



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105734** (13) **C2**
(51) МПК

G01N 25/16 (2006.01)

G01N 25/48 (2006.01)

G01B 5/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

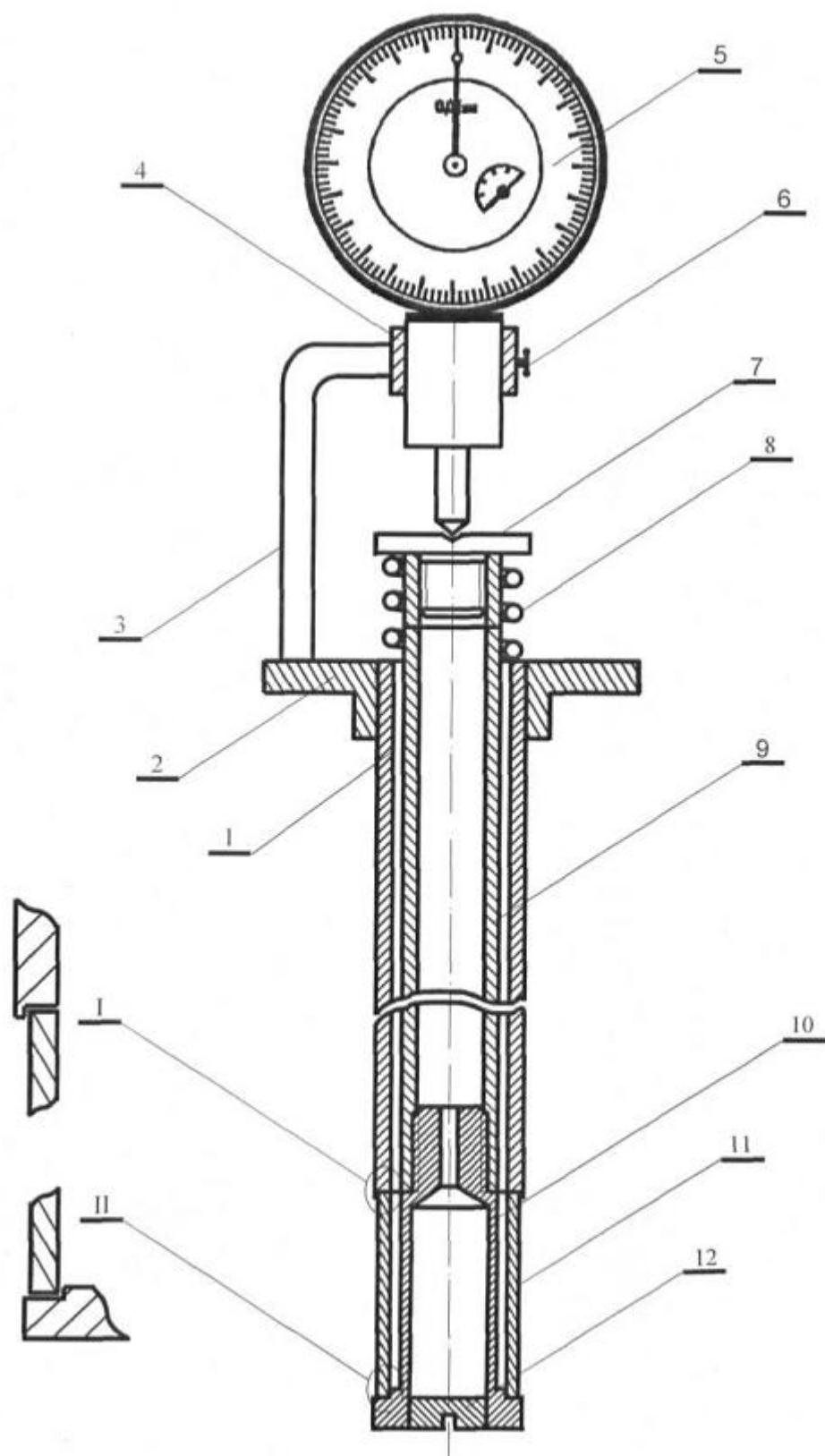
(21) Номер заявки:	а 2013 08274	(72) Винахідник(и):	Міщенко Валерій Григорович (UA), Пейчев Георгій Іванович (UA), Милосердов Олександр Борисович (UA), Панченко Олександр Іванович (UA), Лютій Олександр Павлович (UA), Федосенко Дар'я Миколаївна (UA)
(22) Дата подання заявки:	01.07.2013	(73) Власник(и):	ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ" МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ, вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, 69600 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.06.2014	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 94867 C2; 10.06.2011 UA 28305 A; 16.10.2000 SU 1049793 A; 23.10.1983 SU 735978 A1; 25.05.1980 SU 1073661 A; 15.02.1984 US 20120275486 A1; 01.11.2012 DE 3714988 A1; 17.11.1988 EP 0028972 A1; 20.05.1981
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.01.2014, Бюл.№ 1		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.06.2014, Бюл.№ 11		

