



(19) **UA** (11) **76 788** (13) **C2**

(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: 20040503708, 18.05.2004

(24) Дата начала действия патента: 15.09.2006

(46) Дата публикации: 15.09.2006G21B 1/00
20060101CFI20060516VNUA

(72) Изобретатель:

Крюк Виталий Григорьевич, UA

(73) Патентовладелец:

Крюк Виталий Григорьевич, UA

(54) ТЕРМОЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР

(57) Реферат:

В предлагаемом открытом термоядерном реакторе используется резонансное взаимодействие зеркальных электромагнитов с плазмой, обеспечивающее стабилизацию плазмы при температуре реакции термоядерного синтеза. Реактор содержит сферическую камеру, на которой установлены резонансные зеркальные электромагниты. Витки обмоток электромагнитов намотаны в противоположных направлениях.

Обмотки соединены параллельно и подключены к источнику электропитания.

Официальный бюлетьень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2006, N 9, 15.09.2006. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.

U A 7 6 7 8 8 C 2

U A 7 6 7 8 8 C 2



(19) **UA** (11) **76 788** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION

(21), (22) Application: 20040503708, 18.05.2004

(24) Effective date for property rights: 15.09.2006

(46) Publication date: 15.09.2006G21B 1/00
20060101CFI20060516VHUA

(72) Inventor:
Kriuk Vitalii Hryhorovych, UA

(73) Proprietor:
Kriuk Vitalii Hryhorovych, UA

(54) THERMONUCLEAR REACTOR

(57) Abstract:

The proposed open thermonuclear reactor utilizes the resonance interaction of reflecting electromagnets with plasma that provides a possibility to stabilize the plasma at a temperature of the nuclear fusion reaction. The reactor contains a spherical chamber with the resonance reflecting electromagnets, which are installed on the chamber. The turns of the electromagnet coils are wound in opposite

directions. The coils are connected in parallel to each other and connected to a power-supply source.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2006, N 9, 15.09.2006. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

U A 7 6 7 8 8 C 2

U A 7 6 7 8 8 C 2



(19) **UA** (11) **76 788** (13) **C2**
(51)МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВИНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
20040503708, 18.05.2004

(24) Дата набуття чинності: 15.09.2006

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 15.09.2006G21B 1/00
20060101CFI20060516VNUA

(72) Винахідник(и):
Крюк Віталій Григорович, UA

(73) Власник(и):
Крюк Віталій Григорович, UA

(54) ТЕРМОЯДЕРНИЙ РЕАКТОР

(57) Реферат:

Термоядерний реактор відкритого типу стосується електроенергетики. Винаходом реалізується можливість резонансної взаємодії електромагнітів-дзеркал та плазми. Це стабілізує плазму, дозволяє розігріти її до температури реакції синтезу і утилізувати енергію синтезу в формі електроенергії. Для цього вакуумна камера реактора виконана в формі псевдосфери, на якій

розміщені котушки резонансних електромагнітів-дзеркал за формою напівпсевдосфер. Котушки електромагнітів-дзеркал мають право- і лівогвинтову намотки і з'єднані між собою та джерелом струму паралельно. Джерелом струму є послідовне з'єднання джерела електрорушійної сили (е.р.с.) і опору навантаження - резистора.

U A 7 6 7 8 8 C 2

U A 7 6 7 8 8 C 2

Опис винаходу

Винахід належить до галузі загальної фізики і знайде застосування в електроенергетиці.

Відомі експериментальні термоядерні реактори, в яких застосовують відкриті дзеркальні магнітні ловушки (пробки) [1 стор. 111, 2 стор. 91].

На Фіг.1 схематично, в перерізі зображено прототип термоядерного реактора. Він містить вакуумну камеру-резонатор 1, на якій розміщені, послідовно з'єднані котушки електромагнітів-дзеркал 2 і 3; між електро-магнітами-дзеркалами знаходиться хаотичне зібрання заряджених частинок - плазма 4; електромагніти-дзеркала живляться джерелом постійного струму 5; збудження вакуумної камери-резонатора 1 здійснюється джерелом е.р.с. надзвичайно високої частоти (НВЧ) 6.

Струм від джерела 5 через котушки 2 і 3 створює в камері-резонаторі 1 неоднорідне магнітне поле В-магнітні дзеркала, які утримують плазму в межах стоячої хвилі $\lambda/2$, яку збуджує в камері-резонаторі 1 джерело е.р.с. 6, енергія якого і нагріває плазму.

В описаному реакторі-прототипі не одержана необхідна для синтезу ядер температури $T \approx 10^8$ К. Загалом же, реакторам із дзеркальними магнітними ловушками притаманні два основних недоліки:

а) недосконалість дзеркальних магнітних ловушок;

б) відсутність способів (пристроїв) розігріву ядер до $T \approx 10^8$ К. До цих двох недоліків слід додати і третій - відомі експериментальні реактори передбачають існування теплового циклу при перетворенні енергії синтезу ядер в електричну.

Від зазначених недоліків вільний термоядерний реактор, який пропонується винаходом.

В основу винаходу покладена задача удосконалити термоядерний реактор новим виконанням форми реактора з магнітними дзеркалами, новим способом утримання в реакторі плазми із ядер та розігріву їх до температури синтезу, що дозволило забезпечити сталий стан плазми із ядер, генерацію енергії синтезу ядер та її утилізацію в формі електроенергії.

Покладена задача вирішується тим, що термоядерний реактор, який містить вакуумну камеру, котушки електромагнітів-дзеркал, хаотичне зібрання заряджених частинок - плазму між електромагнітами-дзеркалами та пристрої для живлення електромагнітів-дзеркал і розігріву плазми до температури синтезу ядер, згідно з винаходом має вакуумну камеру в формі псевдосфери, на якій розміщено котушки електромагнітів-дзеркал в формі напівпсевдосфер із право- і лівогвинтовою намоткою, які включено паралельно між собою та джерелом струму резонансного живлення електромагнітів-дзеркал з послідовно з'єднаних опора навантаження і джерела електричної сили (е.р.с.); плазма є упорядкованим рухом між електромагнітами-дзеркалами заряджених частинок-ядер, які інжектуються у вакуумну камеру через інжектор; джерело е.р.с. виконує функції пристрою для розігріву плазми із ядер до температури синтезу ядер; опір навантаження утилізації енергії синтезу в формі електроенергії, струм через який підтримує роботу термоядерного реактора і без джерела е.р.с.

На Фіг.1а схематично зображено термоядерний реактор. Фіг.2-12 ілюструють опис роботи термоядерного реактора: Фіг.2 ілюструє рух зарядженої частинки в неоднорідному магнітному полі; Фіг.3 зображає форму термоядерного реактора - псевдосферу; Фіг.4 зображає утворюючу криву псевдосфери - трактрису; Фіг.5 ілюструє рух зарядженої частинки в магнітному полі, яке має форму псевдосфери; Фіг.6 деталізує рух зарядженої частинки в магнітному полі по право- і лівогвинтовій траєкторії; Фіг.7 демонструє стан електричних і магнітних полів в електромагнітних моделях, а Фіг.8 - конструктиви цих моделей; Фіг.9 і Фіг.10 ілюструють амплітудно-просторові характеристики електромагнітних моделей; Фіг.11 ілюструє стан електричних і магнітних полів електромагнітних моделей, зведених в систему; Фіг.12 ілюструє стан електромагнітних полів і енергії заряджених частинок-ядер в термоядерному реакторі.

Термоядерний реактор (Фіг.1) містить вакуумну камеру в формі псевдосфери 1, на якій розміщено з'єднані паралельно котушки електромагнітів-дзеркал у формі напівпсевдосфер з право- і лівогвинтовою намоткою 2 і 3; між електромагнітами дзеркалами упорядковано, по право- і лівогвинтовій траєкторії 4 і 5 рухаються інжектвані через інжектор 6 заряджені частинки-ядра; послідовно з'єднані опір навантаження 7 і джерело е.р.с. 8 включено паралельно котушкам 2 і 3 електромагнітів-дзеркал.

Розглянемо роботу термоядерного реактора.

Теоретичною основою роботи термоядерного реактора з магнітними дзеркалами є наступне.

Якщо магнітне поле В змінюється "повільно" порівняно з "швидким" циклотронним періодом руху зарядженої частинки, тобто

$$T_0 \gg T^*, \quad (1)$$

де T_0 - період зміни магнітного поля В, T^* - циклотронний період, а також "помірно" неоднорідне, тобто

$$r = \frac{|\text{grad}B|}{B} \ll 1, \quad (2)$$

де r - радіус кривизни траєкторії зарядженої частинки, то умова відбиття (віддзеркалення) її від "магнітного дзеркала" має вигляд

$$\sin\alpha_0 \geq \sqrt{\frac{B_0}{B}} \sin\alpha \geq \sqrt{\frac{B_0}{B}}, \quad (3)$$

5 де α_0 - кут між швидкістю частинки \vec{v} в точці початку руху її по гвинтовій траєкторії, B_0 - магнітне поле в площині початку руху частинки по гвинтовій траєкторії, B - магнітне поле в площині відбиття частинки, $\alpha = 90^\circ$ - кут між швидкістю частинки \vec{v} в точці її відбиття і осьовим магнітним полем \vec{B}_x (Фіг.2) [3 стор. 73-77,4
10 стор. 393-398].

Основним недоліком відомих дзеркальних магнітних ловушок називається існування конуса втрат заряджених частинок, умова (3) для яких є зворотною [4 стор. 398]. Це так, але причини лежать глибше.

По-перше, вивід залежності (3) базується на рівнянні

$$15 \quad \circ \int E_1 dl = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} S, \quad (4)$$

де E_1 - проекція на елемент ларморового кола "повільно" змінюваного електричного поля E , індукованого
20 "повільно" змінним полем B , dl - елемент довжини ларморового кола, Φ - магнітний потік через площу ларморового кола, S - площа ларморового кола. При цьому покладається: $B \in \text{const}$ в межах руху зарядженої частинки і $S \in \text{const}$ в тих же межах [4 стор. 394]. (Відомий також вивід залежності (3) на основі

$$25 \quad P_m = iS = \text{const} \quad (4a)$$

де P_m - магнітний момент, i - елементарний струм, який створює заряджена частинка, рухаючись по ларморовому колу [3]. Але й (4a) не викликає сумнівів лише при $S = \text{const}$, що реально в дзеркальній магнітній
30 ловушці не виконується.).

Але реально, неоднорідність магнітного поля ($B \neq \text{const}$) є принциповою вимогою для побудови дзеркальних магнітних ловушок; як наслідок, $S \neq \text{const}$, бо радіус гвинтової траєкторії руху частинки при $B \neq \text{const}$ не є константою, тобто

$$35 \quad r = \frac{mV \sin\alpha_0}{|e|B} \neq \text{const} \quad (5)$$

де m - маса зарядженої частинки, $|e|$ - абсолютна величина електричного заряду частинки. Це свідчить, що
40 базовим рівнянням для опису процесів у магнітній ловушці повинно бути не умовне рівняння (4), а загальновідоме

$$45 \quad \circ \int \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int \frac{\partial B}{\partial t} dS, \quad (6)$$

По-друге, якщо заряджена частинка є одночасно і хвилею (електромагнітною), як це підтверджує реальність, то при побудові дзеркальних магнітних ловушок повинен виконуватись основний закон дзеркального відбиття
50 електромагнітних хвиль(світла): кут падіння хвилі-частинки повинен дорівнювати куту її відбиття [5 стор. 419]. Але цей основний закон порушується залежністю (3), бо

$$\sin\alpha_0 \neq \sin\alpha. \quad (7)$$

Зрозуміло, що при нерівності (7) не виконується і наслідок із основного закону - принцип зворотності, згідно якого відбита хвиля-частинка повинна рухатись по лівогвинтовій траєкторії, якщо початкова була
55 правогвинтовою (або навпаки) [5 стор. 420]. Причому, порушення принципу зворотності веде і до математичного протиріччя, бо саме право- і лівогвинтові лінії є дзеркальним відображенням одна одної [6 стор. 510].

