



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33870 (13) A

(51) 6 G01N29/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

(21) 99042259

(22) 21.04.1999

(24) 15.02.2001

(33) UA

(46) 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.

(72) Соченко Петро Степанович, Зеленков Олександр Аврамович, Зубченко Олександр Миколайович

(73) Київський міжнародний університет цивільної авіації

(57) 1. Спосіб ультразвукового контролю хімічного складу навколишнього середовища, який заключається в тому, що визначають хімічний склад середовища шляхом вимірювання часу затримки розповсюдження ультразвуку від акустичного випромінювача через середовище з контролюючим хімічним складом до акустичного приймача, що **відрізняється** тим, що порівнюють час затримки розповсюдження ультразвуку в контролюємому та еталонному середовищах.

2. Пристрій для ультразвукового контролю хімічного складу навколишнього середовища, який містить послідовно з'єднані генератор та акустичний випромінювач, акустичний приймач, підсилювач та детектор, **відрізняється** тим, що він додатково містить послідовно з'єднані акустичний випроміню-

вач, акустичний приймач, підсилювач, детектор і блок вимірювання часу затримки, при цьому вхід додаткового акустичного випромінювача підключений до виходу генератора та до першого входу блока вимірювання часу затримки, вихід додаткового детектора підключений до другого входу блока вимірювання часу затримки, третій вхід якого підключений до виходу першого детектора, блок вимірювання часу затримки містить перший та другий тригери, першу та другу схеми збігу, перший та другий лічильники, блок ділення та генератор тактових імпульсів, вихід якого підключений до других входів першої та другої схем збігу, перші входи яких підключені відповідно до виходів першого та другого тригерів, перші входи яких об'єднані і є першим входом блока вимірювання часу затримки, а другі входи є відповідно другим та третім входами блока вимірювання часу затримки, виходи схем збігу підключені до лічильних входів відповідно першого та другого лічильників, входи скидання яких об'єднані та підключені до виходу генератора, а виходи підключені відповідно до першого та другого входу блока ділення, вихід якого є виходом блока вимірювання часу затримки.

Винахід відноситься до неруйнуючого контролю і може бути використаний для контролю хімічного складу навколишнього середовища, якості виготовлення матеріалів по швидкості ультразвуку.

Відомий спосіб [1] визначення швидкості ультразвуку в газоподібних, рідинних та твердотілих середовищах, яка залежить від відомих параметрів вказаних середовищ. Вказані параметри, в свою чергу, залежать від хімічного складу середовища та від температури.

Відомі [2, 3] спосіб та пристрій визначення параметрів матеріалів та ультразвукового контролю матеріалів шляхом вимірювання затримки розповсюдження ультразвуку в них. Відомий пристрій містить послідовно з'єднані генератор та акустичний випромінювач, акустичний приймач, підсилювач та детектор.

Основний недолік способу та пристрою полягає в тому, що вони не враховують вплив темпера-

тури на швидкість ультразвуку в контролюючих середовищах.

В основі винаходу поставлена задача удосконалення ультразвукового контролю хімічного складу середовища шляхом вимірювання часу затримки розповсюдження ультразвуку в них, при цьому вводиться додаткове вимірювання часу затримки ультразвуку в еталонному середовищі, а за результатами порівняння інтервалів затримки в еталонному та контролюємому середовищах забезпечується контроль хімічного складу в контролюємому середовищі, за рахунок чого виключається вплив температури на точнісні характеристики контролю.