(54) ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ ДИЛАТОМЕТР

(57) Реферат:

Винахід належить до вимірювальної техніки, а саме до приладів, які призначені для вимірювання зміни лінійних розмірів зразків залежно від збільшення або зменшення температури. Диференційний дилатометр складається із фланця, кронштейна, втулки, гвинта, стискаючої пружини та індикаторного годинника, причому фланець жорстко з'єднаний із зовнішнім штовхачем та кронштейном, що має втулку з гвинтом для закріплення індикаторного годинника, двох штовхачів, які розміщені один в одному, виконані у вигляді пустотілих циліндрів, один із яких контактує з досліджуваним тонкостінним циліндричним зразком, а інший - з еталоном, причому внутрішній штовхач має різьбу для з'єднання зі змінним еталоном, що виконаний у вигляді гвинта, а досліджуваний зразок насаджений на еталон та притиснутий до нього зовнішнім штовхачем. Винахід характеризується тим, що еталон виконаний пустотілим з отвором для виходу повітря та буртиком для фіксації зразка, зовнішній штовхач виконаний з кільцевим уступом і має зовнішній діаметр, більший, ніж у зразка, додатково містить заглушку для еталона та різьбову пробку, яка з'єднана з внутрішнім штовхачем. Винахід забезпечує надійне герметичне закріплення зразка та підвищує точність вимірювань.

UA 105734 C2



Фиг. 1

Винахід належить до вимірювальної техніки, а саме до приладів, які призначені для вимірювання зміни лінійних розмірів зразків залежно від збільшення або зменшення температури, для визначення товщини дифузійного шару сталей і сплавів та концентрації в ньому насичуваного елемента (вуглець, азот тощо) при його дифузії в приповерхневий шар, а також керування процесом дифузійного насичення. Галузі використання: авіабудування, суднобудування, машинобудування, металургія та ін.

Відомий диференційний дилатометр (Patent United States 3898836. Differential dilatometer; / Goldstein Herbert, Theta Industries, Inc. (Port Washington, NY) - Int. C1. G01N25/16; filing date 08.04.1974; publication date 12.08.1975, 8 с.), призначений для одночасного вимірювання лінійних розмірів двох різних досліджуваних зразків, один із яких може бути еталоном. Дилатометр містить трансформатор, який складається з котушки та сердеччини; двох штовхачів і мікрометра. Один із зразків знаходиться в контакті з першим штовхачем, який переміщує сердечнину трансформатора, а інший досліджуваний зразок знаходиться в контакті з другим штовхачем, який переміщує котушку трансформатора. Мікрометр використовують як регулювальний гвинт для електричного занулення. Зміну лінійних розмірів обох дослідних зразків вимірюють одночасно. Зразки з'єднані зі штовхачами так, щоб вони були розташовані симетрично по відношенню до стінки печі, в якій розміщують дилатометр.

Недоліками цього дилатометра є: використання трансформатора для вимірювання різниці лінійних розмірів зразка та еталона в процесі нагрівання або охолодження, а також неможливість відокремлення зміни лінійних розмірів зразка під впливом зміни температури, від зміни, яка обумовлена ступенем дифузійного насичення.

Спільними з рішеннями, що заявляються, ознаками є: використання двох штовхачів, один із яких контактує із досліджуваним зразком, а інший - з еталоном, а також наявність механізму вимірювання змін лінійних розмірів зразка.

