мембрани для випадку, коли мембрана перекладається рівномірним тиском по своїй поверхні. Різниця X між максимальним та мінімальним радіусами ексцентрикового диска дещо більше тієї відстані, яку проходить центр мембрани під дією зовнішньої сили, що створюється штоком, до положення Z_2 . Таким чином, пружна хвиля стиснення у водному середовищі створюється за час мимовільного перекидання мембрани із положення Z_1 в положення Z_2 за рахунок енергії електричного двигуна. У порівнянні із джерелами, в яких акумулюється енергія стисненого повітря, чи електрична енергія в конденсаторних батареях, в джерелах такого типу із акумулюванням механічної енергії можливе отримання більш високого рівня питомої потужності випромінювання у водне середовище. Після спрацьовування мембрани ексцентриковий диск продовжує обертання на 180° і зупиняється у вихідному положенні для наступного спрацьовування. Вертання мембрани у вихідне положення Z_1 відбувається за допомогою спеціального пристрою пружно-жорсткого зв'язку торця штока 2 із ексцентриковим диском 3 (на фіг. 1 не показано). Відношення об'єму V до об'єму V_1 частини корпусу джерела, заповненого водою, кількість та діаметр жиклерних отворів 11 визначаються із умови, згідно з якою не повинно бути помітного впливу цих конструктивних параметрів на динаміку мимовільного перекидання мембрани. Електричний кабель управління проходить в герметичну частину корпусу через герметичний діелектричний ввід 8 у кришці 9 джерела. Оскільки на практиці неможливо забезпечити ідеальну гідроізоляцію герметичної частини корпусу джерела, останній має датчик 6 рівня води. Коли кількість води в герметичній частині корпусу досягає небезпечного рівня для роботи електричних пристроїв джерела, по команді датчика 6 електричне живлення відключається, після чого відбувається злив води через спеціальний штуцер (на фіг. 1 не показано).

Основними розрахунковими параметрами джерела (фіг. 2) є: прогин мембрани H у стійкому положенні; товщина мембрани h ; діаметр $2a$ мембрани по контуру закріплення; глибина буксування; частота імпульсів стиснення водного середовища.

Розрахунок динаміки мимовільного перекидання мембрани виконується як розрахунок динаміки геометрично нелінійної пологої сферичної вісесиметричної оболонки, показаної на фіг. 2, де R - радіус оболонки, h - товщина оболонки.

Як математична модель прийнята система рівнянь геометрично нелінійної теорії вигину пологих оболонок в полярній системі координат, розглянутої в [5, 6]. Наближене розв'язання для сталюї мембрани випромінювача із параметрами $2a = 0,5$ м; $H = 10$ мм; $h = 5$ мм дає динаміку перекидання мембрани із урахуванням демфірування водним середовищем, що показана на фіг. 3.

В результаті у водне середовище випромінюється пружний імпульс тиску із еквівалентною частотою $f = 140$ Гц і амплітудою переміщення центральної точки мембрани $W = 19$ мм. Щільність енергії що випромінюється у водне середовище безпосередньо під мембраною приблизно може бути оцінена за допомогою (1). Величина A в (1) припускає переміщення випромінюючої безкінечно великої поверхні. Розрахункове переміщення мембрани кінцевих розмірів від положення Z_2 в положення Z_3 відбувається по сферичній поверхні змінного радіуса. Приблизно може бути прийняте співвідношення:

$$W = 0,7A \quad (2)$$

Як наслідок, щільність енергії, що виділяється у водне середовище під мембраною, може бути оцінена величиною:

$$e = 2\pi^2 \rho f^2 W^2 = 68,5 \text{ кДж/м}^3 \quad (3)$$

Як наслідок, із урахуванням прийнятої в розрахунку площі мембрани, у водне середовище запропонованим джерелом випромінюється імпульс енергії величиною

$$E = 13,4 \text{ кДж.}$$

На фіг. 4 [1] наведені приклади співвідношення величин енергія-частота для різних типів джерел для морської сейсмозвідки. Наведений приклад бумера із оптимальними експлуатаційними співвідношеннями величин енергія-частота. При енергетично переважаючій частоті $f = 250$ Гц у водне середовище бумером випромінюється імпульс енергії величиною

$E = 1 \text{ кДж}$.

