



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37487 (13) A

(51) 6 G01R31/02, G01N27/02, G01F13/00,
H05B7/085МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ВИМІРЮВАЧ ОБ'ЄМНОГО ТИПУ ЯКОСТІ НІПЕЛЬНОГО З'ЄДНАННЯ ГРАФІТОВАНИХ ЕЛЕКТРОДІВ

(21) 99021021

(22) 23.02.1999

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Галько Сергій Віталійович, Труфанов Іван Дмитрович, Годацький Євген Васильович

(73) Запорізький державний технічний університет

(57) Вимірювач об'ємного типу якості ніпельного з'єднання графітованих електродів, що містить блок зондів, який має струмові і потенціальні зонди, котрі закріплені на жорсткому ізоляційному підґрунті і виготовлені у вигляді підпружинених голчастих щупів, які мають осьову ступінь свободи, який відрізняється тим, що блок зондів виконаний у вигляді п'яти рядів зондів, два ряди з яких - струмові, а три ряди - потенціальні, при цьому кожний ряд має по чотири зонди, які з'єднанні між собою електричне гнучкими проводами, укріплені на жорсткому ізоляційному підґрунті, зігнутому по радіусу виробу, що контролюється; у якості робочого струму використаний змінний струм частотою 50 Гц; для здійснення точного контролю питомого електричного опору і якості ніпельного з'єднання усунуто вплив на точність загального результату вимірювання перехідного контактного опору у системі "струмовий зонд - електрод"; за допомогою введення негативного зворотного зв'язку, який дозволяє підтримувати незмінне незалежно від сили притискання вимірювача до "свічки", що контролюється, і величини перехідного контактного опору у системі "струмовий зонд - електрод" струм, що дозволяє судити про величину спаду напруги, яка залежить від повного електричного опору, який дає повне уявлення про якості з'єднання електродів у "свічці", введено диференціальний спосіб вимірювання, який дозволяє без введення поправки на марку електродів з яких скручена "свічка" отримувати достовірні результати вимірювання якості з'єднання "свічки", до вимірювача об'ємного типу якості ніпельного з'єднання графітованих електродів додатково введені: вузол однофазного силового трансформатора, який має обмотку низької і високої напруги, який перетворює напругу у струм, підключений обмоткою високої напруги до вузла підсилювача потужності, а обмоткою низької напруги - до струмових зондів блока зондів, які розташовані на краях ізоляційного підґрунтя; вузол генератора синусоїдного сигналу, який виробляє синусоїдний сигнал частотою

50 Гц, зібраний на біполярних транзисторах; вузол регульовального масштабного підсилювача, зібраного на операційному підсилювачу, який керує вхідним сигналом вузла підсилювача потужності і підключений до виходу вузла генератора синусоїдного сигналу; вузол підсилювача потужності на мікросхемі сигналу синусоїдальної форми, що є задавальним, і який надходить з виходу вузла регулюючого підсилювача, при цьому сигнал з виходу вузла підсилювача потужності подається на вузол однофазного силового трансформатора; модуль зворотного зв'язку по струму, який має у своєму складі вузол давача струму у вигляді обмотки, виконаної на шині обмотки низької напруги силового трансформатора, котра є одночасно витком струмової обмотки трансформатора струму, при цьому на виток струмової обмотки намотана вимірювальна обмотка трансформатора струму, яка підключена до вузла масштабного підсилювача з постійним коефіцієнтом передачі, вихід якого підключено до входу наступного вузла масштабного підсилювача з змінним коефіцієнтом передачі для регулювання глибини паралельного зворотного зв'язку (НЗЗ) по струму, вихід якого підключено на вхід оптронного вузла, що зв'язує НЗЗ з вузлом регульовального масштабного підсилювача і виконаний на резистивному оптроні, який є гальванічною розв'язкою між силовим і задавальним колами вимірювача; резистивний елемент оптопарі підключений до кола зворотного зв'язку регульовального масштабного підсилювача; модуль обчислення, два входи якого підключені до двох рядів потенціальних зондів і складається з двох вузлів масштабних підсилювачів, зібраних на операційних підсилювачах, які підключені до відповідних рядів потенціальних зондів; вхід одного вузла підсилювача підключено безпосередньо, а другого - через кнопку для перемикання режиму вимірювання, до крайніх потенціальних рядів, розташованих між струмовими рядами зондів, а середній ряд потенціальних зондів - є загальною точкою; виходи вузлів масштабних підсилювачів підключені до вузла повторювача напруги, зібраного на операційному підсилювачу на якому здійснюється операція віднімання сигналів, пропорційних величині повного електричного опору на суцільному електроді і у першому режимі вимірювання; при перемиканні кнопки - другий режим вимірювання, відбувається вимкнення сигналу вимірювача на ніпельному з'єднанні і вимірювач вимірює повний електричний