Найбільш близький до винаходу є диференційний дилатометр (Пат. 94867 України, МПК G01N25/16, G01N25/48, G01B5/02, G01B7/16. Диференційний дилатометр / Міщенко В.Г. та ін.; заявник та патентовласник Запорізький національний університет. - № а 2010 07916; заявл. 24.06.2010; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 11. - 10 с.), який призначений для вимірювання зміни лінійних розмірів зразка в процесі нагрівання або охолодження, дослідження фазових переходів, а також визначення товщини насиченого шару та концентрації в ньому насичуваного елемента безпосередньо в процесі хіміко-термічного оброблення. Дилатометр складається із зовнішнього штовхача, який закріплений у фланці; кронштейна, що з'єднує фланець із втулкою, в яку за допомогою гвинта закріплений індикаторний годинник; пластины для вимірювання, що фіксує стискаючу пружину; внутрішнього штовхача; змінного еталона, який з'єднаний із внутрішнім штовхачем за допомогою внутрішнього різьбового з'єднання; зразка, який насаджений на еталон та притиснутий до нього зовнішнім штовхачем за допомогою пружини.

Недоліками цього дилатометра є: різниця мас еталона та циліндричного тонкостінного зразка, яка обумовлює відставання зміни температури еталона в порівнянні з температурою зразка при нагріванні до температури термічного та хіміко-термічного оброблення, а також відсутність надійного герметичного закріплення зразка. Вказані фактори призводять до зниження точності вимірювань зміни лінійних розмірів зразка відносно еталона в процесах знеуглецювання при термічному та хіміко-термічному обробленні. Різниця мас еталона та зразка вносить похибку вимірювань також при визначенні коефіцієнта термічного розширення і дослідженні фазових перетворень сталей та сплавів.

Ознаками, спільними з рішенням, що заявляється, є: наявність фланця, кронштейна, втулки, гвинта, стискаючої пружини та індикаторного годинника, причому фланець жорстко з'єднаний із зовнішнім штовхачем та кронштейном, що має втулку з гвинтом для закріплення індикаторного годинника; двох штовхачів, які розміщені один в одному, виконані у вигляді пустотілих циліндрів, один із яких контактує з досліджуваним тонкостінним циліндричним зразком, а інший - з еталоном, і виготовлені з матеріалу, в якому в інтервалі робочих температур не відбуваються фазові перетворення, причому внутрішній штовхач має різьбу для з'єднання зі змінним еталоном, що виконаний у вигляді гвинта, а досліджуваний зразок насаджений на еталон та притиснутий до нього зовнішнім штовхачем.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення диференційного дилатометра шляхом використання пустотілого еталона; зразка, центрованого відносно вертикальної осі, що герметично з'єднаний із зовнішнім штовхачем та еталоном; заглушки та різьбової пробки, що дозволяє підвищити точність визначення товщини дифузійного шару та концентрації в ньому насичуваного елемента, а відповідно прогнозування і регулювання процесу термічного та хіміко-термічного оброблення сталей та сплавів.

Суттєвими ознаками дилатометра є наявність:

- осесиметрично розміщених один в одному пустотілих циліндричних зовнішнього та внутрішнього штовхачів, виготовлених із матеріалу, в якому в широкому інтервалі температур не відбуваються фазові перетворення, причому зовнішній штовхач має більший зовнішній діаметр, ніж у зразка, а також кільцевий уступ, що забезпечує герметичність фіксації зразка;

5 - пустотілого еталона, що виконаний у формі гвинта з буртиком для встановлення зразка та отвором для виходу повітря;

- індикаторного годинника;

- кронштейна, що має втулку з гвинтом для закріплення індикаторного годинника;

- фланця, який жорстко з'єднаний із зовнішнім штовхачем та кронштейном;

10 - різьбової пробки та стискаючої пружини, що регулюють герметичність фіксації зразка;

- заглушки, яка перешкоджає насиченню внутрішньої поверхні еталона.