Поставлена задача розв'язується так, що спосіб ультразвукового контролю хімічного складу середовища, який заключається в тому, що визначають хімічний склад середовища шляхом вимірювання часу затримання розповсюдження ульт-

(13) A

(11) 33870

(19) UA

развуку від акустичного випромінювача через середовище з контролюємим хімічним складом до акустичного приймача, при цьому порівнюють час затримання розповсюдження ультразвуку в контролюємому та еталонному середовищах, а в пристрій для ультразвукового контролю хімічного складу середовища, який має послідовно з'єднані генератор та акустичний випромінювач, акустичний приймач, підсилювач, детектор і блок вимірювання часу затримки, при цьому вхід додаткового акустичного випромінювача підключений до виходу генератора та до першого входу блока вимірювання часу затримки, вихід додаткового детектора підключений до другого входу блока вимірювання часу затримки, третій вхід якого підключений до виходу першого детектора, блок вимірювання часу затримки має перший та другий тригери, першу та другу схеми збігу, перший та другий лічильники, блок ділення та генератор тактових імпульсів, вихід якого підключений до других входів першої та другої схем збігу, перші входи яких підключені відповідно до виходів першого та другого тригерів, перші входи яких об'єднані і є першим входом блоку вимірювання часу затримки, а другі входи є відповідно другим та третім входами блока вимірювання часу затримки, виходи схем збігу підключені до лічильних входів відповідно першого та другого лічильників, входи скидання яких об'єднані та підключені до виходу генератора, а виходи підключені відповідно до першого та другого входів блока ділення, вихід якого є виходом блоку вимірювання часу затримки.

На фіг. 1 показана блок-схема, яка ілюструє спосіб ультразвукового контролю, на фіг. 2 - структурна схема блока випромінювача-приймача, на фіг. 3 показана структурна схема блока вимірювання часу затримки, на фіг. 4 приведена графічна залежність хімічного складу газоподібних речовин від співвідношення показань лічильників в еталонному та контролюємому середовищах, на фіг. 5 показана аналогічна графічна залежність для рідинних речовин.

Вихід генератора 1 високої частоти підключений до входів блоків 2 та 3 випромінювачів-приймачів відповідно контролюємому та еталонного середовища та до входу блока 4 вимірювача затримки, другий та третій входи якого підключені відповідно до входів блоків 2 та 3 випромінювачів-приймачів, а вихід блока 4 підключений до індикатора 5.

Блок 2 випромінювач-приймач контролюємого середовища має послідовно з'єднані акустичний випромінювач 6 та приймач 7, які розділені контролюючим середовищем, підсилювач 8 та детектор 9. Вхід акустичного випромінювача 6 підключений до виходу генератора 1, а вихід детектора 9 підключений до другого входу блока 4 вимірювача затримки.

Блок 3 випромінювач-приймач еталонного середовища має аналогічний склад.

Блок 4 вимірювача затримки має перший 10 та другий 11 тригери, перші входи яких підключені до виходів блоків 2 та 3, а другі входи об'єднані між собою та підключені до виходу генератора 1, а ви-

ходи підключені до перших входів першої 12 та другої 13 схем збігу, другі входи яких об'єднані між собою та підключені до генератора 14 тактових імпульсів, а виходи підключені до лічильних входів першого 15 та другого 16 лічильників, входи скидання яких об'єднані та підключені до виходу генератора 1, а виходи підключені відповідно до першого та другого входів блока ділення 17, вихід якого підключений до індикатора 5.

Обґрунтування запропонованого способу ультразвукового контролю хімічного складу середовища та пристрою, який його реалізує, полягає в наступному.

Швидкості розповсюдження ультразвуку в газах, рідинах та твердих тілах визначаються відповідними залежностями [1]

$$\begin{aligned} V_z &= \sqrt{\chi R T^0} \\ V_{жс} &= \frac{1}{\sqrt{\mu \rho}} \\ V_m &= \sqrt{\frac{E}{\rho}} \end{aligned}$$

Де χ - показник адіабати, R - газова стала, T^0 - абсолютна температура в K° , μ - коефіцієнт стискування, ρ - щільність рідини та твердого матеріалу, E - модуль упругості. Усі вказані параметри залежать від хімічного складу середовища, при цьому швидкості розповсюдження явно чи неявно залежать від температури.