Недоліків дзеркальних магнітних ловушок можна позбутися, якщо магнітне поле буде мати форму
60 псевдосфери - тіла крутіння трактриси. На Фіг.3 зображена псевдосфера з паралелями і меридіанами, а на Фіг.4 - крива її обертового відтворення - трактриса. Трактриса - це геометричне місце точок, які залишає за собою один з кінців відрізка a , якщо його другий кінець рухається по прямій $X'X$. Пряма $X'X$ є асимптотою трактриси. $AO = a$ - висота трактриси ($\varphi_0 = 90^\circ$) M - точка дотику до трактриси відрізка $MP = a(\varphi < 90^\circ)$. Площі перетину

65 псевдосфери по паралелях, поглинаючих точки A і M , є відповідно

$$S_0 = \pi a^2 \sin^2 \varphi_0 \quad (8)$$

$$S = \pi a^2 \sin^2 \varphi \quad (9)$$

5

[6 стор. 822-829].
Із (8) і (9) одержимо

10

$$\sin \varphi = \sqrt{\frac{S}{S_0}} \sin \varphi_0 = \sqrt{\frac{S}{S_0}} \quad (10)$$

І якщо магнітне поле має форму псевдосфери, то на основі (3) і (10) одержимо

15

$$\frac{\sin \alpha_0}{\sin \varphi} = \sqrt{\frac{B_0 S_0}{BS}} \sin 90^\circ = \sqrt{\frac{B_0 S_0}{BS}} \quad (11)$$

20

Враховуючи, що відповідні магнітні поля (3) і площі (10) початку руху і відбиття частинки-хвилі обернено пропорційні, прийдемо до висновку

$$B_0 S_0 = BS = \text{const} \quad (12)$$

$$\Phi_0 = \Phi = \text{const} \quad (13)$$

25

вінцем якого, на основі (11) і (12), є рівність

$$\sin \alpha_0 = \sin \varphi \quad (14)$$

30

Рівність (14) ілюструється на Фіг.5, де ортогональна проекція право- і лівовинтової траєкторій на площину паралельну осі цих траєкторій зображені, відповідно із [6 стор. 799], протифазними синусоїдами.

Рівність (14) підпорядковує процес руху зарядженої частинки-хвилі в магнітній псевдосфері основному закону дзеркального відбиття, а його наслідок - принцип зворотності - гарантує періодичне повернення зарядженої частинки-хвилі в ту ж точку, з якої вона починала рух (Фіг.5).

35

Суттєво, що, базовою формулою для залежності (5), є формула, якою визначається сила Лоренца

$$\vec{F} = e \left[\vec{V} \times \vec{B} \right] \quad (15)$$

40

Формулою (15) стверджується: для e^+ - частинок величини \vec{F}, \vec{V} і \vec{B} створюють правовинтову систему, для

e^- - частинок - лівовинтову [7 стор. 218]. Це ілюструється на Фіг.6. Саме ці обставини пов'язані із тим, що для сталого руху e^+ - частинок між магнітними дзеркалами в залежності (5) повинні одночасно змінюватися знаки \vec{V} і $\sin \alpha_0 (\sin \varphi)$. Це нескладно прослідкувати, користуючись також Фіг.5. Але цього замало.

45

Рух зарядженої частинки по гвинтовій траєкторії в неоднорідному полі ($B \neq \text{const}$) характеризується також кроком гвинтової траєкторії

50

$$h = \frac{2\pi m V \cos \alpha_0}{|e|B} \neq \text{const} \quad (16)$$

Математикою обґрунтовується протилежність знаків h (а також кручення) для право- і лівовинтової ліній (траєкторій) [6 стор. 510, 531]. А безпосередньо це пов'язано з наступним.

55

Циклотронна частота (ω) руху зарядженої частинки в магнітному полі базується також на рівнянні (15) і є векторною величиною

60

$$\vec{\omega}^* = - \frac{e \vec{B}}{m} \quad (17)$$

[4 стор. 382]. Залежністю (17) жорстко взаємно пов'язуються знаки заряду частинки e та напрямки $\vec{\omega}$ і \vec{B} .

65

Тому, при послідовному русі e^+ - частинок по право- і лівовинтовій траєкторії, циклотронна частота є парною

$$\vec{\omega}_{\text{пр.}} + \vec{\omega}_{\text{ліє.}} = 2\vec{\omega} \quad \text{або} \quad \left| 2\vec{\omega} \right| = 2\omega, \quad (18)$$

5

бо, при послідовному переході e^+ - частинок з право- на лівогвинтову траєкторію, одночасно змінюються напрям їх руху $\vec{\omega}$ со і відносний напрям B (Фіг.6а); при паралельному – непарною

10

$$\vec{\omega}_{\text{пр.}} + \vec{\omega}_{\text{ліє.}} = \pm\omega \quad \text{або} \quad \left| \pm\omega \right| = \omega, \quad (19)$$

15

бо, при паралельному русі заряджених частинок по право- і лівогвинтовій траєкторіях одночасно в одному напрямі, відносно поляризуються знаки заряджених частинок на цих траєкторіях (Фіг.6б).

На основі (18) і (19), враховуючи періодичність руху e^+ - частинок між магнітними дзеркалами, та зміну при цьому їх електричних \vec{E} (\vec{D}) і магнітних \vec{H} (\vec{B}) полів, прийдемо до висновку: процес руху e^+ - частинок по

20

право- і лівогвинтовій траєкторії між магнітними дзеркалами - це резонансний процес із парними ($2\omega^*$) і непарними (ω^*) частотами. Це підтверджується далі на електромагнітних моделях.

Таким чином, обидва вище зазначені недоліки дзеркальних магнітних ловушок зводяться нанівець, якщо "повільно" змінне магнітне поле \vec{B} буде мати форму псевдосфери. Але, саме ця форма і є проблематичною,

25

бо електродинаміка Максвела не допускає на магнітних силових лініях кутів зламу (перервності), який має місце в магнітній псевдосфері по лінії, якою обмежується площа S_0 з полем B_0 (Фіг.5). Можливість існування таких магнітних полів експериментальне доводиться далі також на електромагнітних моделях і, окрім цього, теоретично обґрунтовується доповненими рівняннями Максвела.

30

На Фіг.7 зображені схеми двох електромагнітних моделей із просторово-лінійними, циліндричними катушками, що дозволяється рівністю (13); перша з них збуджується джерелом е.р.с. E , друга - джерелом струму I . На цих схемах зображені власні та взаємні миттєві магнітні поля право- і лівогвинтової катушок 1 та 2, напрями яких визначено за єдиною загальноприйнятою правогвинтовою системою відліку зв'язку струму \vec{i} і

35

поля B . На Фіг.8 приведені основні конструктивні показники моделей: катушки 1, 2 мають по 9 секцій, в кожній з яких намотано по 28 витків дроту ПЭЛШО 0,15; феритовий стержень Ф-600 із ефективною магнітною проникністю $\mu = 20^*$.

40

Обстеження електромагнітних моделей (Фіг.7а, 7б) магнітним зондом (виток дроту \varnothing 1,3 см) привело до амплітудно-просторових резонансних кривих зображених на Фіг.9 і 10. Електричні поля не вимірювались, але їх миттєві напрями, зображені на Фіг.7а і 7б, та вимірні магнітні дають підстави зобразити їх у вигляді, приведеному на Фіг.9 і 10.

Результати вимірів Фіг.9, 10 та викладене приводять до двох висновків:

1. В пристроях із право- і лівогвинтовою намоткою існує резонансний злам (перервність) "повільно" змінного магнітного (і електричного) поля.

45

2. В пристроях із право- і лівогвинтовою намотками існують парні і непарні резонансні частоти, як і при русі e^+ -частинок по право- і лівогвинтовій траєкторіях, обґрунтовані залежностями (18) і (19).

50

Співпадання парності і непарності резонансних частот моделей і руху e^+ - частинок є наслідком того, що електричні схеми моделей і траєкторії руху e^+ - частинок мають одну і ту ж топологію та орієнтації векторних величин. Що стосується зламу (перервності) "повільно" змінного магнітного поля, то природу його можна з'ясувати як із стану магнітних полів Фіг.7а, 7б, який свідчить про невзаємний магнітний зв'язок право- і лівогвинтової частин моделей і, як наслідок, про енергетичну незрівноваженість між ними [9], так і з наступного.

Теоретично, злам є наслідком вимушеної взаємодії електричних і магнітних величин, вимушено зв'язаних в дві системи відліку: право- і лівогвинтову; тобто

55

$$+I + \oint \vec{E} d\vec{l} = -I + n \int \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S} | 2\omega_0, \quad (20a)$$

60

$$+I + \oint \vec{H} d\vec{l} = +I - n \int \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{S} | \omega_0, \quad (20a)$$

де перші знаки фіксують звичний, загальноприйнятий стан рівнянь Максвела - лівогвинтовий зв'язок \vec{E} і

65

$\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ та право- і лівогвинтовий зв'язок $\vec{H} = \text{rot } \vec{A}$ (Фіг.11б та 11в відповідно) [7 стор. 250] доповнені другими, які фіксують

5 протилежний стан рівнянь Максвелла - право- і лівогвинтовий зв'язок $\vec{E} = -\text{grad } \varphi - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$ та ліво- і право- гвинтовий зв'язок $\vec{H} = \text{rot } \vec{A}$ (Фіг.11а та

10 11г відповідно); n - коефіцієнт пропорційності. Записом знаків $+$ і $-$ через риску / кодується рознесення в просторі (несумісність) і часі (неоднорідність) вимушеної право- і лівогвинтової орієнтації електромагнітних величин рівнянь (20а) і (20б). Саме цим рознесенням і формується злам (перервність) на амплітудно-просторових резонансних кривих Фіг.9, 10, який ідентифікується із характерними точками амплітудно-фазової характеристики стоячої півхвилі $\frac{\Delta \lambda_0}{2}$, резонуючої на частоті $f = \frac{c}{\lambda_0}$ електромагнітної

15 моделі.

По суті, $\Delta \lambda_0$ - це є сповільнена хвиля хвилі λ_0 , яка, відповідно з теорією сповільнюючих систем [10], існує вздовж просторової неоднорідності, сформованої витками котушок із право- і лівогвинтовою намоткою, тобто

$$20 \quad n = \frac{c}{V} = \frac{\lambda_0}{\Delta \lambda_0}, \quad (21a)$$

де n - коефіцієнт пропорційності, який набуває функцій коефіцієнта сповільнення; c - швидкість світла, швидкість обміну електромагнітною енергією між право- і лівогвинтовою частинами моделі зовні моделі (у вільному просторі); V - швидкість того ж обміну всередині моделі (у невільному просторі).