Відмінними від прототипу ознаками технічного рішення є те, що: еталон виконаний пустотілим з отвором для виходу повітря та буртиком для фіксації зразка, зовнішній штовхач виконаний з кільцевим уступом і має зовнішній діаметр більший, ніж у зразка, та додатково виведені заглушка для еталона і різьбова пробка, яка з'єднана зі внутрішнім штовхачем.

15 На фіг. 1 зображений диференційний дилатометр.

Дилатометр містить: зовнішній штовхач 1, фланець 2, кронштейн 3, втулку 4, індикаторний годинник 5, гвинт 6, різьбову пробку 7, стискаючу пружину 8, внутрішній штовхач 9, пустотілий еталон 10, циліндричний тонкостінний зразок 11, заглушку 12.

20 Зовнішній штовхач 1 закріплений у фланці 2; кронштейн 3 з'єднує фланець 2 із втулкою 4, в якій за допомогою гвинта 6 закріплений індикаторний годинник 5; різьбова пробка 7 фіксує стискаючу пружину 8; внутрішній штовхач 9 за допомогою внутрішньої різьби з'єднаний із змінним пустотілим еталоні 10, що має отвір для виходу повітря, буртик для встановлення зразка 11 та заглушку 12; циліндричний тонкостінний зразок 11 насаджений на еталон 10 та притиснутий до нього за допомогою пружини 8 зовнішнім штовхачем 1, що має кільцевий уступ для додаткової фіксації зразка 11.

Дилатометр працює таким чином.

Дилатометр установлюють вертикально в отвір печі для зразків-свідків разом з азбестовою прокладкою, для того, щоб температура верхньої частини штовхачів дилатометра не піднімалася вище 30-40 °C.

30 При дослідженні зміни лінійних розмірів зразка із сталей та сплавів у процесі нагрівання або охолодження, а також фазових переходів, тонкостінний циліндричний зразок 11 насаджують на пустотілий еталон 10, що має буртик для його встановлення. Штовхачі 1 і 9 виготовляють з матеріалу, в якому в широкому інтервалі температур відсутні фазові перетворення, що забезпечує синхронну зміну розмірів штовхачів при зміні температури. За допомогою індикаторного годинника 5 вимірюють різницю величини лінійних розмірів пустотілого еталона 10 і зразка 11 у процесі дифузійного насичення; знаходять величину зміни лінійних розмірів зразка 11 за відомою залежністю лінійних розмірів пустотілого еталона 10 від температури в процесі нагрівання або охолодження при дослідженні фазових перетворень та коефіцієнта термічного розширення, при цьому для запобігання окисненню зразка при високих температурах навколо нього створюють інертну атмосферу або вакуум.

Наявність порожнини всередині еталона 10 дозволяє суттєво змінити його масу, що обумовлює практично однакову швидкість як нагрівання, так і охолодження еталона 10 та зразка 11; таким чином, це технічне рішення підвищує точність фіксації можливих процесів окиснення або зневуглюцювання, а також початок процесу дифузійного насичення. Отвір в еталоні 10 забезпечує вихід повітря, що попереджує його жолоблення, а заглушка 12 перешкоджає насиченню внутрішньої поверхні еталона 10. Досягнення високої точності вимірювання забезпечується шляхом центрування відносно спільної осі зовнішнього 1, внутрішнього 9 штовхачів та зразка 11, а також надійної герметичної фіксації зразка 11 за рахунок наявності буртика в основі пустотілого еталона 10 та кільцевого уступу в зовнішньому штовхачеві 1. Забезпечення надійної фіксації зразка 11 знижує натікання газів через зазор між зовнішнім 1 та внутрішнім 9 штовхачами. Використання в конструкції дилатометра різьбової пробки 7, яка з'єднана з внутрішнім штовхачем 9, вдосконалює механізм вимірювання зміни лінійних розмірів зразка 11 та еталона 10 за рахунок можливості забезпечення герметичності встановлення зразка 11 між еталоні 10 і зовнішнім штовхачем 1 шляхом стиснення пружини 8. За допомогою індикаторного годинника 5 вимірюють зміну лінійних розмірів зразка для визначення товщини дифузійного шару та концентрації в ньому насичуваного елемента (вуглецю, азоту тощо).