Вимірювання швидкості V проводиться таким чином. На означеній відстані L від акустичного випромінювача встановлюється акустичний приймач і за допомогою лічильника вимірюється час затримки t_3 прийнятого сигналу відносно випроміненого, який можливо визначити за формулою:

$$t_3 = \frac{L}{V} = n \cdot T$$

де n - число тактових імпульсів з періодом слідування T , яке записано в лічильнику після закінчення часу t_3 .

Тоді для контролюємого середовища:

$$\begin{aligned} \chi^R &= \frac{L^2}{n^2 \cdot T^2 \cdot T^0} \\ \mu \rho &= \frac{n^2 T^2}{L^2} \\ \frac{E}{\rho} &= \frac{L^2}{n^2 T^2} \end{aligned}$$

Відповідно для еталонного середовища:

$$\begin{aligned} \chi_{\text{э}}^R &= \frac{L^2}{n_{\text{э}}^2 \cdot T^2 \cdot T^0} \\ \mu_{\text{э}} \rho_{\text{э}} &= \frac{n_{\text{э}}^2 T^2}{L^2} \\ \frac{E_{\text{э}}}{\rho_{\text{э}}} &= \frac{L^2}{n_{\text{э}}^2 T^2} \end{aligned}$$

Взявши відношення однойменних параметрів, одержимо:

$$\begin{aligned} \frac{\chi^R}{\chi_{\text{э}}^R} &= \left(\frac{n_{\text{э}}}{n} \right)^2 \\ \frac{\mu \rho}{\mu_{\text{э}} \rho_{\text{э}}} &= \left(\frac{n}{n_{\text{э}}} \right)^2 \\ \frac{E \rho_{\text{э}}}{\rho E_{\text{э}}} &= \left(\frac{n_{\text{э}}}{n} \right)^2 \end{aligned}$$

Наприклад, якщо за еталонне середовище взяти повітря ($X_0R_0=401,8$), то:

$$\chi R = 401,8 \cdot \left(\frac{n_3}{n} \right)^2$$

На фіг. 4 приведена залежність χR (цей добуток однозначно визначає хімічний склад газу) від співвідношення вмісту n лічильника 15 для еталонного середовища до вмісту n_3 лічильника 16 для контролюемого середовища.

На фіг. 5 показана залежність добутку μp (цей добуток визначає хімічний склад рідини) від співвідношення вмісту n лічильника 15 для контролюемого середовища до вмісту n_3 лічильника 16 для еталонного середовища при умові, що за еталонну рідину взяли гліцерин $\mu_{p0}=0,2772$ і тоді можна одержати:

$$\mu p = 0,2772 \cdot \left(\frac{n}{n_3} \right)^2$$

На фіг. 4 та 5 видно, як чітко визначається хімічний склад газу та рідини в залежності від співвідношень показань лічильників.

За допомогою тестових випробувань індикатор 5 можна проградувати таким чином, щоб його показання відображали кількість основної контролюємої компоненти хімічного складу навколишнього середовища (контролюемого середовища).

Для виключення температурної залежності використовується принцип порівняння при вимірюванні, для чого зондуєчий акустичний сигнал пропускається через еталонне середовище в замкнутому просторі, при цьому забезпечується однаковість температури в еталонному та контролюемому середовищах. Відстань між випромінювачем та приймачем в цих двох середовищах однакова.

Суть пропонуемого способу та пристрою, який його реалізує, поясняється на фіг. 1.

Генератор 1 виробляє імпульс високочастотних коливань, який одночасно надходить до блока 2 випромінювача-приймача контролюемого середовища та до блока 3 випромінювача-приймача еталонного середовища, де збуджує зондуєчі акустичні сигнали. Одночасно імпульс генератора 1 надходить до блока 4 вимірювання затримки, де формує передній фронт прямокутних імпульсів, за допомогою яких проводиться вимірювання затримки акустичних сигналів, затримані в контролюемому та еталонному середовищах акустичні сигнали надходять з блоків 2 та 3 до блока 4, де формують задній фронт відповідних прямокутних імпульсів, визначаючи їх закінчення.