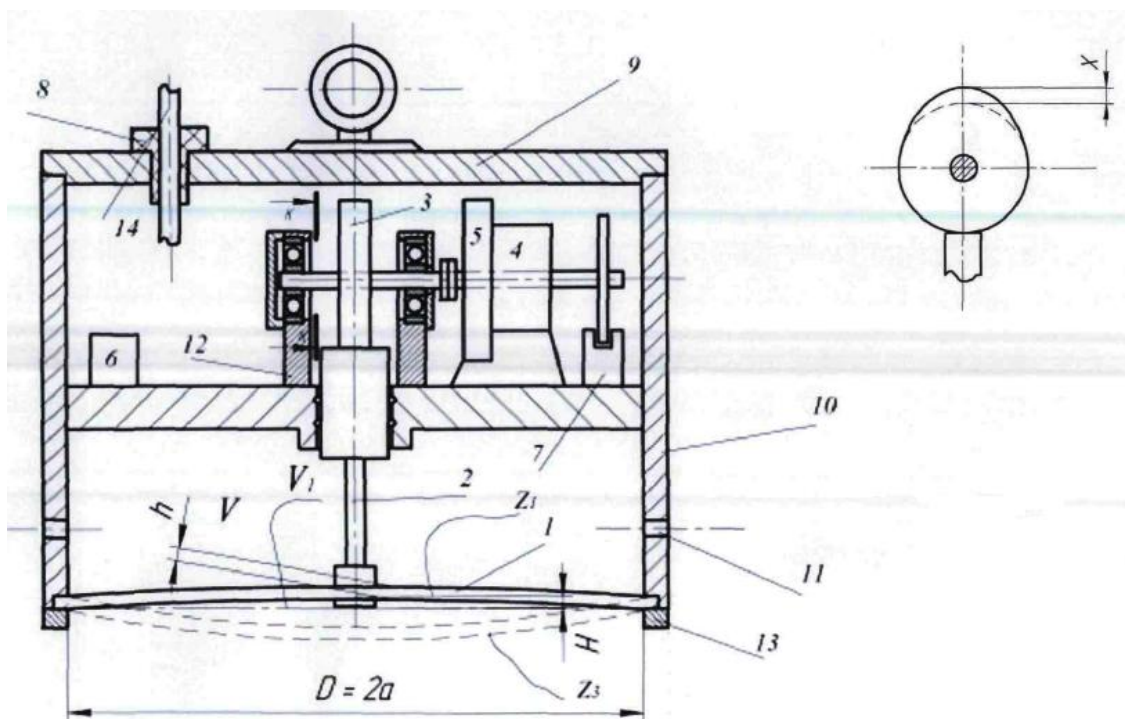
Для бумера і для запропонованого джерела експлуатаційним обмеженням є граничне значення механічної напруги пружної деформації мембрани. На фіг. 4 і в розрахунку, результати якого наведені на фіг. 3, наведені такі значення величин енергії, що випромінюється у водне середовище, при якій не відбувається пластична деформація мембрани. Позитивний ефект полягає у збільшенні питомої енергії, що випромінюється у водне середовище.

Джерела інформації:

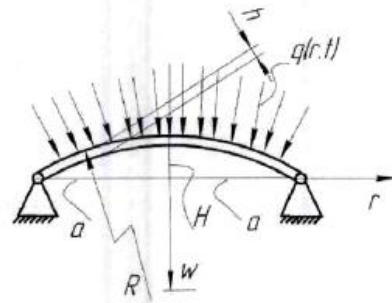
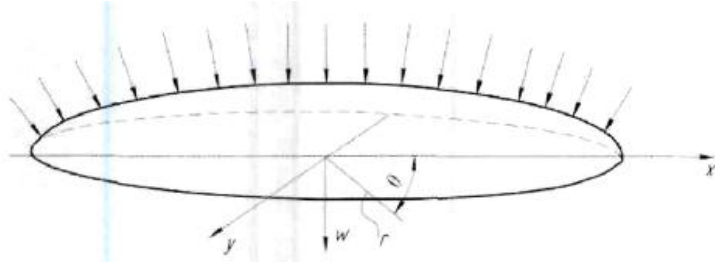
1. Шерифф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка. Том 1. История, теория и получение данных. М.: Мир, 1987.-448 с.
2. Кири П., Брукс М. Введение в геофизическую разведку. М.: Мир, 1988.-382 с.
3. Патент Российской Федерации №2246741, G01 V1/38, опубл. 20.02.05, бюл. №5.
4. Патент SU №1817707, B06 B1/04, опубл. 23.05.93, бюл. №15.
5. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек. М.: Наука, 1972.
6. Огибалов П.М., Колтунов М.Л. Оболочки и пластины. М., изд. МГУ, 1969.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