60 При вимірюванні зміни лінійних розмірів зразка в процесі нагрівання або охолодження та дослідженні фазових переходів використовують пустотілий еталон з відомою залежністю

коефіцієнта термічного розширення від температури, а в процесі дифузійного насичення використовують пустотілий еталон, вкритий захисним шаром, наприклад, шаром нікелю, та виготовлений із того ж матеріалу, що і досліджуваний зразок та деталі.

5 Диференційний дилатометр також дозволяє реєструвати припинення насичення поверхневого шару зразка при незмінних з часом показниках індикаторного годинника.

Приклад конкретного виконання.

Габарити дилатометра 60×60×980 мм, інтервал робочих температур від -196 °С до 1200 °С, маса - 2 кг.

10 Зовнішній та внутрішній штовхачі диференційного дилатометра виготовляли зі сталі аустенітного класу 12X18H10T. Внутрішній штовхач осесиметрично розміщений у зовнішньому штовхачеві, що закріплений у сталевому фланці. Зовнішній штовхач має такі розміри: зовнішній діаметр - 16 мм, товщина стінки - 1,5 мм, довжина - 750 мм; внутрішній штовхач відповідно - 10 мм, 1,5 мм, 770 мм. Внутрішній штовхач з'єднаний з різьбовою пробкою, що виготовлена зі сплаву 12X18H10T, діаметром 8 мм і довжиною 10 мм. Між різьбовою пробкою та фланцем
15 розміщена стискаюча стальна пружина, яка притискає зовнішній штовхач до зразка з силою ~5 Н. У внутрішньому штовхачеві виконана внутрішня метрична різьба для з'єднання з пустотілим еталоном. Зразок осесиметрично встановлювали відносно пустотілого еталона, проміжок між ними становив 1,5 мм. Зовнішній діаметр циліндричного зразка, що використовували, становив 15 мм, товщина стінки - 1,0 мм, а висота - 100 мм. Індикаторний годинник установлювали в
20 сталеву втулку кронштейна. Пустотілий еталон та зразок мали такий же хімічний склад, як і деталі, а еталон був додатково покритий шаром нікелю товщиною 100 мкм для запобігання дифузії насичуваного елемента, тому в процесі дифузійного насичення у зразок дифундував насичуючий елемент, а в еталон - ні.

25 За допомогою хімічного пошарового та дюрOMETричного аналізів були встановлені залежності між відносним видовженням зразка $\Delta l/l$ та середньою концентрацією вуглецю в дифузійному шарі, а також його товщиною при заданому режимі хіміко-термічного оброблення.

Похибка вимірювань абсолютного подовження зразка під час усіх вимірювань становила не більше ± 10 мкм.

30 На фіг. 2 наведені графічні залежності зміни відносного видовження досліджуваних зразків $\Delta l/l(t)$ з часом у період нагрівання до температури цементації з використанням двох дилатометрів (крива 1 - прототип; крива 2 - запропонований дилатометр) та зміни температури на поверхні циліндричного зразка від часу в процесі нагрівання до температури цементації (крива 3).

