



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37159 (13) A

(51) 6 G01N29/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА

(21) 2000031750

(22) 28.03.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Соченко Петро Степанович, Зеленков Олександр Аврамович, Пазюк Олексій Вячеславович

(73) Київський міжнародний університет цивільної авіації (КМУЦА)

(57) Пристрій для ультразвукового контролю хімічного складу навколишнього середовища, який містить послідовно з'єднані генератор та перший акустичний випромінювач, перший акустичний приймач, перший підсилювач та перший детектор, другий акустичний випромінювач, другий акустичний приймач, з яким послідовно з'єднані другий підсилювач, другий детектор і блок вимірювання часу затримки, при цьому вхід другого акустичного випромінювача підключений до виходу генератора та до першого входу блока вимірювання часу затримки, вихід другого 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 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 **відрізняється** тим, що він додатково містить квадратор, другий блок ділення та блок завдання константи, при цьому вихід другого лічильника з'єднаний із входом квадатора, вихід якого підключений до першого входу другого блока ділення, до другого входу якого підключений вихід блока завдання констант, вихід другого блока ділення є другим виходом блока вимірювання часу затримки і підключений до другого входу індикатора.

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. Основний недолік способу полягає в тому, що він не враховує вплив температури на швидкість ультразвуку в контрольованих середовищах.

Відомі [2] спосіб ультразвукового контролю хімічного складу навколишнього середовища шляхом вимірювання часу затримки розповсюдження ультразвуку в еталонному і контрольованому середовищах та їх порівняння. Пристрій для його реалізації містить генератор високої частоти, ви-

промінювачі – приймачі, відповідно, контрольованого та еталонного середовищ, блок вимірювання часу затримки та індикатор. Основний недолік пристрою полягає в тому, що він не вимірює температуру навколишнього середовища.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення пристрою, який реалізує спосіб ультразвукового контролю хімічного складу середовища, шляхом введення додаткових блоків, що дозволяє вимірювати температуру навколишнього середовища без введення спеціального датчика, який вносить додаткову похибку до процесу вимірювання.

Поставлена задача розв'язується таким чином: до пристрою ультразвукового контролю хімічного складу середовища, який має послідовно з'єднані генератор та перший акустичний випромінювач, перший акустичний приймач, перший підсилювач та перший детектор, другий акустичний випромінювач, другий акустичний приймач, з яким

(13) A

(11) 37159

(19) UA

послідовно з'єднані другий підсилювач, другий детектор і блок вимірювання часу затримки, при цьому вхід другого акустичного випромінювача підключений до виходу генератора та до першого входу блока вимірювання часу затримки, вихід другого 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, вихід 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, відповідно, до виходу додатково введені квадранти, другий блок ділення та блок завдання константи, при цьому вихід другого лічильника з'єднаний із входом квадратора, вихід якого підключений до першого входу другого блока ділення, до другого входу якого підключений вихід блока завдання константи, вихід другого блока ділення є другим виходом блока вимірювання часу затримки і підключений до другого входу індикатора.

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 затримки, на фіг. 4 приведено графік залежності температури від показання лічильника.

На фіг. 1 показано блок-схему пристрою, який реалізує спосіб ультразвукового контролю хімічного складу навколишнього середовища. Вихід генератора 1 високої частоти підключений до входів блоків 2 та 3 випромінювачів-приймачів, відповідно, контрольованого та еталонного середовищ та до входу блока 4 вимірювача затримки, другий та третій входи якого підключені, відповідно, до входів блоків 2 та 3 випромінювачів-приймачів, а перший та другий виходи блока 4 підключені, відповідно, до першого та другого входів індикатора 5.

На фіг. 2 показано блок-схему вимірювача-приймача. Блок 2 випромінювач-приймач контрольованого середовища має послідовно з'єднані акустичний випромінювач 6 та приймач 7, які розділені контрольованим 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 часу затримки.

Блок 3 випромінювача-приймача 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 виходи 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 першого блока ділення 17, вихід якого підключений до першого входу індикатора 5, вихід другого 16 лічильника з'єднаний з входом квадратора 18, вихід якого підключений до першого входу другого блока ділення 19, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока завдання константи 20, а вихід підключений до другого входу індикатора 5.