(19) UA (11) 37487 (13) A

опір електрода; модуль вимірювальний, підключений до модуля віднімання і складається з вузла мілівольтметра змінного струму, зібраного на операційному підсилювачі, який має чотири піддіапазони вимірювання, які перемикаються вузлом електронного комутатора піддіапазонів, зібраний на мікросхемі (лічильник), який керується кнопкою перемикавання піддіапазонів, розташованою на руч-

ці приладу, що живиться від вузла параметричного стабілізатора напруги; індикація піддіапазонів здійснюється світлодіодами, що розташовані на передній панелі вимірювача з такими межами: 10 мкОм, 100 мкОм, 1 МОм, 10 МОм; показники мілівольтметра реєструються стрілочним мікроамперметром постійного струму.

Винахід належить до галузі електротехніки і призначений для визначення якості ніпельного з'єднання металургійних графітованих електродів у "свічці" перед встановленням її на технологічний об'єкт (піч), що заздалегідь вилучить зайві перевитрати електродів за рахунок злому "свічки" у ніпельному з'єднанні в одному режимі вимірювання і визначення питомого електричного опору суцільного електроду у іншому режимі вимірювання.

Відомий пристрій ЗОНД 2, який призначений для вимірювання питомого електричного опору (ПЕО) електродної продукції, робота якого ґрунтується на пропусканні через електрод постійного високостабілізованого струму постійної щільності по всьому об'єму та у вимірюванні спаду напруги на ділянці виробу (див.: Варипаєв Е.С., Неумержицький В.Т., Беденко Є.А., Фукс Б.Я., Калініченко П.Г. Уніфіковані цехові засоби вимірювання питомого електричного опору виробів електродної продукції // Цветные металлы. – 1983. - № 8. - С. 53-55).

Відомий пристрій ЗОНД 2А, який призначений для вимірювання ПЕО електродів (див.: Варипаєв Е.С., Неумержицький В.Т., Беденко Є.А., Фукс Б.Я., Калініченко П.Г. Уніфіковані цехові засоби вимірювання питомого електричного опору виробів електродної продукції // Цветные металлы. – 1983. - № 8. - С. 53-55).

Відомі стаціонарні засоби контролю та сортування електродних виробів ЗОНД 2А-1, ЗОНД 2А-2, ЗОНД 2А-3, ЗОНД 2А-4, які є удосконаленням пристрою ЗОНД 2А (див.: Неумержицький В.Т., Варипаєв Е.С., Тупіков А.Н., Соркін Л.Н. Стаціонарні засоби контролю і сортування електродних виробів // Цветные металлы. – 1988. - № 6. - С. 64).

Пристрій ЗОНД 2А-1 прийнятий за аналог.

Головними недоліками пристрою ЗОНД 2А-1 є: неможливість точного контролю параметра, що характеризує якість ніпельного з'єднання через використання постійного струму, як робочого струму вимірювання; неможливість точного контролю параметра через використання двозондового способу вимірювання; відсутність можливості виготовлення портативного автономного пристрою через неможливість використання його без автоматичних ліній обробки електродних виробів.

Пристрій ЗОНД 2А-2 прийнятий за прототип.

Головними недоліками пристрою ЗОНД 2А-2 є: конструктивна непридатність цього пристрою для визначення якості ніпельного з'єднання; неможливість точного контролю параметра, що характеризує якість ніпельного з'єднання через використання постійного струму як робочого струму вимірювання; неможливість точного вимірювання ПЕО і якості ніпельного з'єднання через виникнення пе-

рехідного контактного опору у системі "струмовий зонд - електрод", який впливає на загальний результат вимірювання; відсутність можливості виготовлення портативного автономного пристрою на його основі для здійснення експрес-аналізу якості з'єднання "свічки" перед використанням її у технологічному процесі в умовах електрометалургійних цехів.