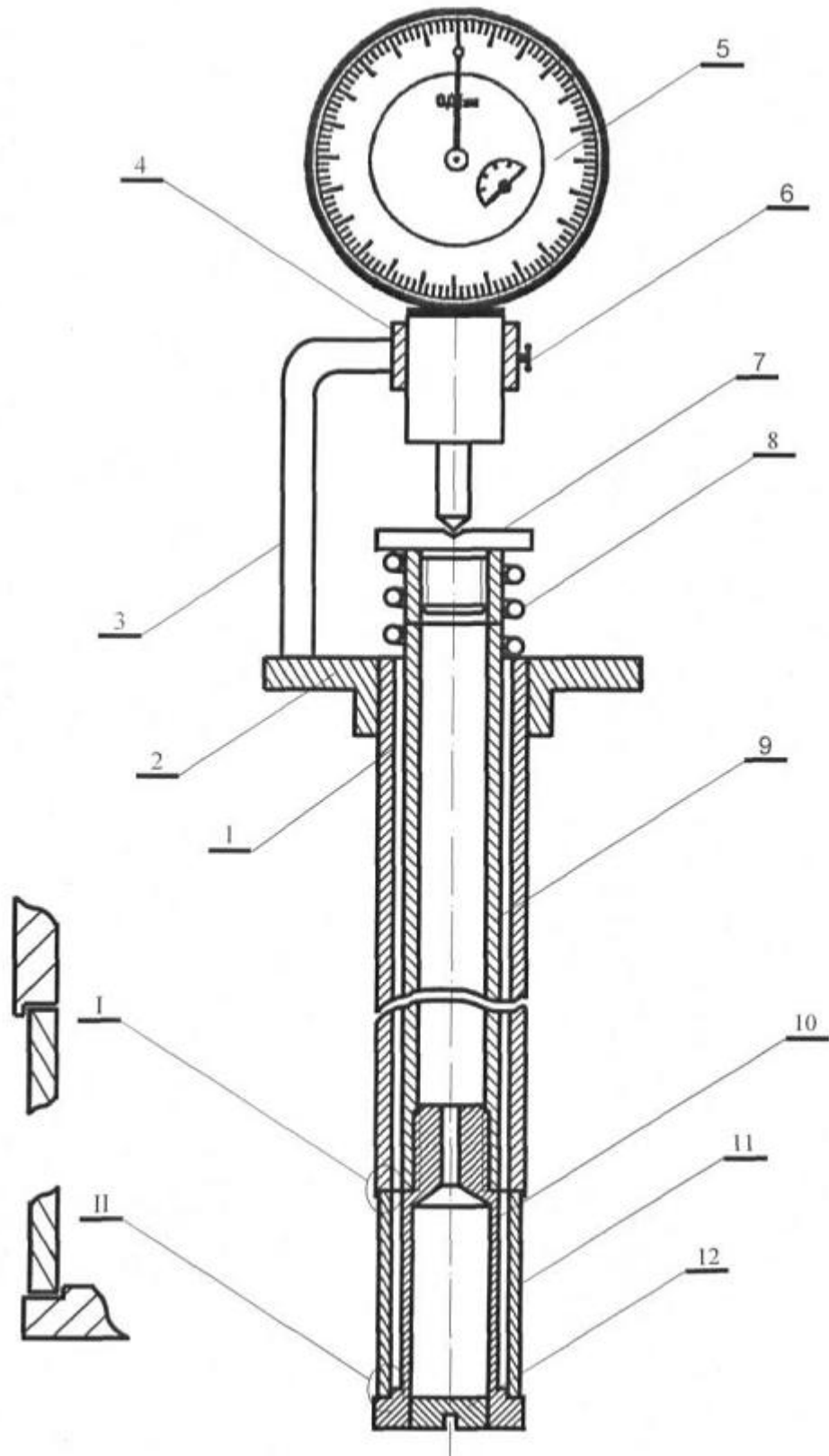
35 Початок процесу насичення, у випадку використання диференційного дилатометра з суцільним еталоном (прототип) зафіксований на 29-й хв. (фіг. 2, точка А) після завантаження дилатометра в піч, а у випадку використання запропонованого дилатометра з пустотілим еталоном - на 23-й хв. (фіг. 2, точка А'), таким чином, при використанні запропонованого дилатометра фіксація процесу насичення спостерігається на 6 хв. раніше.

40 Диференційний дилатометр, що заявляється, компактний та зручний у використанні. Дилатометр дозволяє безпосередньо в процесі нагрівання або охолодження досліджувати фазові переходи, більш точно визначати зміну лінійних розмірів зразка та коефіцієнт термічного розширення; товщину насиченого шару і концентрацію в ньому насичуваного елемента та контролювати процес дифузійного насичення деталей у будь-якому насичуючому середовищі при заданому режимові: температура, потенціал атмосфери і тривалість дифузійного
45 насичення, досліджувати фазові переходи при зміні хімічного складу та кристалічної будови досліджуваних матеріалів методом вимірювання зміни лінійних розмірів зразка залежно від зміни концентрації в ньому насичуваного елемента (вуглецю, азоту тощо), а також прогнозувати та регулювати процес термічного та хіміко-термічного оброблення - для отримання дифузійного шару із заданою товщиною та концентрацією в поверхневому шарі насичуваного елемента,
50 зміною його градієнта і структурного стану залежно від глибини дифузійного шару.