25 Друга точка зору на процеси в моделях полягає в тому, що n є коефіцієнт квантування хвилі λ_0 на частини $\Delta \lambda_0$, включаючи квантування зв'язаних з хвилею λ_0 величин, тобто

$$30 \quad n = \frac{\lambda_0}{\Delta \lambda_0} = \frac{T_0}{\Delta T_0} = \frac{\omega_0}{\Delta \omega_0}. \quad (21b)$$

Важливо, що хвиля $\Delta \lambda_0$, яка корелює, згідно Фіг.9 і 10, із довжинами котушок і фериту, не є мінімальною, бо право- і лівогвинтовий струми котушок поляризують електромагнітні параметри феритового осердя також в право- і лівогвинтовому напрямку, формуючи тим самим довжину хвилі близьку до Комптоновської довжини хвилі електрона - носія струму поляризації. І це не безпідставно, оскільки при дослідженнях випромінювача електромагнітного поля [11] на частоті $f_0 = 50 \text{ кГц}$ ($\lambda_0 = 6 \text{ км}$) експериментально зафіксовано аналог гама-випромінювання з квантами частоти $f_{\Delta} \approx 10^{20} \text{ Гц}$ які визначають довжину хвилі $\Delta \lambda_0$

40 величиною

$$\Delta \lambda_0 = \frac{c}{f_{\Delta}} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^{20}} = 3 \cdot 10^{-12} \text{ м}, \quad (22)$$

45 близькою до Комптоновської довжини хвилі електрона [7 стор. 731].

Як наслідок, викладеного стосовно електромагнітних моделей, маємо і третій висновок: в пристроях із право- і лівогвинтовою намотками коефіцієнт пропорційності-сповільнення-квантування є і коефіцієнтом синхронізації "повільно" змінних (T_0) і "швидко" змінних (ΔT_0) електромагнітних процесів, тобто із (20) і (21) маємо

$$T_0 = n \cdot \Delta T_0. \quad (23)$$

55 В підсумку викладеного стосовно електромагнітних моделей та руху e^+ -частинок включно із (18) і (19), маємо підстави описати електромагнітні поля, пов'язані із рухом e^+ - частинок по право- і лівогвинтовій траєкторіях системою, аналогічно (20) –

$$60 \quad \begin{aligned} +/+\circ \int \vec{E} \cdot d\vec{l} &= -/+\circ \int \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S} \Big|_{\omega^+}, \\ +/+\circ \int \vec{H} \cdot d\vec{l} &= +/+\circ \int \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S} \Big|_{\omega^+}, \end{aligned} \quad (24)$$

65

де величини з позначкою * описують в просторі і часі електромагнітну хвилю λ_0^* , яка супроводжує рух e^+ - частинок між магнітними дзеркалами із періодом T^* і є частиною хвилі λ^* ; n^* - коефіцієнт пропорційності-сповільнення-квантування, який визначається аналогічно (21) –

$$n^* = \frac{C^*}{V^*} = \frac{\lambda^*}{\Delta\lambda^*} = \frac{T^*}{\Delta T^*} = \frac{\omega_{\Delta}^*}{\omega^*}, \quad (25)$$

де специфічними є наступні величини: C^* - швидкість обміну електромагнітною енергією поміж право- і лівогвинтовою траєкторіями e^+ - частинок (паралельний обмін, по прямій лінії); V^* - швидкість обміну електромагнітною енергією між e^+ - частинками по траєкторії (послідовний обмін, по кривій лінії); λ_0^* - Комптовська довжина хвилі e^+ - частинки (протона, ядра), як єдино можлива мінімальна довжина хвилі, яка існує одночасно із e^+ - частинкою (протоном, ядром) [7 стор. 731].

Характерно, що кожне з рівнянь (20а) і (20б) описує відповідну електромагнітну модель Фіг.7а і 7б з їхніми парними ($2\omega_0$) і непарними (ω_0) резонансними частотами Фіг.9 і 10; напроти, рівняння системи (24) описують відносність парності ($2\omega_0^*$) і непарності (ω_0^*) циклотронних частот одного і того ж неподільного руху e^+ - частинок, що витікає з обґрунтування залежностей (18) і (19). Тому, зваживши, що в звичайному електромагнітному контурі неподільно існують коливання електричної та магнітної енергій з частотою $2\omega_0$ і напруги (електричного поля) та струму (магнітного поля) з частотою ω_0 , на основі (20а), (20б) і (24) прийдемо до висновку: в термоядерному реакторі (Фіг.1) можлива синхронізація резонансних процесів між електромагнітними полями котушок 2 і 3 та електромагнітними полями руху e^+ - частинок по право- і лівогвинтовій траєкторіях 4 і 5, тобто

$$\begin{aligned} +\int_{+\infty} \vec{E} \cdot d\vec{l} &= -\int_{+\infty} n n^* \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}, \\ +\int_{+\infty} \vec{H} \cdot d\vec{l} &= +\int_{+\infty} n n^* \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S}, \end{aligned} \quad (26)$$

де на основі (21) і (25), маємо

$$n n^* = \frac{C}{V} \cdot \frac{C^*}{V^*} = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \cdot \frac{\lambda^*}{\Delta\lambda^*} = \frac{T_0}{\Delta T_0} \cdot \frac{T^*}{\Delta T^*} = \frac{\omega_{\Delta 0}}{\omega_0} \cdot \frac{\omega_{\Delta}^*}{\omega^*}, \quad (27)$$

Передмова до величини (22) і залежності (23) та порівняння систем (20) і (26) дозволяють ідентифікувати функції електромагнітних параметрів феритового осердя моделей і руху e^+ - частинок в термоядерному реакторі (Фіг.1), що приводить до рівностей

$$V = C^* \Delta\lambda_0 = \lambda^* \Delta T_0 = T^* \omega_{\Delta 0} = \omega^*, \quad (28)$$

які, в свою чергу, приводять залежності (27) до вигляду

$$n n^* = \frac{C}{V^*} = \frac{\lambda}{\Delta\lambda^*} = \frac{T_0}{\Delta T^*} = \frac{\omega_{\Delta}^*}{\omega_0}. \quad (29)$$

Слід підкреслити на разі, що системою (26) синхронізується не тільки рух e^+ - частинок, умова якого, на основі (23) і (28), визначається залежністю

$$T_0 = n T^*, \quad (30a)$$

яка зберігає необхідну нерівність (1) в новій формі, але синхронізується і електромагнітне випромінювання, пов'язане з рухом e^+ - частинок, що витікає із рівностей (29):

$$T_0 = n n^* \Delta T^*.$$

Таким чином, інжектований у вакуумну камеру 1 через інжектор 6 пучок e^+ - частинок буде сталим у своєму русі між магнітними дзеркалами, внаслідок резонансної взаємодії "повільно" і "швидко" змінних електромагнітних полів, які, на основі (26), конкретизуються системою

$$\begin{aligned}
 +/+\vec{U} &= +/+\int \vec{E}_{\perp X} d\vec{l}_{\perp X} - -/+\text{nn}^* \int \frac{\partial \vec{B}^*_{\perp X}}{\partial t} dS^*_{\perp X}, \\
 +/+\int \vec{H} d\vec{l}_{\perp X} &= +/+\text{nn}^* \int \frac{\partial \vec{D}^*_{\perp X}}{\partial t} dS^*_{\perp X} - \frac{\vec{\epsilon}}{R} = +/+\vec{i}.
 \end{aligned}
 \tag{31}$$

де векторні величини позначені індексом X зорієнтовані вздовж координати X, індексом $\perp X$ - поперек неї;

$+/+\vec{U} = +/+\int \vec{E}_{\perp X} d\vec{l}_{\perp X}$ - різниця потенціалів на котушках 2 і 3; $\vec{\epsilon}$ - джерело е.р.с. 8; R - опір навантаження 7;

$+/+\vec{i} = \frac{\vec{\epsilon}}{R}$ - струм розігріву заряджених частинок-ядер до підпалення реакції синтезу. Основні величини

системи (31) ілюструються на Фіг.12а.

Але головне у наступному.

Загальновідомо, що на рухоми заряджену частинку діє не тільки магнітне поле, але і електричне

$$\vec{F} = e\vec{E} + e[\vec{V}\vec{V}].
 \tag{32}$$

Тому, згідно залежності (32), величини

$$+/+\frac{\partial \vec{D}^*_{\perp X}}{\partial t} = +/+\frac{\partial (\epsilon_0 \vec{E}^*_{\perp X})}{\partial t}
 \tag{33}$$

системи (31) будуть прискорювати та сповільнювати e^+ - частинки на право- та лівовинтовій траєкторіях, змінюючи тим самим їх швидкість V (Фіг.12а). У свою чергу, враховуючи, що енергія частинки залежить від швидкості -

$$W^* = \frac{mV^2}{2},$$

це прискорення та сповільнення приводить до зміни, до коливань початкової енергії e^+ - частинок, тобто

$$W^* \pm \Delta W^* = \text{const}
 \tag{34}$$

де $\pm \Delta W^*$ - коливання енергії e^+ - частинок (Фіг.12б). Саме це коливання і є основною цінністю, бо в термоядерних процесах важлива не абсолютна енергія e^+ - частинок (ядер), яку не є проблемою одержати в десятки МеВ, а її відносна зміна, яка достатня в десятки KeV [3 стор. 108]. Тому, початкову "помірну" змінну із періодом T^* енергію W^* , синхронізовану згідно (30а), можемо покласти як стан відносного спокою -

$$W^* = 0
 \tag{35}$$

порівняно із "швидко" змінною із періодом ΔT^* енергією $\pm \Delta W^*$ синхронізованою згідно (30б). Як наслідок, з (34) і (35), враховуючи основи термодинаміки [7 стор. 94] і кінетичної теорії газів [7 стор. 108], маємо

$$\pm \Delta W^* = 2\Delta W^* = \frac{3}{2} kT,$$

де k - постійна Больцмана. І достатньо, наприклад, одержати

$$2\Delta W^* = 10^4 \text{ eV} = 10^4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{ Дж}$$

що може скласти всього 1 % від початкової енергії $W^* = 10^6 \text{ eV}$, щоб досягти температури реакції синтезу

$$T = \frac{2(2\Delta W^*)}{3k} = \frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-15}}{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}} = 0,77 \cdot 10^8$$

При дейтерій (D) - тритієвій (T) реакції синтезу, наприклад, маємо $D+D = T + p + \Delta W^*$

$$(H^2 + H^2 = H^3 + p + 4 \text{ MeV})$$

[5 стор. 695]. При цьому, енергія реакції синтезу $\Delta W^* = 4 \text{ MeV}$ в формі електромагнітного випромінювання синхронізується згідно (30б) електромагнітним полем системи (31) у формі

$$+I + \vec{U} = +I + \int \vec{E}_{\perp X} d\vec{l}_{\perp X} = -I + nn^* \int \frac{\partial \vec{B}_{\perp X}^*}{dt} dS_{\perp X} = -I + \frac{\partial \Phi_{\perp X}^*}{dt} \quad (36)$$

$$+I + \int \vec{H}_X d\vec{l}_X = +I - nn^* \int \frac{\partial D_{\perp X}^*}{dt} dS_{\perp X} = +I - \frac{\partial \Phi_{\perp X}^*}{dt} = +I + \frac{\vec{U}}{R} = +I - \vec{i},$$

де, за рахунок енергії синтезу ΔW^* , джерело е.р.с. 8 (\vec{U}) системи (31) компенсується-заміщується різницями потенціалів $+I + \vec{U}$, які узгоджено зорієнтовані відносно опору навантаження 7 (R); $+I + \frac{\vec{U}}{R} = +I - \vec{i}$ - струм R

навантаження термоядерного реактора (Фіг.12). В системі (36), на основі (13), введено магнітний потік $\Phi_{\perp X}^*$ і, на основі властивості псевдосфери

$$S_X = 2 \cdot \frac{1}{2} \pi a^2 = \pi a^2$$

[6 стор. 827], введено потік електричного зміщення $\Phi_{\perp X}^*$. До речі, в системі (36) неявно реалізується також

і відома властивість псевдосфери, якою стверджується:

$$V_{\Pi} = \frac{1}{2} V_C = \frac{2}{3} \pi a^3,$$

тобто, об'єм псевдосфери дорівнює половині об'єму сфери з радіусом а [6 стор. 827].