На кресленні фіг. 1 подана структурно-функціональна схема запропонованого пристрою, що містить в собі вузол генератора синусоїдного сигналу 1 (ГСС). Вихід ГСС з'єднаний з входом масштабного підсилювача 2 (П1), який є регулюючим. Вихід П1 з'єднаний з входом вузла підсилювача потужності 3 (ПП), вихід якого з'єднаний з обмоткою вищої напруги трансформатора напруги 4 (ТУ1). Вихід ТУ1 через трансформатор струму (ТА1) модуля зворотного зв'язку 18 з (МЗ3), з'єднаний з струмовими зондами блока зондів 9 (БЗ). МЗ3 має два вузли масштабних підсилювачів 6, 7 (П2, ПЗ). Вхід П2 з'єднаний з виходом ТА1, а вихід - з входом ПЗ. Вихід ПЗ з'єднаний з входом оптронного вузла (ВЛ). Вихід ВЛ з'єднаний з колом зворотного зв'язку вузла П1. БЗ має п'ять рядів зондів. Два ряди з яких струмові, а три - потенціальні, середній ряд яких є загальною точкою. Два ряди потенціальних зондів з'єднані з входами двох вузлів масштабних підсилювачів 10, 11 (П4, П5) модуля обчислення 16 (МО). Один з рядів цих зондів з'єднаний з входом вузла масштабного підсилювача через кнопку 12 (SB1), яка є елементом вибору режиму вимірювача (I або II). Виходи П4, П5 з'єднані з вузлом віднімання 13 (П6). Вихід П6 з'єднаний з входом вузла мілівольтметра змінного струму 14 (ВІ) модуля вимірювання 17 (МВ). У коло зворотного зв'язку ВІ підключений вузол електронного комутатора піддіапазонів 15 (ЕКП), який керується кнопкою перемикавання піддіапазонів (SB2). Джерелом живлення ЕКП є вузол параметричного стабілізатора напруги 19 (СН).

В основу винаходу поставлена задача створення вимірювача об'ємного типу якості ніпельного з'єднання графітованих електродів, що з'єднуються в "свічку", конструктивну і технологічну придатність застосування в умовах електрометалургійних цехів, простоту використання, можливість експрес-аналізу, забезпечення необхідної вірогідності і точності параметра, що контролюється, портативність конструкції.

Суть винаходу полягає у тому, що вимірювач об'ємного типу якості з'єднання графітованих електродів містить блоки, модулі і вузли: блок зондів на якому розташовані струмові і потенціальні зонди, які з'єднанні електрично гнучкими проводами; зонди розташовані у вигляді рядів: два ряди є струмовими, а три ряди - потенціальними, при

цьому кожний ряд має по чотири зонди, що закріплені на жорсткому ізоляційному підґрунті, яке зігнуто по радіусу виробу, що контролюється; вузол генератора синусоїдного сигналу; вузол підсилювача потужності; вузол силового трансформатора напруги; модуль зворотного зв'язку, який має вузол давача струму, два вузли масштабних підсилювачів, один з яких з постійним, а другий - зі змінним коефіцієнтами передачі, оптронний вузол; модуль обчислення, який має два вузли масштабних підсилювачів і вузол віднімання; кнопка перемикачів режиму вимірювання вимірювача; вимірювальний модуль, який має вимірювальний вузол (вольтметр змінного струму з стрілковим показувальним приладом), вузол електронного комутатора піддіапазонів і елементами світлової індикації піддіапазонів, вузол параметричного стабілізатора напруги.

На кресленні фіг. 1 вимірювач має у статистиці такі кола: задавальне, силове, вимірювальне і коло зворотного зв'язку по струму. Усі кола з'єднані послідовно, окрім кола зворотного зв'язку.

Задавальне коло має послідовно з'єднанні вузли: вузол генератора синусоїдного сигналу 1 (ГСС); вузол масштабного підсилювача 2 (П1), який є регулюючим, при цьому вхід регулюючого масштабного підсилювача П1 з'єднаний з виходом генератора синусоїдного сигналу ГСС.