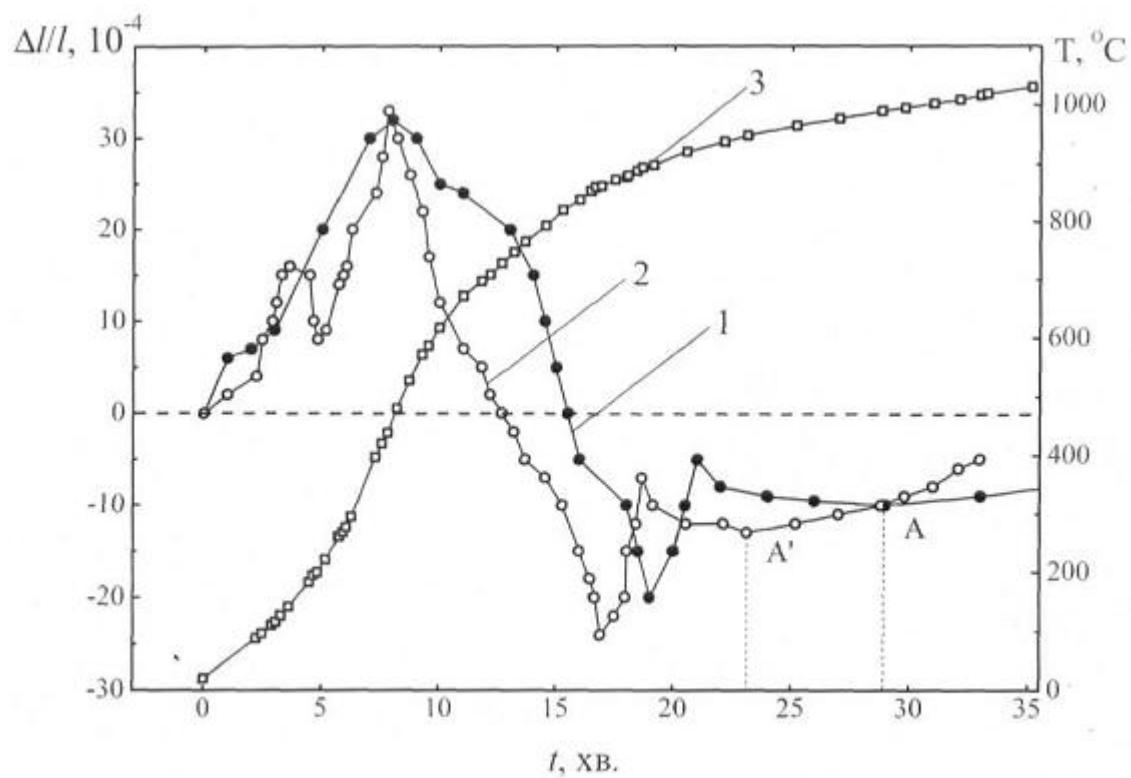
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

55 Диференційний дилатометр, який складається із фланця, кронштейна, втулки, гвинта, стискаючої пружини та індикаторного годинника, причому фланець жорстко з'єднаний із зовнішнім штовхачем та кронштейном, що має втулку з гвинтом для закріплення індикаторного годинника, двох штовхачів, які розміщені один в одному, виконані у вигляді пустотілих циліндрів, один із яких контактує з досліджуваним тонкостінним циліндричним зразком, а інший - з еталоном, і виготовлені з матеріалу, в якому в інтервалі робочих температур не відбуваються
60 фазові перетворення, причому внутрішній штовхач має різьбу для з'єднання зі змінним

- еталоном, що виконаний у вигляді гвинта, а досліджуваний зразок насаджений на еталон та притиснутий до нього зовнішнім штовхачем, який **відрізняється** тим, що еталон виконаний пустотілим з отвором для виходу повітря та буртиком для фіксації зразка, зовнішній штовхач виконаний з кільцевим уступом і має зовнішній діаметр, більший, ніж у зразка, додатково
- 5 містить заглушку для еталона та різьбову пробку, яка з'єднана з внутрішнім штовхачем.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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