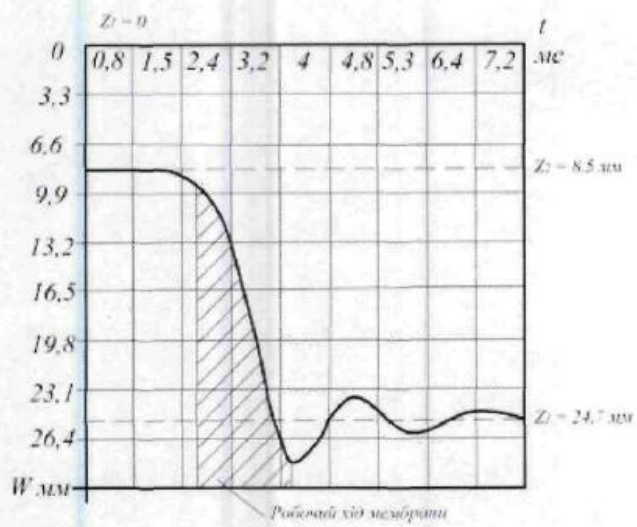
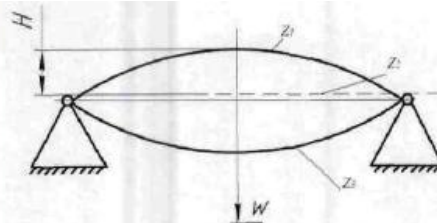
1. Джерело для морської сейсморозвідки, що має нерухомий корпус, в якому є герметична і заповнена водою частини об'єму, рухомий елемент у вигляді плоскої дискової мембрани із пружної сталі, закріпленій по своєму контуру в заповненій водою частині корпусу, і рухомий шток, з'єднаний із центром мембрани з одного боку і має ковзаючий контакт із поверхнею ексцентрикового диска з іншого боку, такий, що має можливість переміщення по осі, перпендикулярно площині мембрани, яке **відрізняється** тим, що плоска мембрана встановлена у стійкому увігнутому відносно напрямку випромінювання положенні.
2. Джерело за п. 1, яке **відрізняється** тим, що ексцентриковий диск при обертанні має можливість ковзати по торцевій поверхні штока, причому мінімальний радіус ексцентрикового диска відповідає стійкому увігнутому, а максимальний радіус - стійкому випуклому положенням мембрани відносно напрямку випромінювання пружної хвилі у водне середовище.
3. Джерело за п. 1, яке **відрізняється** тим, що шток знаходиться у вузлі, який забезпечує герметизацію частини об'єму корпусу на заданій глибині експлуатації джерела.



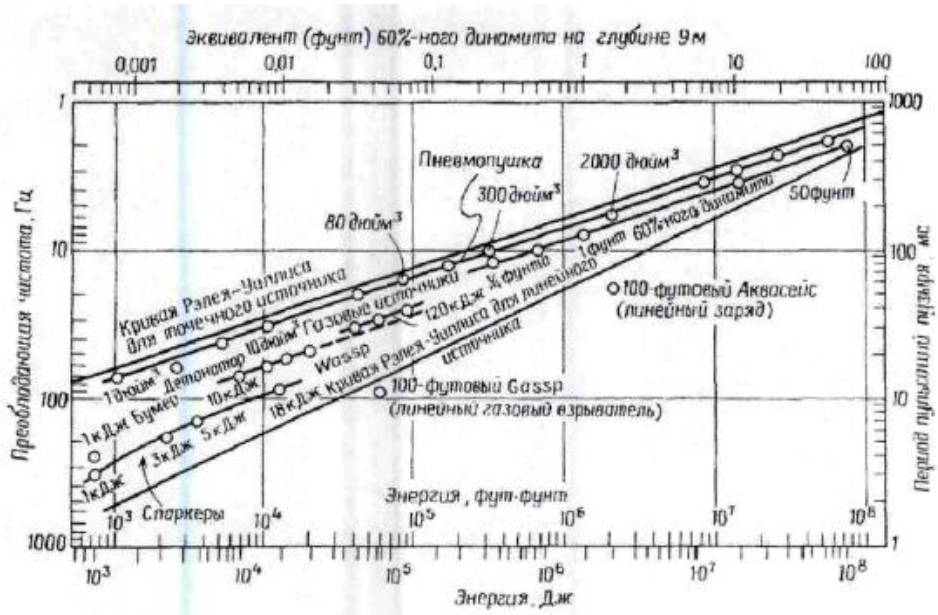
Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4

Комп'ютерна верстка Л.Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601