Силове коло має послідовно з'єднанні вузли: вузол підсилювача потужності 3 (ПП) і вузол силового трансформатора напруги 4 (ТУ1), при цьому вхід підсилювача потужності ПП з'єднаний з виходом регулюючого підсилювача П1 задавального кола, а вихід ПП з'єднаний з виходом силового трансформатора напруги ТУ1 (з обмоткою вищої напруги).

Коло зворотного зв'язку представляє собою негативний зворотний зв'язок по струму, який об'єднаний у модуль зворотного зв'язку 18 (МЗЗ) і складається з послідовно з'єднаних вузлів: вузла трансформатора струму 5 (ТА1), вузла масштабного підсилювача 6 (П2), з постійним коефіцієнтом передачі, вузлом масштабного підсилювача 7 (П3), зі змінним коефіцієнтом передачі і оптронного вузла 8 (ВЛ), при цьому вхід трансформатора струму ТА1 з'єднаний із входом вузла масштабного підсилювача П2, вихід якого з'єднаний з входом вузла масштабного підсилювача П3, а вихід оптронного вузла підключений паралельно до кола зворотного зв'язку вузла регулюючого масштабного підсилювача П1 задавального кола.

Коло вимірювальне має такі послідовно з'єднанні блоки і модулі: блок зондів 9 (БЗ), модуль обчислювальний 16 (МО) і модуль вимірювальний 17 (МВ). Блок зондів має п'ять рядів зондів, два з яких струмові, а три потенціальні. Зонди у рядах з'єднані електричне гнучкими проводами. Кожний ряд має по чотири зонди, закріплені на жорсткому ізоляційному підґрунті, яке зігнуто по радіусу виробу, що контролюється. Зонди виготовлені у вигляді голок, які мають осьову ступінь свободи і підпружинені. Ряди струмових зондів 1, 5 (креслення фіг. 3), розташовані на краях ізоляційного підґрунтя, а ряди потенціальних зондів 2, 3, 4 (креслення фіг. 3) - між ними.

Модуль обчислювальний 16 (МО) має два вузли масштабних підсилювачів 10, 11 (П4, П5), вузол

масштабного підсилювача 12 (П6), який є віднімальним.

Модуль вимірювальний 17 (МВ) має такі вузли: вузол вольтметра змінного струму 14 (V1), вузол електронного комутатора піддіапазонів 15 (ЕКП) з елементом перемикачів піддіапазонів у вигляді кнопки (SB2), вузол стабілізатора напруги 19 (СН).

У вимірювальному колі блоки, модулі, вузли і елементи, з'єднані таким чином. Струмові зонди блока зондів БЗ з'єднані з виходом силового трансформатора ТУ1 (з обмоткою нижчої напруги). Потенціальні зонди 2, 4 (креслення фіг. 3) з'єднані з входом модуля обчислювального МО, тобто з входом вузлів масштабних підсилювачів (П4, П5), один з яких підключений через елемент SB1, за допомогою якого здійснюється перемикачів режимів роботи вимірювання вимірювача; виходи вузлів масштабних підсилювачів П4, П5 з'єднані з інвертованим входом масштабного підсилювача П6, вихід якого з'єднаний з входом модуля вимірювального МВ, а точніше з входом вузла вольтметра змінного струму V1; у коло зворотного зв'язку вольтметра змінного струму V1 підключений вузол електронного комутатора піддіапазонів ЕКП з елементом перемикачів піддіапазонів у вигляді кнопки SB2; коло живлення ЕКП живиться від параметричного стабілізатора напруги СН.

У динаміці пристрій працює таким чином (креслення фіг. 1).

Робота вимірювача у режимі холостого ходу

Після подання живлення на вимірювач вид живлення вибирається перемикачем з середнім положенням, який розташований на передній панелі вимірювача, або від гальванічних елементів, що розташовані у батарейному відсіку вимірювача, або від зовнішнього мережевого стабілізованого джерела живлення $\pm 9\text{В}$, вузол генератора синусоїдного сигналу 1, починає виробляти сигнал, що є задавальним, частотою 50 Гц і амплітудою 0,175 В, який подається на вузол регулювального масштабного підсилювача 2. У режимі холостого ходу модуль зворотного зв'язку 18 - не працює. Сигнал без змін з вузла 2 надходить на вузол підсилювача потужності 3. У цьому режимі масштабний підсилювач 2 працює як повторювач напруги. Підсилювач потужності має потужність 10 Вт. Підсилений сигнал синусоїдної форми з вузла підсилювача потужності 3 надходить на вузол силового трансформатора 4, де відбувається перетворення напруги з 5, 1 у напругу 0,15 В. Ця напруга подається на струмові зонди блока зондів. Таким чином, йде підготовка вимірювача до роботи. Вся операція займає не більше 3 с. Це пов'язано з тим, що необхідний час для переходу генератора у постійний режим генерації.