І насамкінець. Зміна величини е.р.с. 8 () в системі (31) та U в системі (36) веде до зміни величин (33) і тим самим до зміни величини $\pm \Delta W^*$, чим регулюється режим розігріву е⁺ - частинок (ядер) до температури реакції синтезу та режим утилізації енергії синтезу у формі електроенергії в опорі 7 (R) (Фіг.12).

Таким чином, винаходом нейтралізуються фундаментальні недоліки існуючих експериментальних термоядерних реакторів, які стояли на заваді промислового освоєння енергії термоядерного синтезу.

На основі викладеного маємо наступний стислий опис роботи термоядерного реактора, як послідовність дій і процесів, що відбуваються.

Під дією джерела струму складеного із опора 7 і е.р.с 8, внаслідок близького до одиниці (із-за безкінечності псевдосфери) неважкого магнітного зв'язку між котушками 2 і 3 (згідно фіг.7б), маємо електромагнітний резонанс (аналогічний фіг.10). Цей резонанс формує "повільно" змінні електричні магнітні

$$\left(\frac{+}{+} \vec{U} = \int \vec{E}_{\perp X} d\vec{l}_{\perp X} \right)$$

узгодженні поля, які представляють стоячу

$$\left(\frac{+}{+} \int \vec{H}_X d\vec{l}_X = \frac{\epsilon}{R} = \frac{+}{+} \vec{i} \right)$$

хвилю $\lambda/2$ в вільному просторі, та "швидко" змінні магнітні

і електричні

$$\left(\frac{-}{+} \int \frac{d\vec{B}_{\perp X}}{dt} d\vec{S}_{\perp X} \right)$$

зустрічні поля, які формують між котушками 2 і 3 стоячу хвилю $\Delta \lambda/2$,

$$\left(\frac{+}{-} \int \frac{dD_{\perp X}}{dt} d\vec{S}_X \right)$$

синхронізовану через коефіцієнт n із

$$\frac{\lambda}{2} \left(\frac{\lambda}{2} = \frac{n\Delta\lambda}{2} \right);$$

; формули (20)-(23). Величини "швидко"

змінних зустрічних магнітних полів

$$\left| \int \frac{dB_x}{dt} dS_{lx} \right|$$

збільшуються від межі стику котушок 2 із

(аналогічно фіг. 9), тому вони є динамічними, резонансними магнітними дзеркалами. Інжектований через інжектор 6 під кутом α пучок e^+ - частинок (ядер), наперед прискорених до енергії W^* , віддзеркалюється від магнітних дзеркал і рухається по право- і лівовинтовій траєкторіях 4 і 5 (формули (1)-(19)). Період цього віддзеркалення зв'язаний із циклотронною частотою ω_c , а лінійна довжина цього періодичного процесу - довжина хвилі $\frac{\Delta\lambda^*}{2}$ - синхронізується через коефіцієнт

$$\frac{\Delta\lambda^*}{2} \left(\frac{\Delta\lambda^*}{2} = \frac{n^* \Delta\lambda^*}{2} \right)$$

процес руху e^+ - частинок між магнітними дзеркалами синхронізується із дією е.р.с. 8 через коефіцієнти nn^* , тобто

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{nn^* \Delta\lambda^*}{2};$$

; (формули (24)-(30)). Це

ідентифікує поля $\int \frac{dB_x}{dt} dS_{lx}$ і $\int \frac{dD_{lx}}{dt} dS_x$ із полями пучка e^+ -

частинок $\int \frac{dB_x^*}{dt} dS_{lx}^*$ і $\int \frac{dD_{lx}^*}{dt} dS_x^*$ відповідно (формула (31), фіг.12а).

Зустрічні електричні поля $\int \frac{dD_{lx}^*}{dt}$ (формула (33)) прискорюють та

сповільнюють рух e^+ - частинок на траєкторіях 4 і 5, що приводить до зміни швидкості їх $(\pm \Delta V)$ і, як наслідок, до зміни початкової енергії їх на $\pm \Delta W^*$ відповідно до залежності

$$W^* \pm \Delta W^* = \frac{m(V \pm \Delta V)^2}{2}$$

Зміна енергії $\pm \Delta W^*$ показана на фіг.12б на відрізу $\frac{\Delta\lambda}{2} = \frac{n^* \Delta\lambda^*}{2}$. Величина $\pm \Delta W^*$ однозначно залежить від

величини е.р.с. 8, тому не є інженерною проблемою сконструювати термоядерний реактор, в якому досягатиметься величина $\pm W^* = 2\Delta W^* = 10 \text{ KeV}$, що згідно із [3

$$\pm W^* = 2\Delta W^* = 10 \text{ KeV},$$

стор.108], є необхідною умовою для реакції синтезу між e^+ -частинками (ядрами). Енергія синтезу в формі електричної утилізується в опорі 7, компенсуючі початкову дію е.р.с. 8 (формули (31) - (36)).

А далі про деякі результати досліджень моделі термоядерного реактора.

Для побудови моделі виготовлено шаблон в формі напівпсевдосфери із $a = 0,1$ м, обмежений по осі X довжиною $0,22 \text{ м} \approx 2a$. При допомозі шаблону намотані котушки 2 і 3; вони мають по 750 витків дроту ПЭЛШО 0,23. Виміри по схемі фіг. 13 а засвідчили:

а) резонанс на частоті 240 кГц ($\lambda = 1250 \text{ м}$), із якістю контура $Q=30$, який фіксувався вольтметром V1;

б) стоячу хвилю $\frac{\Delta\lambda}{2}$, яка фіксувалась вольтметром V2 при переміщенні 3-виткового магнітного зонда по осі

X в полості моделі (фіг. 136)-

$$U_2 = \frac{d(B_0 S_{\perp x})}{dx}$$

в) резонансний опір моделі R_0 склав величину 270 кОм (вимірювався по половині напруги в точці а порівняно із точкою б).

Розрахунки і виміри показали, що ефективна робота термоядерного реактора буде при

$$R = \frac{1}{2} R_0$$

де R - опір навантаження Z , а також при $R_0 = \frac{1}{2} R_0$, де R_0 - внутрішній опір джерела е.р.с. 8.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Капица П.Л. "Эксперимент, теория, практика" М. "Наука", 1986 г.
2. Чен Ф.Ф. "Проблемы утечки плазмы в термоядерных реакторах" // Физика атомного ядра и плазмы. - М. "Наука", 1974 г.
3. Арцимович Л.А., Лукьянов С.Ю. "Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях", М. "Наука", 1978 г.
4. Сивухин Д.В. "Общий курс физики", том III, М. "Наука", 1973 г.
5. Кузьмичев В.Е. "Законы и формулы физики", Киев "Наукова думка", 1989г.
6. Выгодский М.Я. "Справочник по высшей математике" М. "Наука", 1963 г.
7. Яворский Б.М., Детлаф А.А. "Справочник по физике" М. "Наука", 1980 г.
8. Крюк В.Г. "Антенное устройство" А.С.СССР № 248796 // Б.И. № 24, 1969 г., стр. 50.
9. Милях А.Н., Шидловский А.К. "Принцип взаимности и обратимость в электротехнике" Киев, "Наукова думка", 1967 г.
10. Лебедев И.В. "Техника и приборы СВЧ", том I, М. "Высшая школа", 1970 г.
11. Крюк В.Г., Яцишин В.А., Бельдін М.М. "Випромінювач електромагнітного поля". Заявка № 2001086004 від 29.08.2001 р.

Формула винаходу

Термоядерний реактор, що містить вакуумну камеру, котушки електромагнітів-дзеркал, хаотично зібрані заряджені частинки-плазми між електромагнітами-дзеркалами, та пристрої для живлення електромагнітів-дзеркал і розігріву плазми до температури синтезу заряджених частинок-ядер, який відрізняється тим, що вакуумна камера з інжектором заряджених частинок-ядер має форму псевдосфери, на якій розміщені котушки резонансних електромагнітів-дзеркал за формою напівпсевдосфер із право- і лівогвинтовою намотками, які включені паралельно між собою та джерелом струму, складеного із послідовно з'єднаних опорів навантаження і джерела електрорушійної сили (е.р.с.), при цьому плазма є упорядкованим рухом між електромагнітами-дзеркалами інжектіваних в вакуумну камеру заряджених частинок-ядер, джерело е.р.с. є пристроєм для розігріву заряджених частинок-ядер до температури синтезу ядер, а опір навантаження утилізує енергію синтезу в формі електроенергії.