Блок 4 вимірювання затримки вимірює тривалість відповідних прямокутних імпульсів шляхом рахування тактових імпульсів тактового генератора, які надходять до лічильників за час дії прямокутних імпульсів.

Відношення вмісту відповідних лічильників, яке; формується в блоці 4, виводиться на індикатор 5.

На фіг. 2 показана можлива реалізація блоків 2 або 3 випромінювача-приймача. Імпульс з генератора 1 надходить до входу акустичного випромінювача 6, збуджуючи в ньому зондуєчий акустичний сигнал, який проходячи, відповідне середови-

ще, що умовно означене прямокутником, приймається приймачем 7, підсилюється підсилювачем 8 та детектується детектором 9 і надходить до першого входу блока 4 вимірювача затримки.

На фіг. 3 показана можлива реалізація блока 4 вимірювання затримки. Імпульс з генератора 1, який формується в момент запуску процесу вимірювань, надходить на другі входи першого 10 та другого 11 тригерів, які переключаються в стан, що відкриває першу 12 та другу 13 схему збігу за їх першими входами, на другі входи яких надходять тактові імпульси з генератора 14. Крім того, імпульс генератора 1 надходить на входи скидання першого 15 та другого 16 лічильників. В лічильниках накопичуються відповідні числа тактових імпульсів, які надходять на їх лічильні входи з виходів схем збігу 12 та 13. При надходженні сигналу з виходу детектора 9 блока 2 на перший вхід першого тригера 10, останній переключається та закриває схему 12 збігу. При цьому в лічильнику 15 буде записано число n , яке пропорційне часу затримки акустичного сигналу після його проходження контролюемого середовища.

При проходженні сигналу з виходу детектора 9 блока 3 на перший вхід тригера 11, останній переключається та закриває схему 13 збігу. При цьому в лічильнику 16 буде записано число n_3 , яке пропорційне часу затримки акустичного сигналу в еталонному середовищі. Показання лічильників, діляться в блоці 17 ділення, а одержане відношення виводиться на індикатор 5.

Таким чином, наявність еталонного середовища дозволяє підвищити точність вимірювання за рахунок виключення температурної нестабільності, а також за рахунок виключення процесу вимірювання температури, що вносить додаткові похибки.

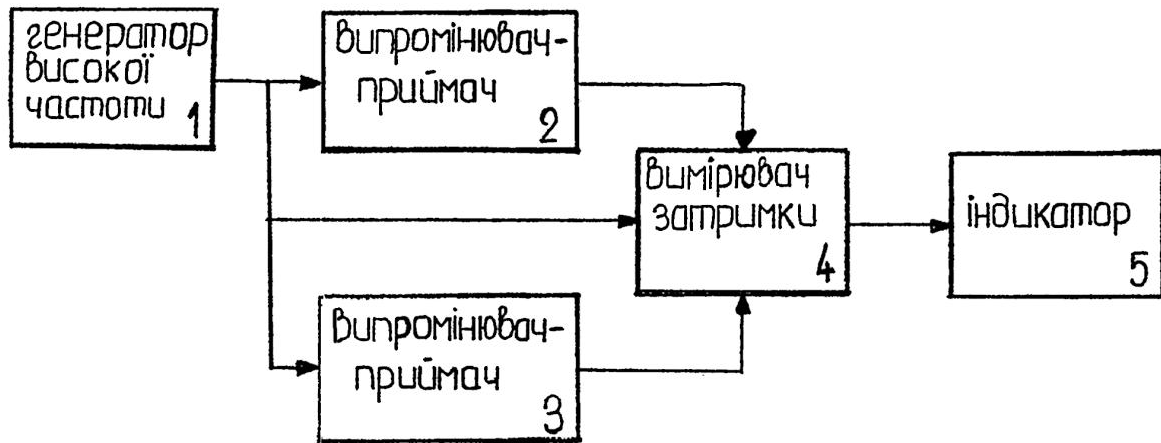
Відповідний вибір еталонного середовища дозволяє підвищити розрізняльну здатність ультразвукового контролю особливо в тих випадках, коли очікуваний хімічний склад контролюемого середовища відомий і необхідно оцінити кількісні показники основних компонент. Наприклад в шахтах та рудниках під час контролю навколишнього середовища основні компоненти вважаються відомими - повітря та метан і основною задачею в процесі контролю є кількісне визначення наявності метану.