Обґрунтування способу ультразвукового контролю хімічного складу середовища полягає в наступному.

Швидкість розповсюдження ультразвуку в газах, рідинах та твердих тілах визначається відповідними залежностями [1]:

$$V_z = \sqrt{\chi R T^0}$$

$$V_{ж} = \frac{1}{\sqrt{\mu \rho}}$$

$$V_T = \sqrt{\frac{E}{\rho}},$$

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

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

$$t_3 = \frac{L}{V} = nT,$$

де n - число тактових імпульсів з періодом повторення T , яке буде записане в лічильнику після закінчення часу t_3 .

Тоді для контрольованого середовища:

$$\chi R = \frac{L^2}{n^2 T^2 T^0}$$

$$\mu \rho = \frac{n^2 T^2}{L^2}$$

$$\frac{E}{\rho} = \frac{L^2}{n^2 T^2}.$$

Відповідно для еталонного середовища:

$$\chi_e R_e = \frac{L^2}{n_e^2 T^2 T^0}$$

$$\mu_e \rho_e = \frac{n_e^2 T^2}{L^2}$$

$$\frac{E_e}{\rho_e} = \frac{L^2}{n_e^2 T^2}.$$

Відношення однойменних параметрів дає:

$$\chi R = \chi_e R_e \left(\frac{n_e}{n} \right)^2$$

$$\mu \rho = \mu_e \rho_e \left(\frac{n_e}{n} \right)^2$$

$$\frac{E}{\rho} = \frac{E_e}{\rho_e} \left(\frac{n_e}{n} \right)^2.$$

За допомогою тестових випробувань індикатор 5 можна проградувати так, що його показання будуть відображати кількість основної контрольованої компоненти хімічного складу навколишнього середовища. Для вилучення 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 контрольованому середовищах. Відстань L між випромінювачем та приймачем для двох середовищ однакова.

Обґрунтування запропонованого пристрою вимірювання температури полягає в наступному.

Швидкість розповсюдження ультразвуку в еталонному середовищі визначається як [1]:

$$V = \sqrt{\chi R T^0}$$

де χ - показник адіабати, R - газова стала еталонного газового середовища, T^0 - абсолютна температура в K^0 .

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

$$t_z = \frac{L}{V} = nT$$

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

Тоді можна записати

$$V = \frac{L}{nT},$$

$$\frac{L}{nT} = \sqrt{\chi_e R_e T^0},$$

звідки

$$T^0 = \frac{L^2}{\chi_e R_e T^2 n_e^2} = \frac{K}{n_e^2},$$

де $K = \frac{L^2}{\chi_e R_e T^2}$ - константа, яка визначається кон-

структивними особливостями L , T пристрою та показниками χ_e , R_e хімічного складу еталонного газового середовища.

На фіг. 3 показана можлива реалізація блока 4 вимірювання затримки та температури навколишнього середовища. 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 записане число n , яке пропорційне часу затримки акустичного сигналу після його проходження контрольованого середовища.

При проходженні сигналу з виходу детектора 9 блока 3 на перший вхід тригера II, останній переключається та закриває схему 13 збігу. При цьому в лічильнику 16 буде записано число n_e , яке пропорційне часу затримки акустичного сигналу в еталонному середовищі. Показання лічильників, діляться в блоці 17 ділення, а одержане відношення виводиться на індикатор 5. Крім того, число імпульсів через квадратор 18 надходить до першого входу другого блоку ділення 19, на другий вхід якого подається значення константи K з блоку завантаження константи 20. Таким чином, на виході другого блоку ділення 19 одержується значення вимірюваної температури T^0 , яке надходить до індикатора 5.