UA 76788 C2

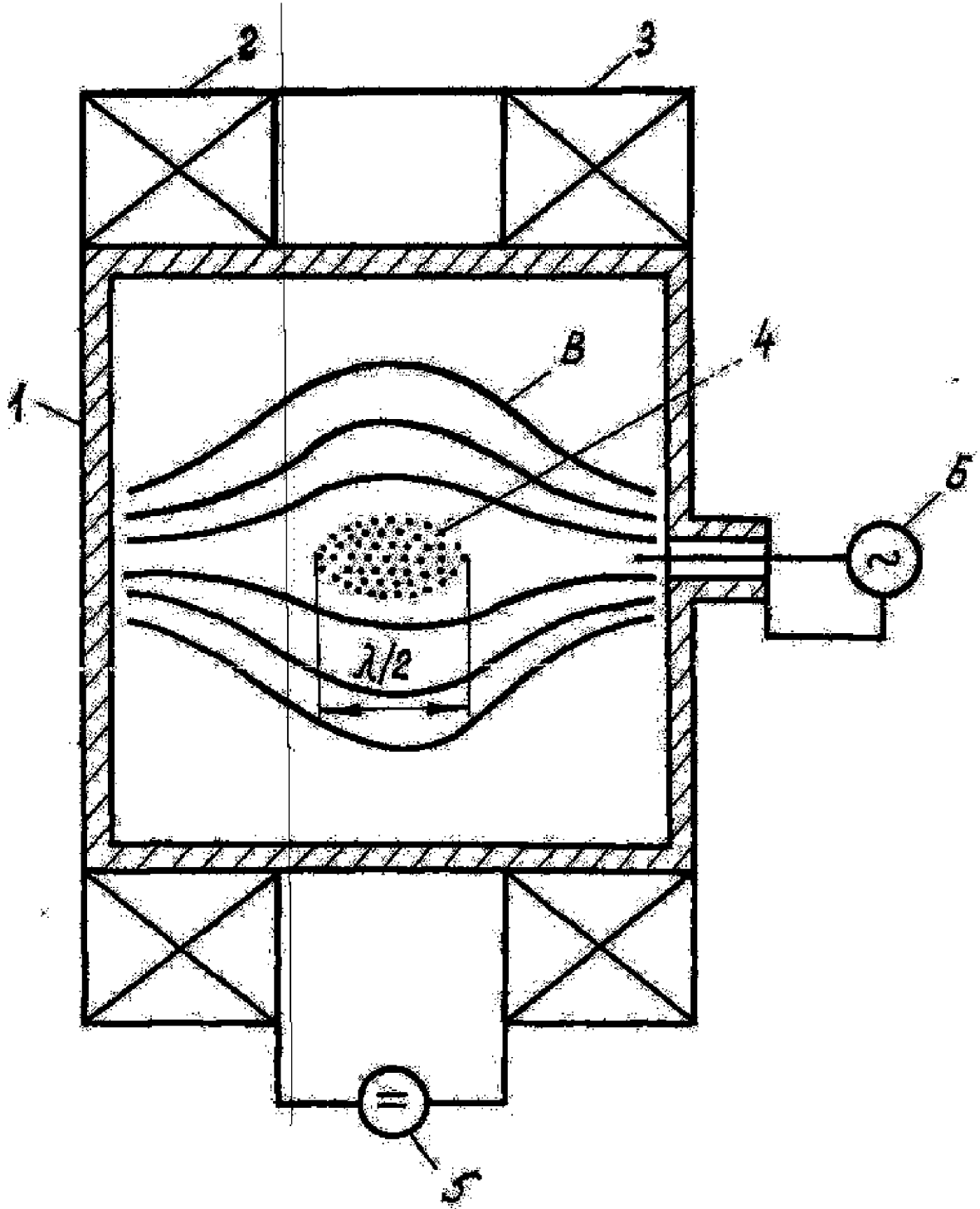


Fig. 1

UA 76788 C2

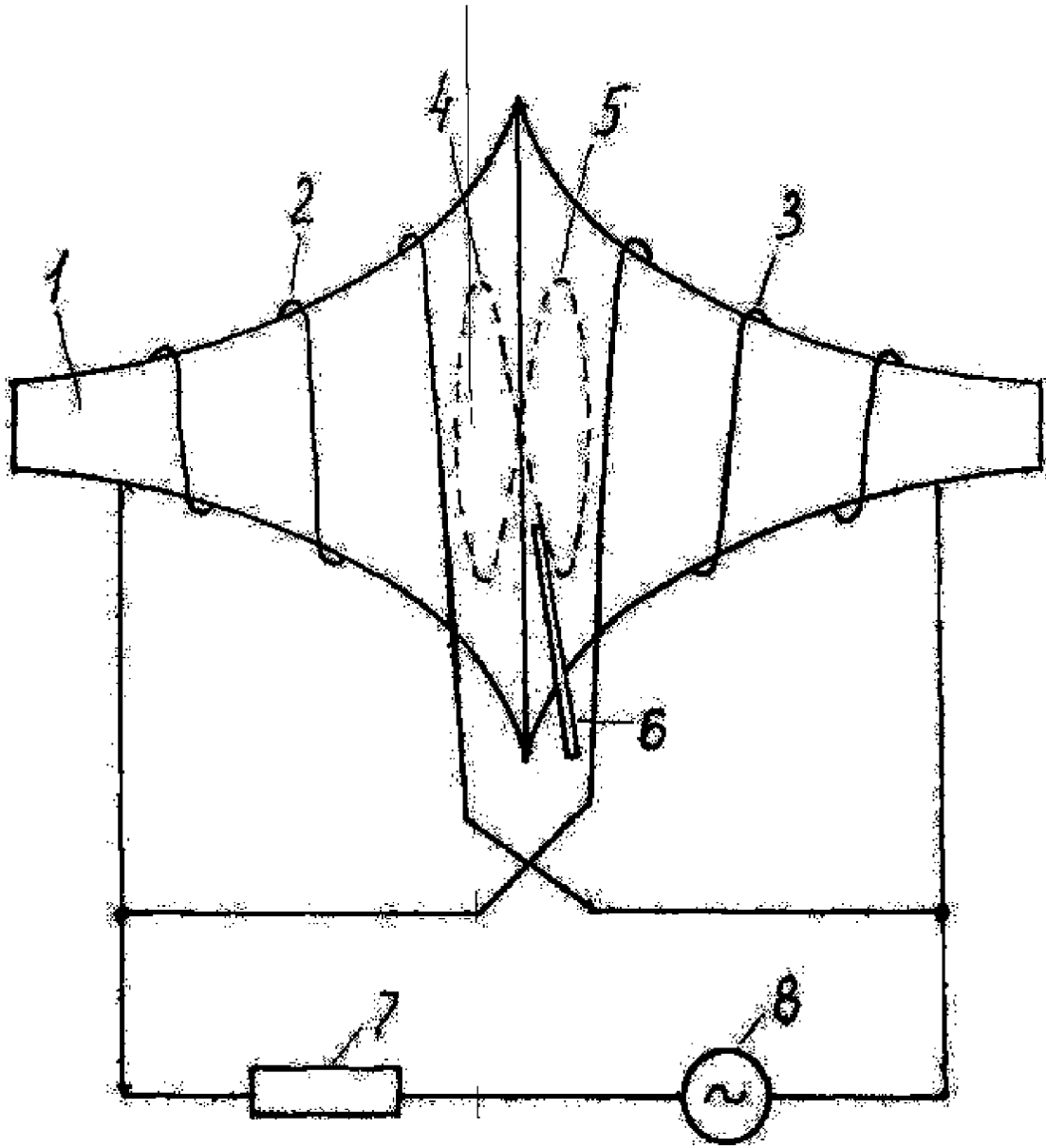
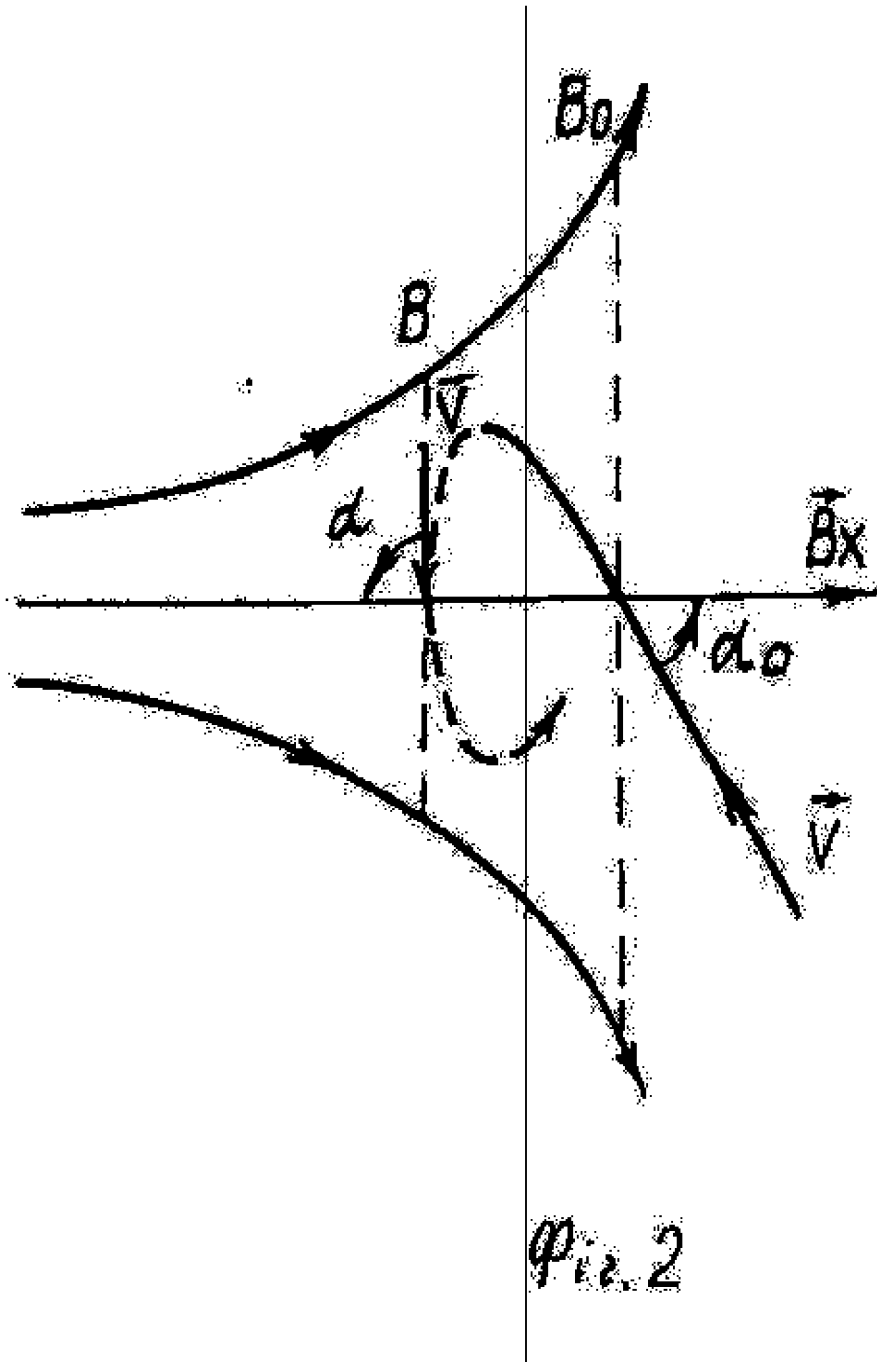
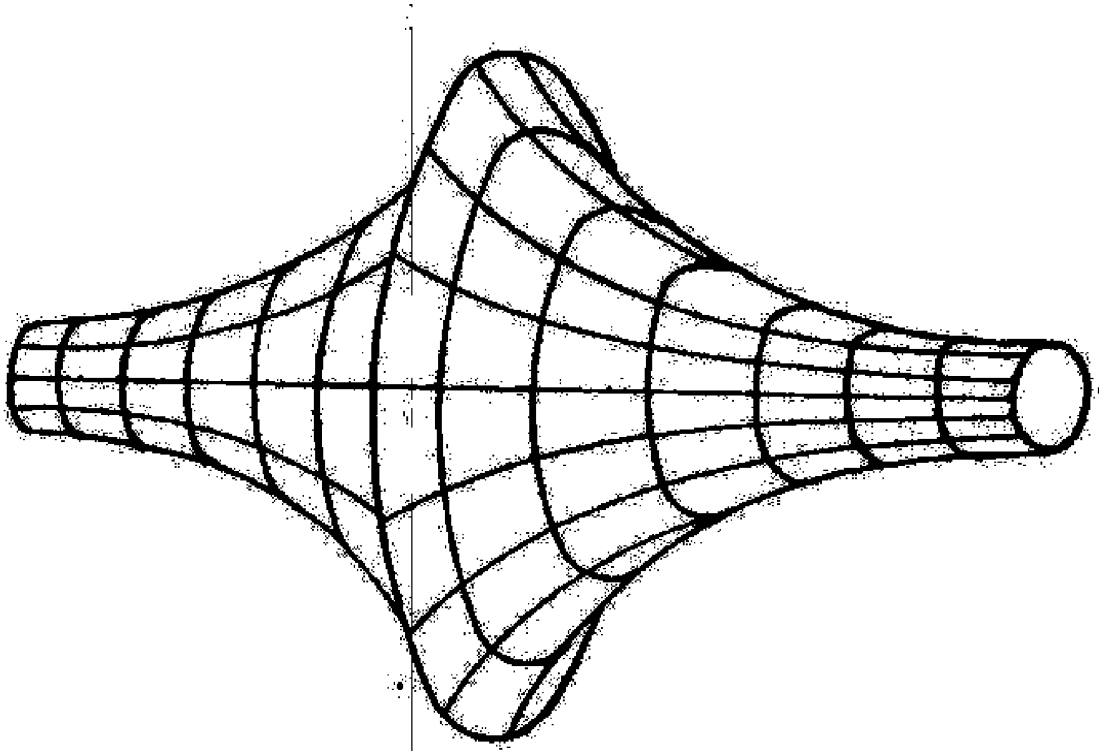
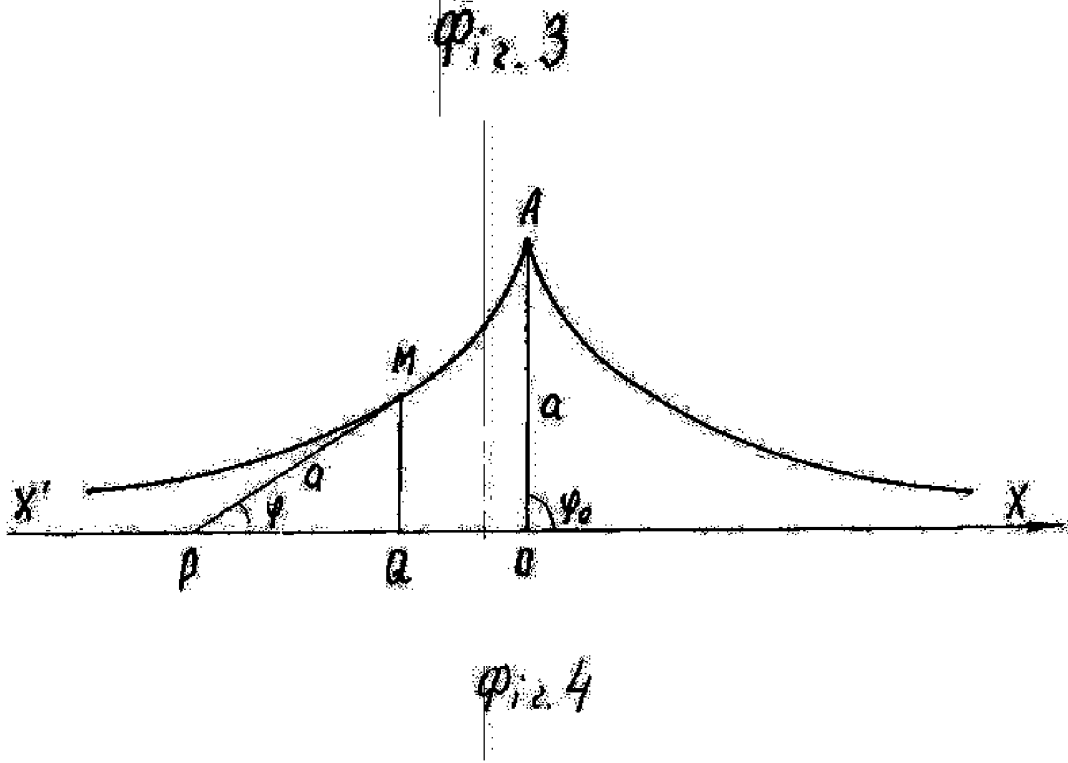