Аналогічно може бути розв'язана задача контролю пожежної безпеки в важкодоступних місцях (авіамотори, об'єкти підвищеної пожежної безпеки) за допомогою кількісного визначення вуглекислого газу (диму) в контролюемому середовищі.

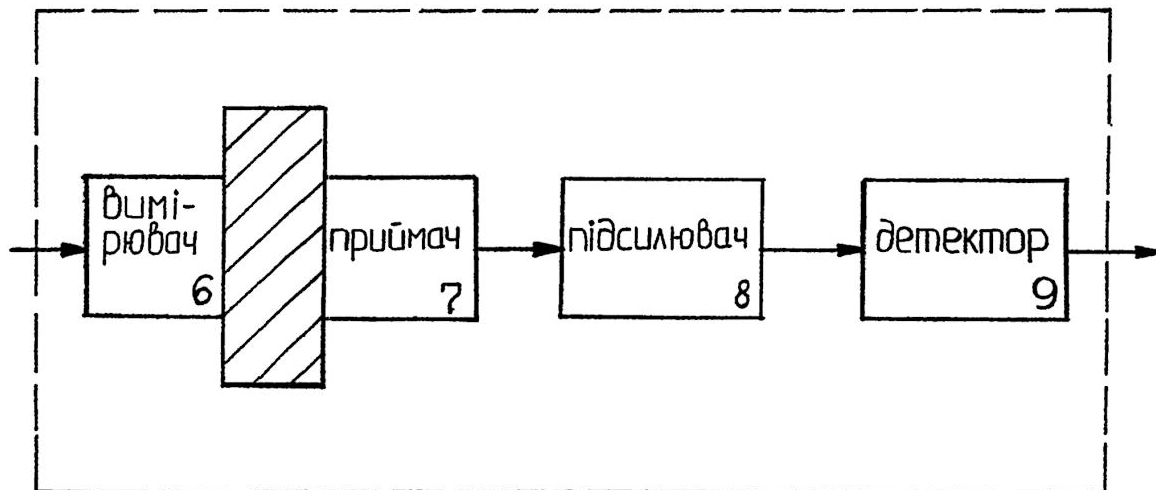
Якщо процес вимірювання періодично повторювати, то індикатор покаже динамічну зміну хімічного складу контролюемого середовища (характер похідної) і при необхідності може сигналізувати про небезпеку перевищення будь-якої компоненти допустимої норми.

Джерела інформації.