На фіг. 4 показано графік $T^0 = f(K, n_e)$ залежності температури T^0 від значення n_e в лічильнику

для еталонного середовища (гелія), $T^0 = \frac{K}{n^2} - 273$;

$$K = \frac{L^2}{T^2 \chi_e R_e}; \quad \chi_e R_e = 3449,48(\text{гелій}); \quad L = 0,5; \quad T = 3,9 \cdot 10^{-6}.$$

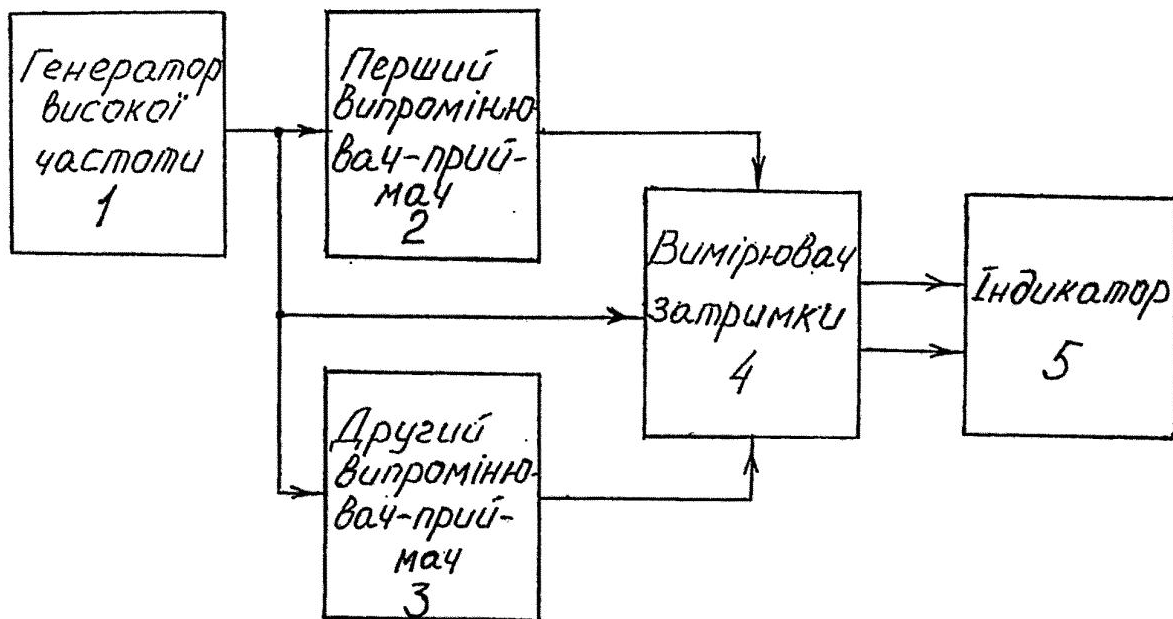
Даний пристрій може знайти найбільш широке застосування там, де потрібно одночасно визначити хімічний склад та температуру навколишнього середовища, наприклад, в системах пожежної сигналізації літаків.

Якщо процес вимірювання періодично повторювати, то індикатор покаже динамічну зміну хімічного складу та температури контрольованого середовища (характер похідної) і при необхідності

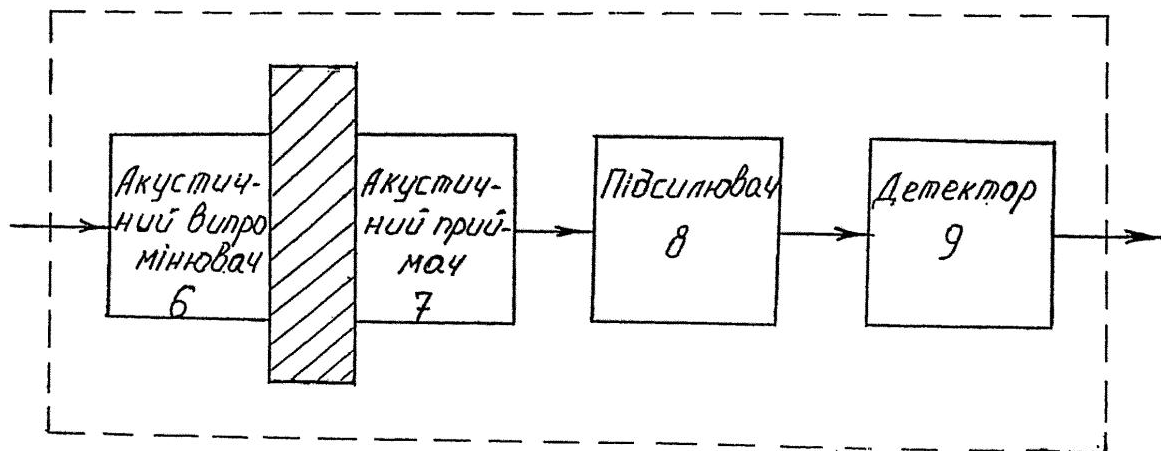
може сигналізувати про небезпеку перевищення будь-якої компоненти допустимої норми.