Fig. 1a





U A 7 6 7 8 8 C 2

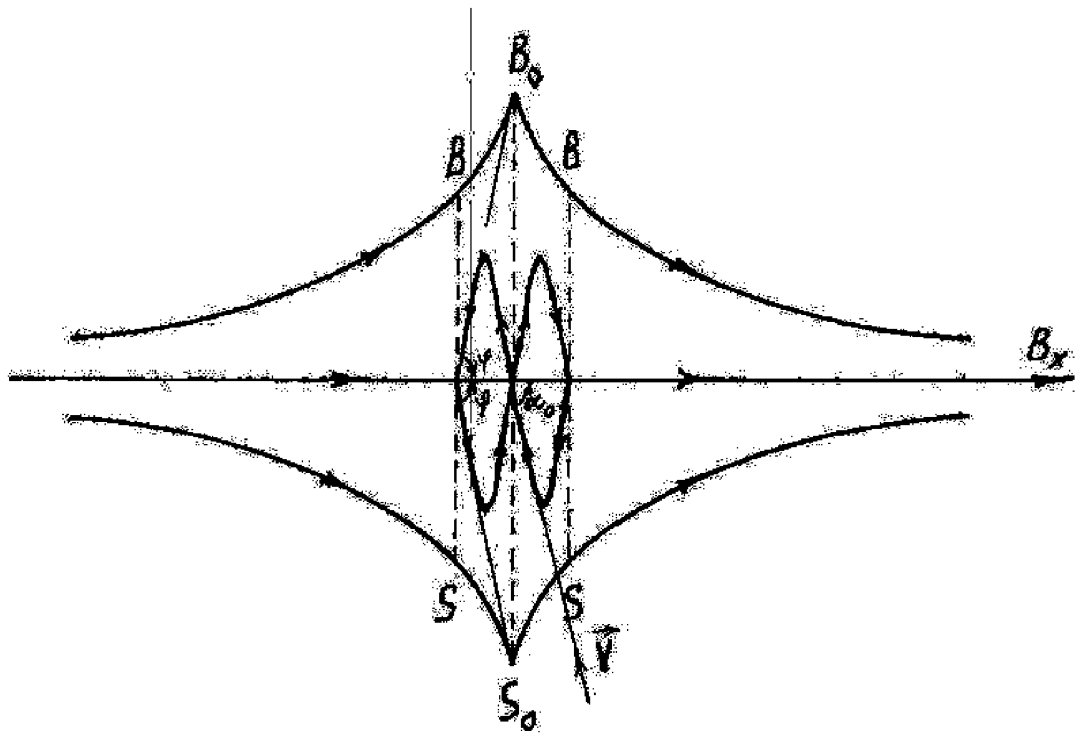
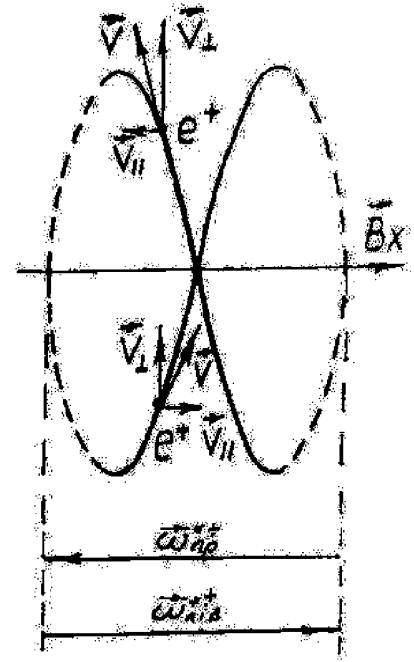
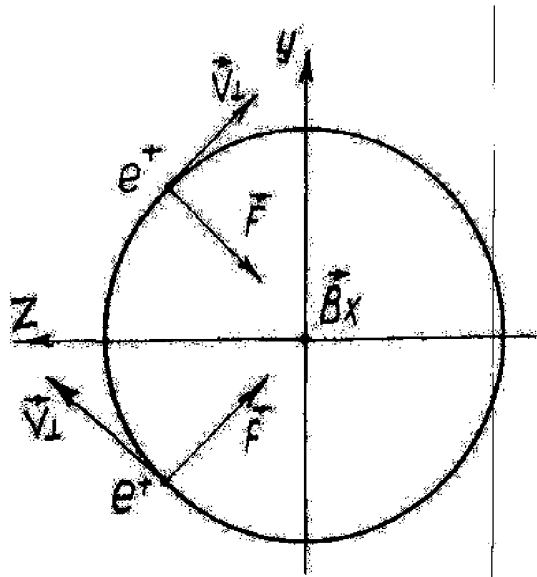
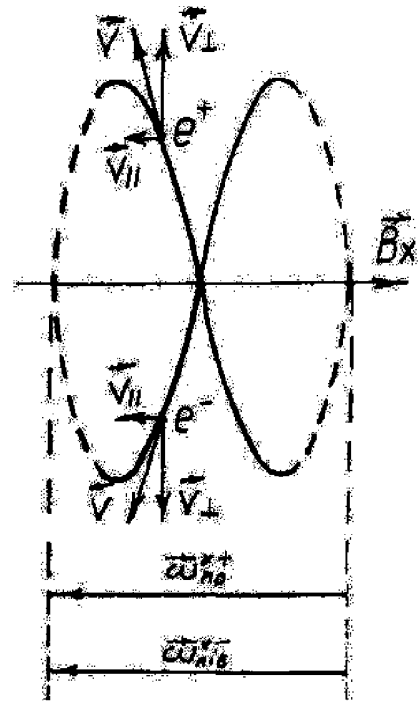
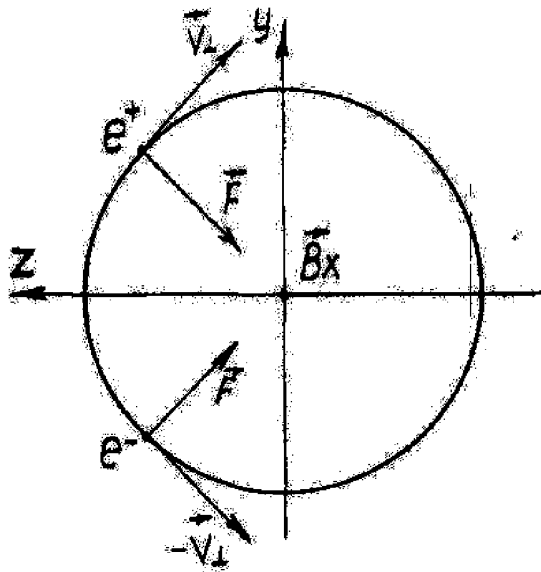


Fig. 5

U A 7 6 7 8 8 C 2

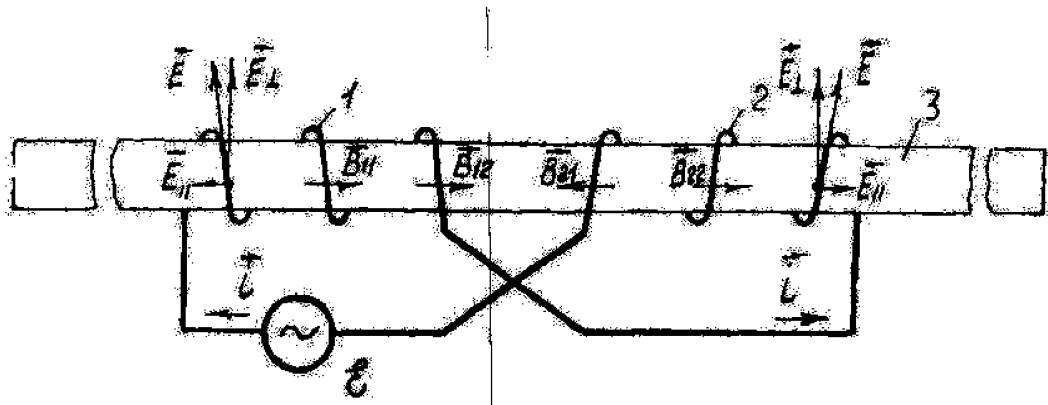


a)