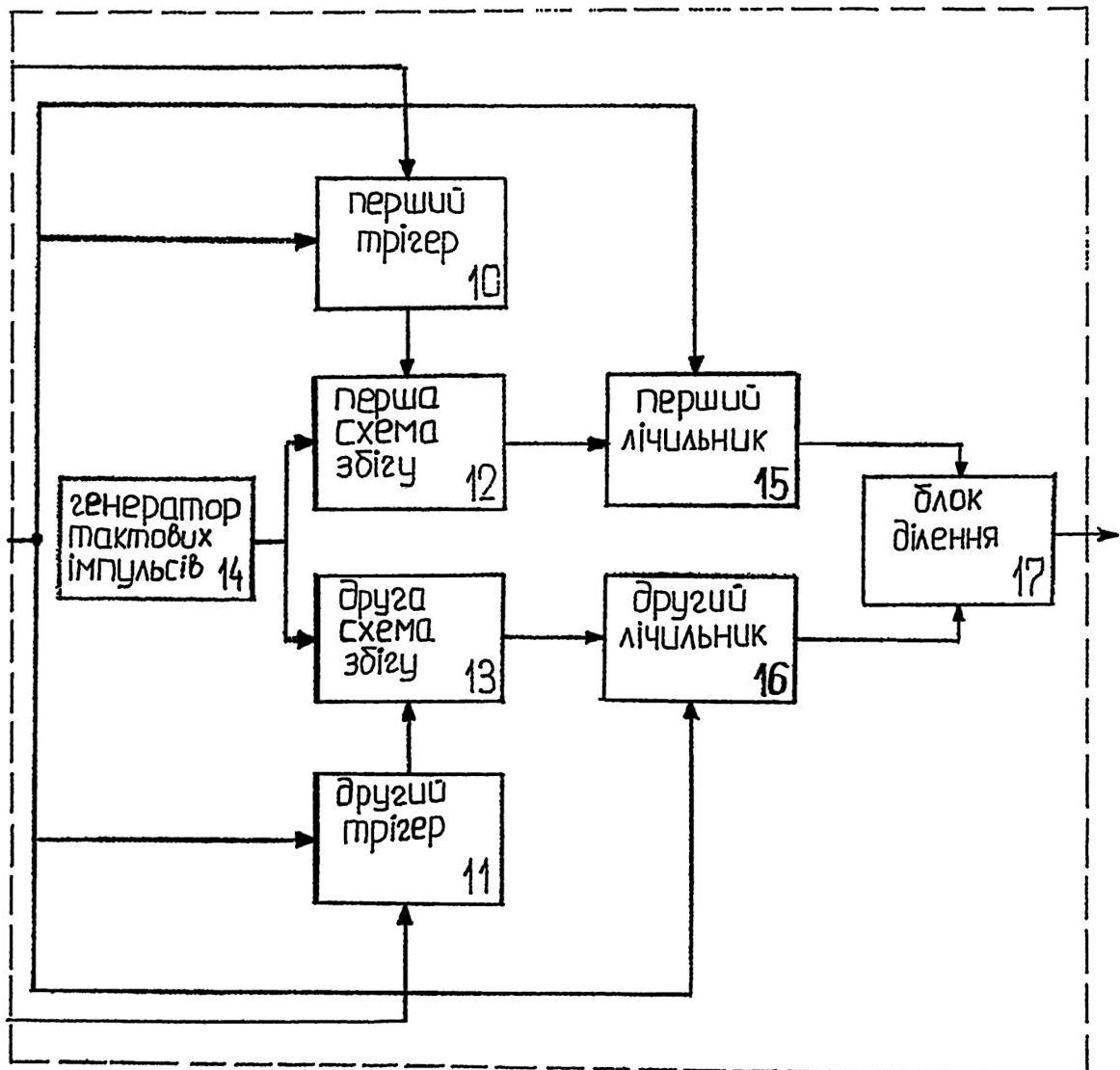
1. Кухлінг Х. Справочник по физике. - М.: "Мир", 1982 - 518 с.
2. Авторське свідоцтво СРСР № 1682915 кл. 5G01 № 29/18.
3. Авторське свідоцтво СРСР № 1668936 кл. 5G01 № 29/18.