1. Кухлинг Х. Справочник по физике, М.: Мир, 1982, 518 с.
2. Заявка № 99042259. Рішення про видачу патенту 06.12.99 р.

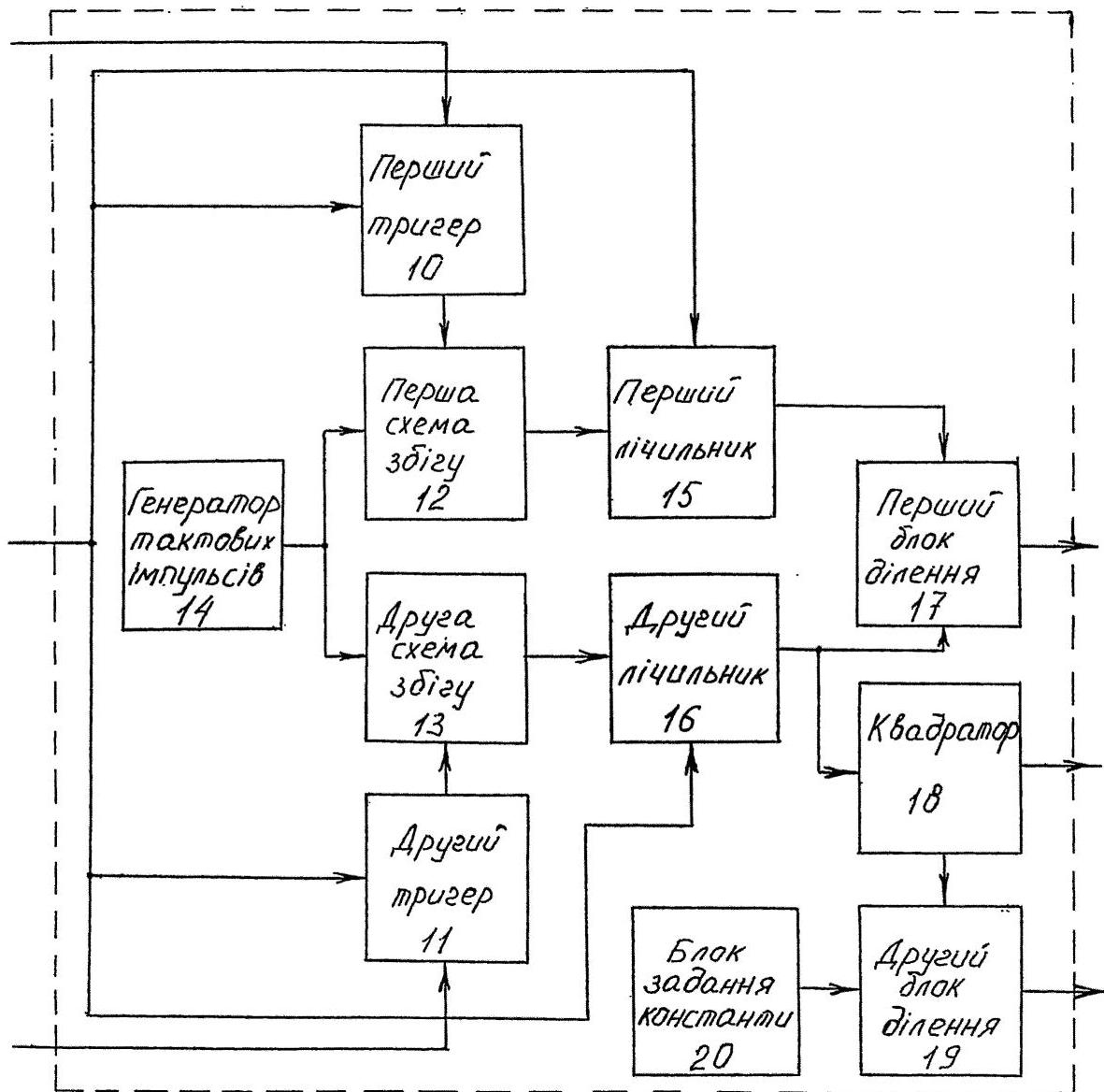
Джерела інформації:



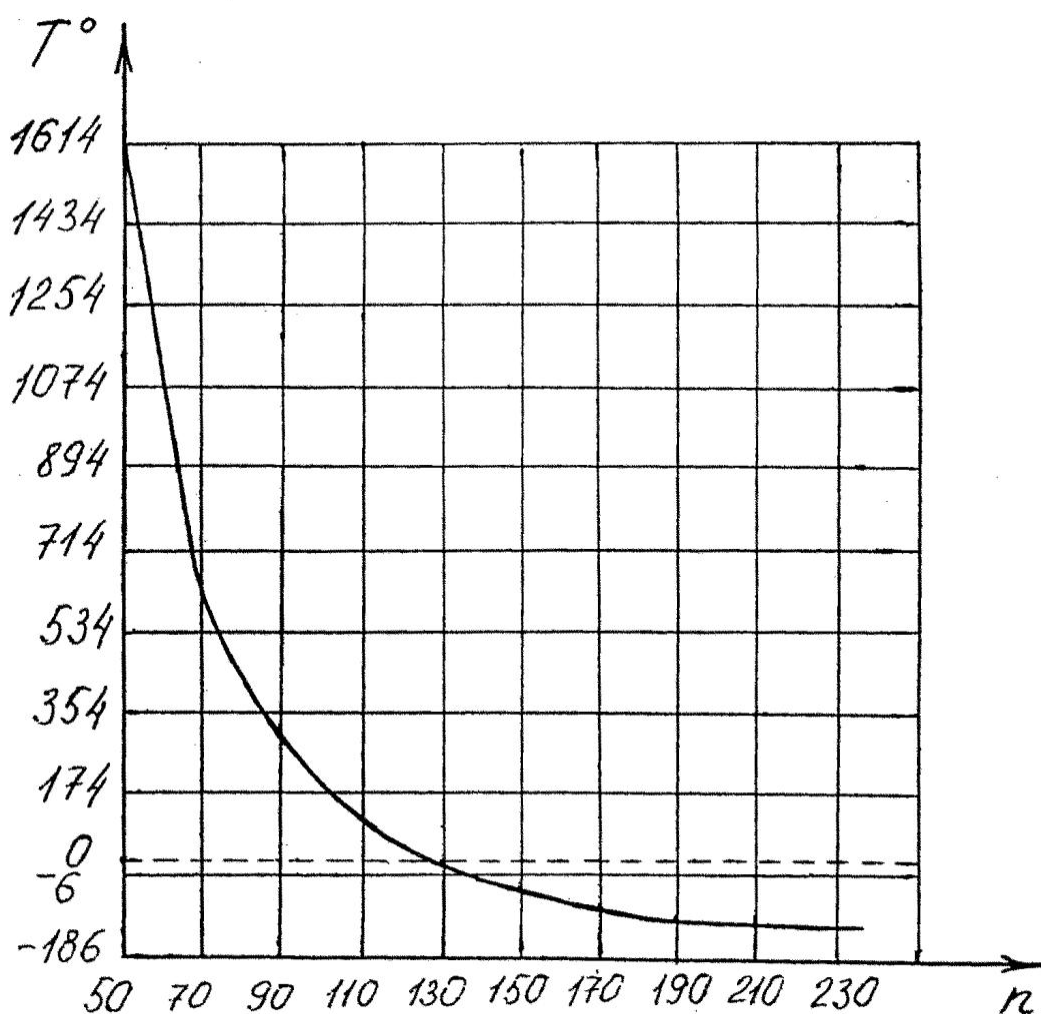
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

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