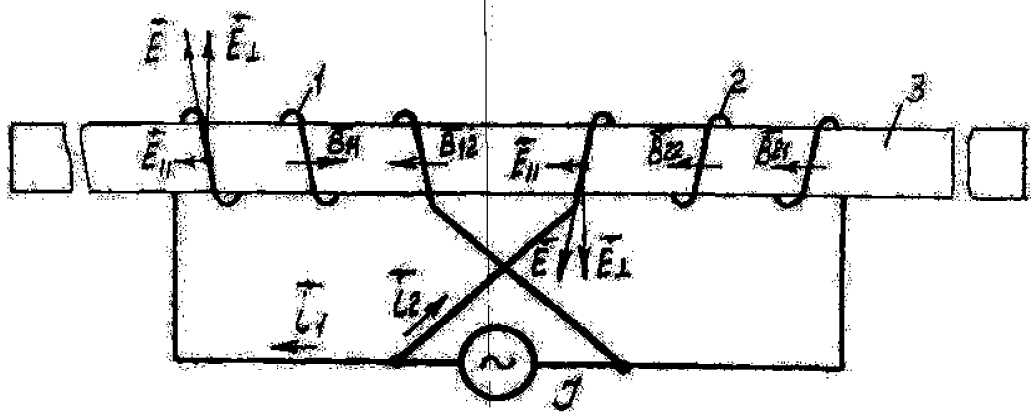


b)

Ф.2.6

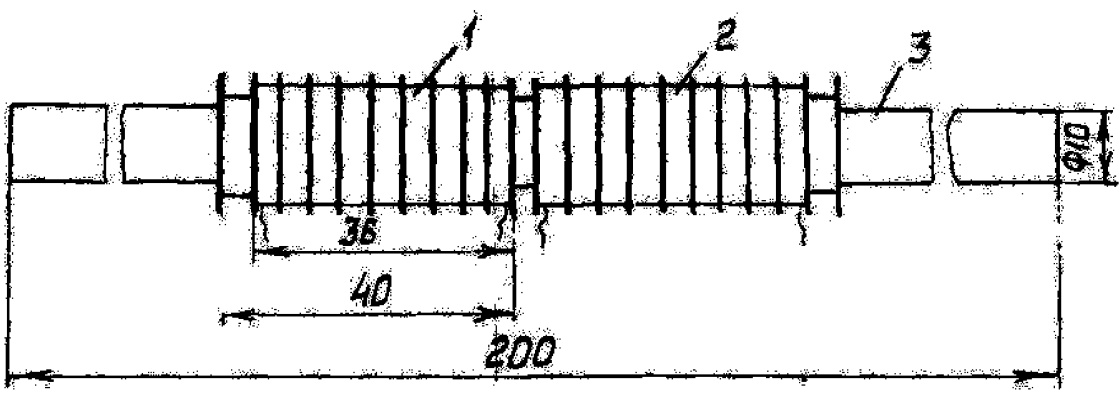


a)

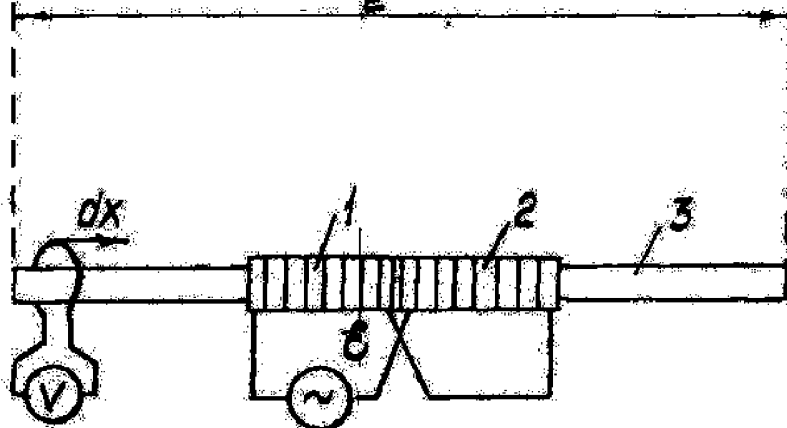
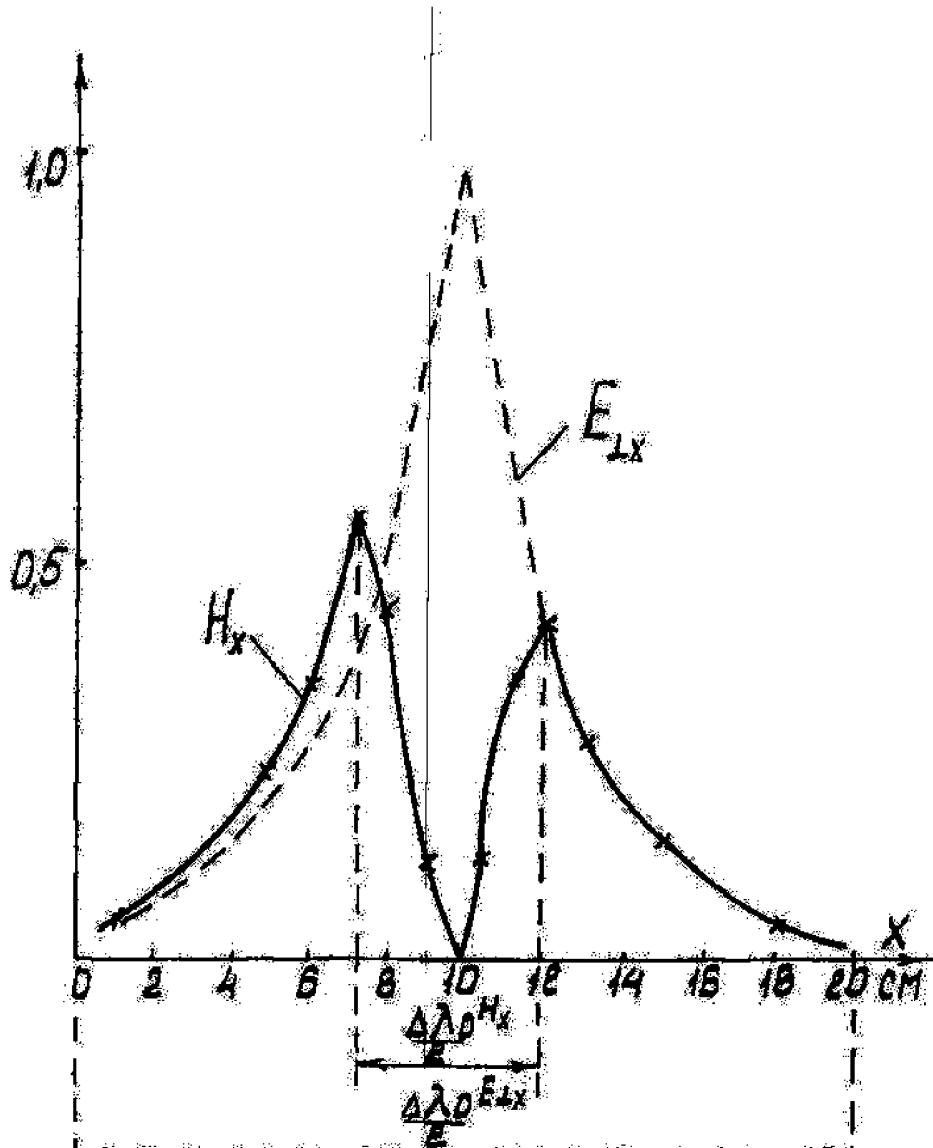


b)

φ. 2. 7



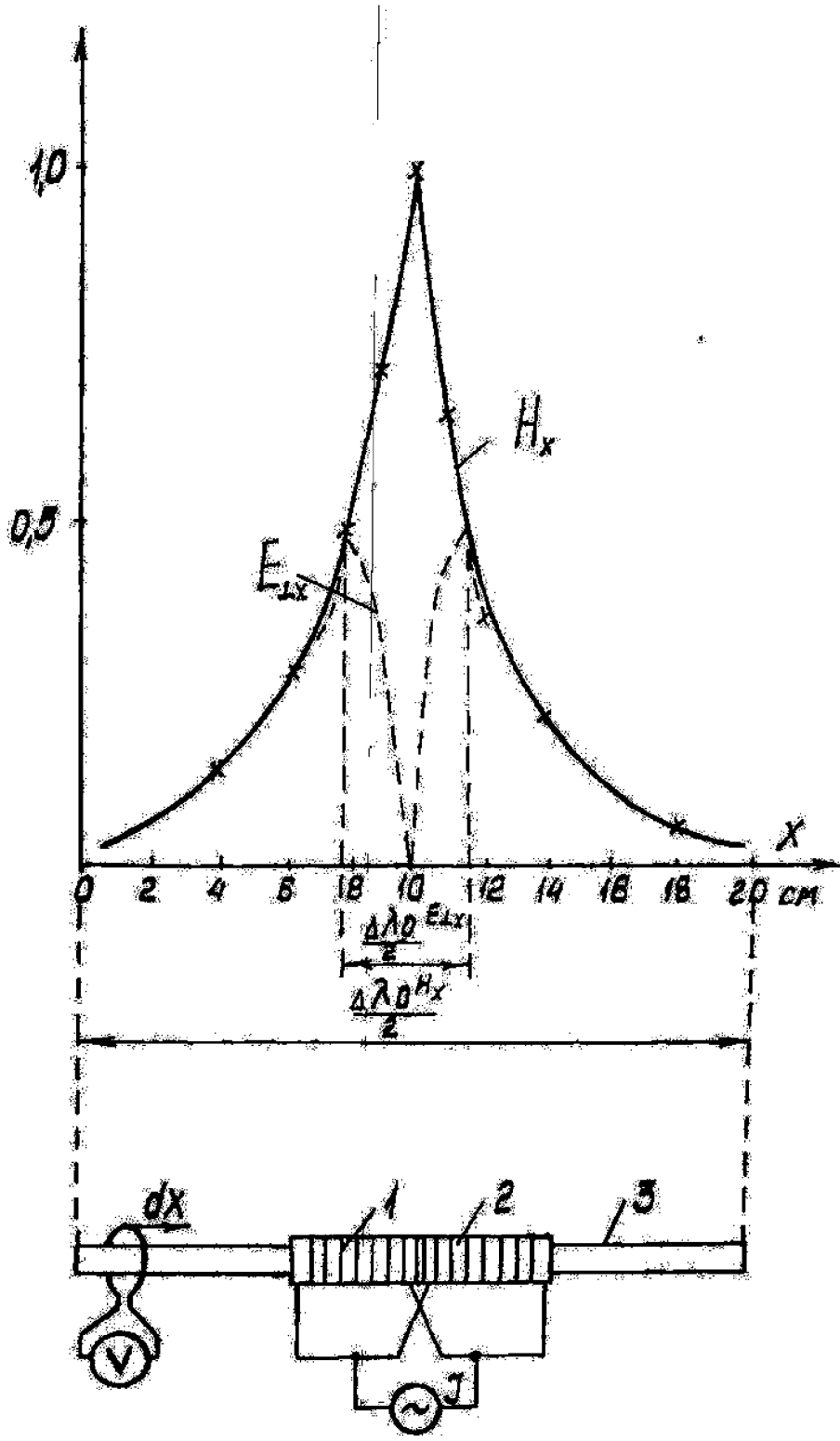
φ. 2. 8



$$\langle \rho_{01} \rangle = \langle 2\rho_0 \rangle \approx 1,5 \cdot 10^6 \text{ г/см}^3$$

$$\langle \lambda_{01} \rangle = \langle \frac{\lambda_0}{2} \rangle \approx 1,9 \cdot 10^4 \text{ см}$$