Фіг. 1



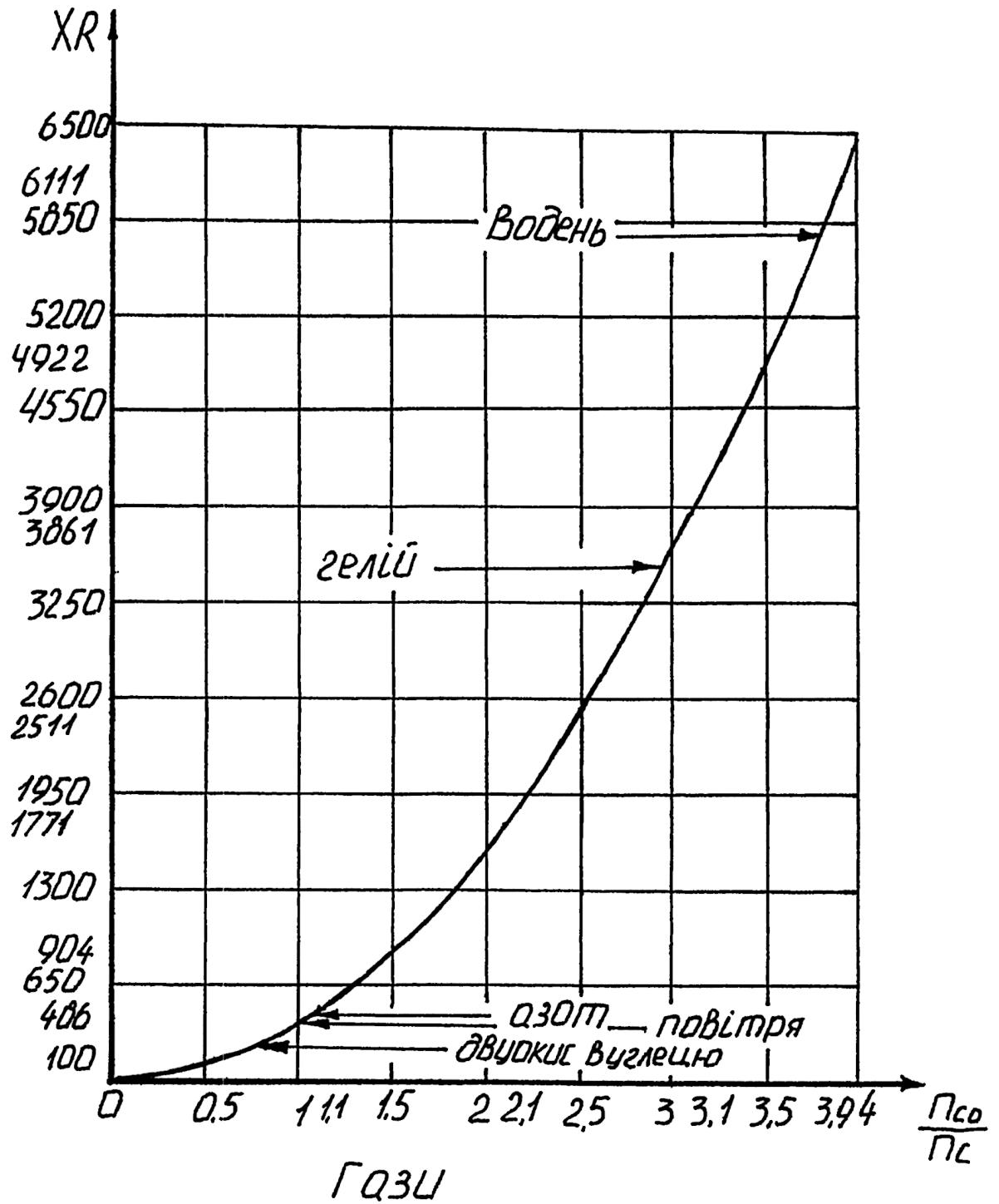
Фіг. 2



Фіг. 3

повітря

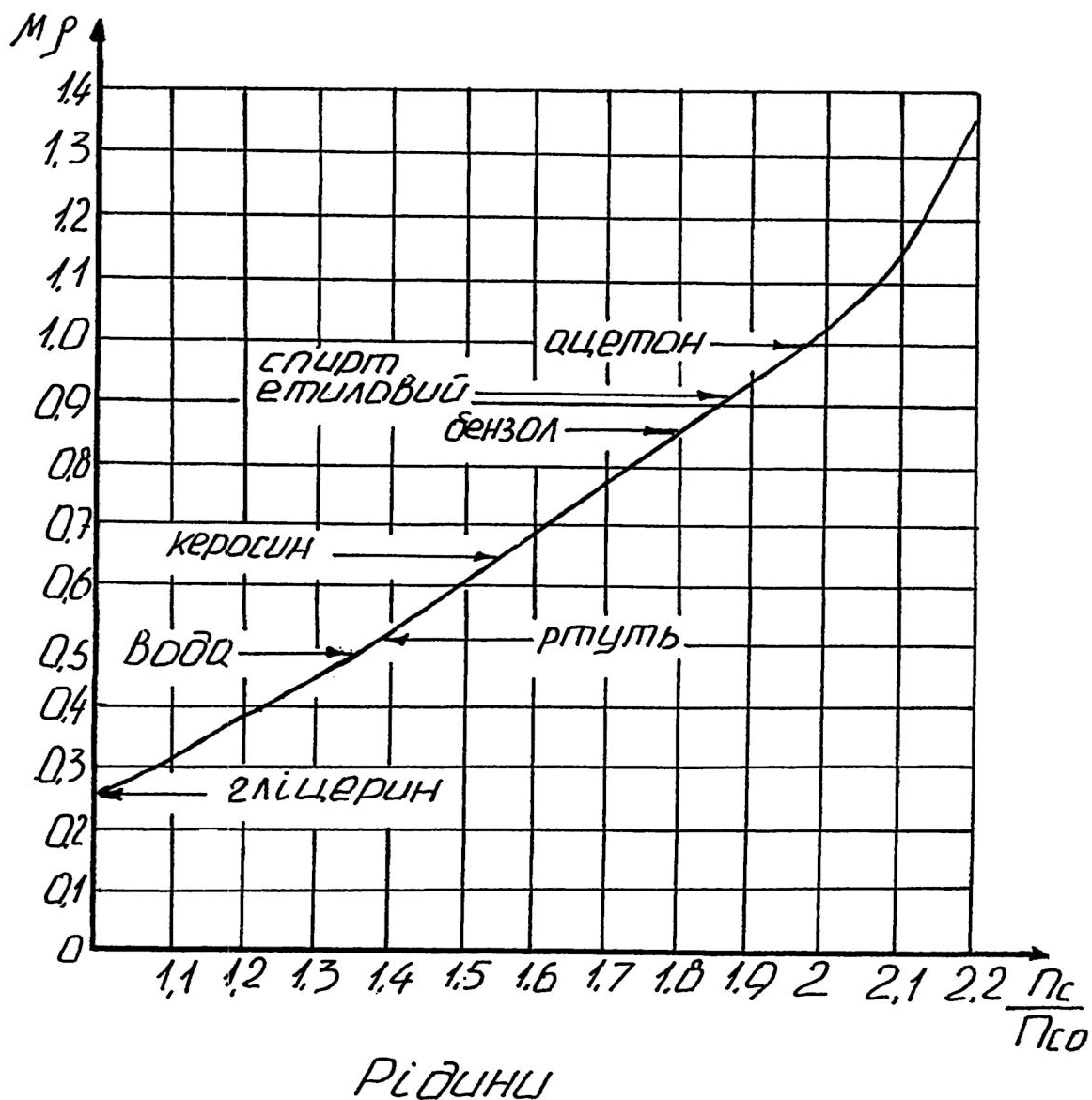
$$XR = 401,8 \cdot \left(\frac{P_{CO}}{P_C} \right)^2$$



Фиг. 4

ГЛІЦЕРИН

$$\mu p = 0,2772 \cdot \left(\frac{\rho_c}{\rho_{co}} \right)^2$$



Фіг.5

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22