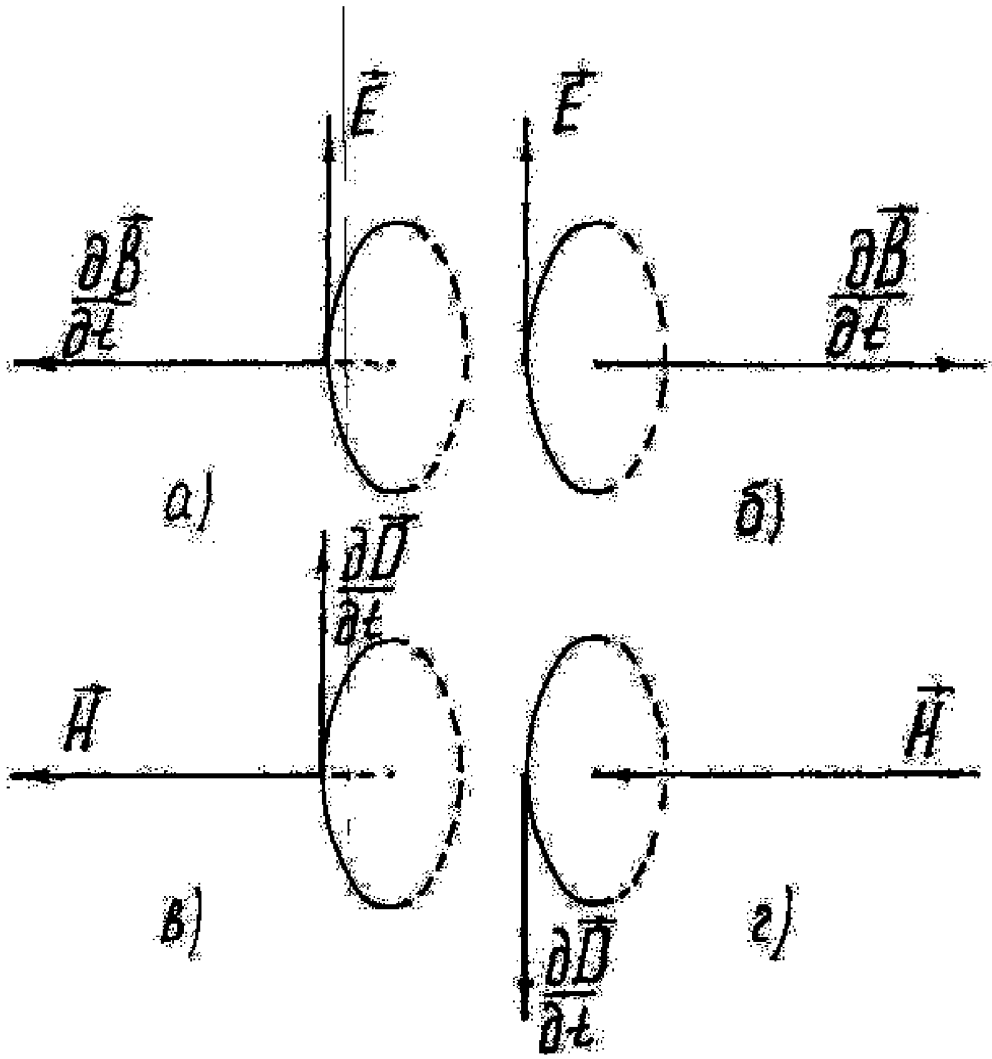
Ф. 2. 9



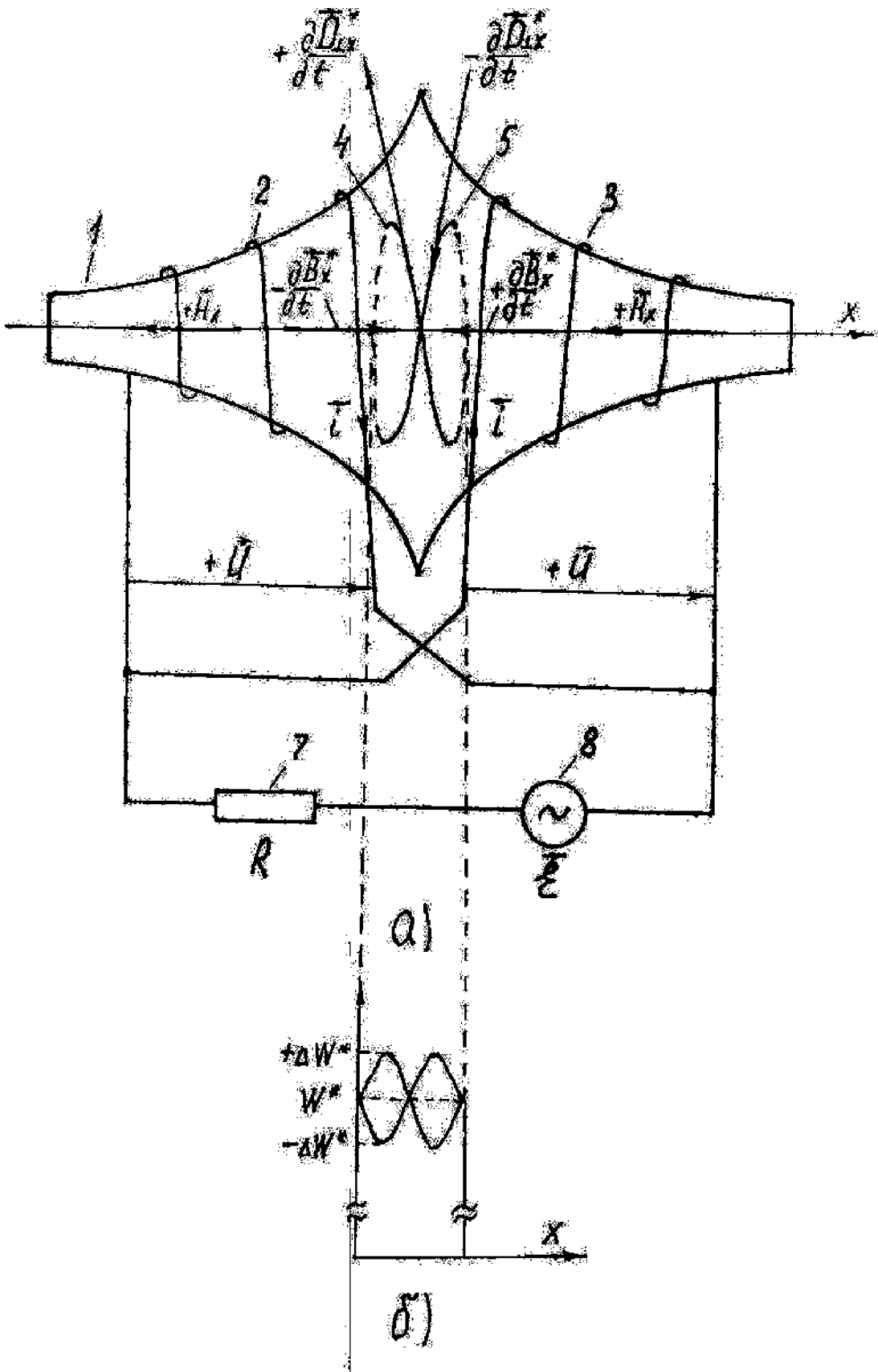
$$\langle \rho_{02} \rangle = \langle \rho_0 \rangle \approx 0,8 \cdot 10^6 \text{ Гц}$$

$$\langle \lambda_{02} \rangle = \langle \lambda_0 \rangle \approx 3,8 \cdot 10^4 \text{ см}$$

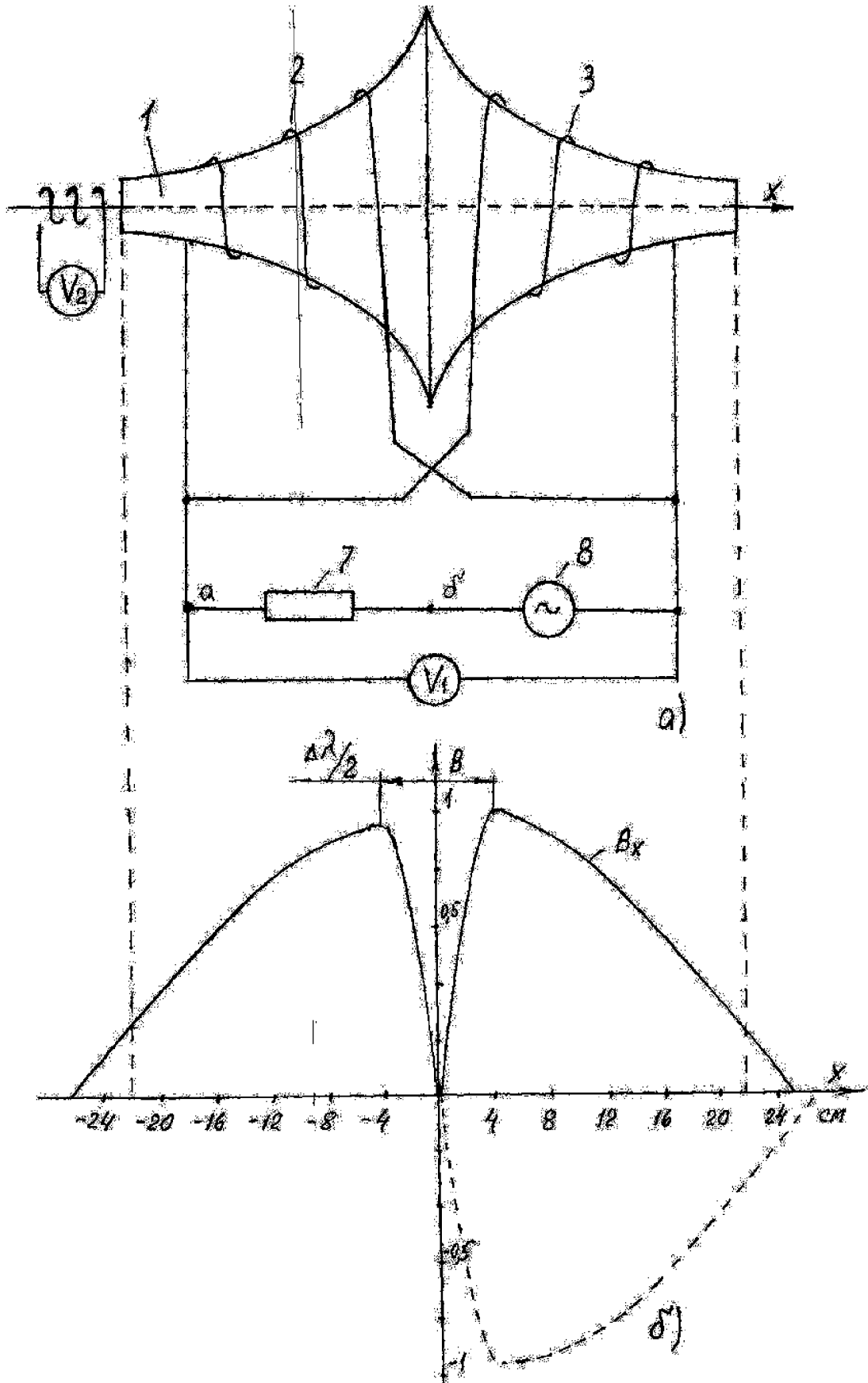
$\varphi_{1,2} = 10$



Φ, σ, H



Фиг. 12



Физ. 13

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2006, N 9, 15.09.2006. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.

U A 7 6 7 8 8 C 2

U A 7 6 7 8 8 C 2