Робота вимірювача у режимі визначення якості ніпельного з'єднання

Спосіб прикладання вимірювача до з'єднання, що контролюється, зображено на кресленні рисунок 2. Вимірювач прикладається до з'єднання таким чином, щоб воно знаходилося між 2-м і 3-ми рядами потенціальних зондів, а 3-й і 4-й ряди знаходилися на суцільному електроді.

Після прикладання вимірювача до "свчки", що контролюється, у колі "струмовий зонд 1 - "свчка" - струмовий зонд 5" виникне струм, який підводиться за допомогою струмових (силових) зондів 1, 5

(креслення фіг. 3), котрі розташовані у вигляді рядів по чотири зонди у кожному на ізоляційному підґрунті 6. На кресленні фіг. 3 зображено загальний вигляд розташування блоків, модулів, вузлів та рядів.

На дефектному (з'єднання електродів) і бездефектному (суцільний електрод) ділянках "свічки" виникне різниця потенціалів, яка вимірюється за допомогою потенціальних зондів 2, 3, 4 (креслення фіг. 2), при цьому ряд 3 є загальним, відносно якого вимірюється спад напруги ΔU_1 і ΔU_2 . Вимірні сигнали надходять до модуля обчислення 16, де підсилюються вузлами масштабних підсилювачів 10, 11 і надходять на вузол віднімання сигналів 13. Сигнал різниці $\Delta U = \Delta U_1 - \Delta U_2$ є величиною, що характеризує якість з'єднання електродів, чим вона більше, тим якість з'єднання гірша. Далі цей сигнал надходить до модуля вимірювання 17, де величина його вимірюється вольтметром змінного струму 14. Вибір діапазонів вимірювання вибирається за допомогою електронного комутатора піддіапазонів 15, керування яким здійснюється кнопкою SB2, яка розташована на ручці вимірювача. Весь діапазон вимірювача розподілений на чотири піддіапазони, індикація яких здійснюється світлодіодами розташовані на передній панелі вимірювача. Межі діапазонів слідуючи: 10 мкОм, 100 мкОм, 1 мОм, 10 мОм.

Відомо, що якість з'єднання перебуває у залежності від повного електричного опору (імпедансу). З цього випливає, що вибраний рід струму роботи вимірювача є змінним, синусоїдним. У одиницях цієї величини розградуйовано вольтметр змінного струму.

На результат вимірювання впливає велика кількість похибок, які виникають при вимірюванні малих величин спаду напруги. У зв'язку з цим було вжито ряд заходів. Усі зонди (струмові і потенціальні) підпружинені, що компенсує у незначних межах зусилля притискання вимірювача до виробу, що контролюється. Зонди виготовлені у вигляді голок, що разом з вищесказаним дає більш якісний контакт з поверхнею, що має нерівності. Таким чином ведеться боротьба з перехідним контактним опором у системі "зонд - електрод". З метою усунення впливу перехідного контактного опору і компенсації сили притискання вимірювача до об'єкту, що контролюється, у вимірювач введено негативний зворотній зв'язок (НЗЗ) по струму, який дозволяє з точністю 2% підтримувати у об'єкті, що контролюється, постійний струм. Величина струму за рахунок НЗЗ не залежить від сили притискання і величини перехідного контактного опору у системі "зонд - електрод". Таким чином, величина спаду напруги буде перебувати у безпосередній залежності від повного електричного опору, який характеризує якість з'єднання електродів.

Працює НЗЗ наступним чином.

У початковий момент доторкання до електрода і при подальшому збільшенні притискання вимірювача, струм у електроді збільшується, за рахунок зниження перехідного контактного опору у системі "зонд - електрод". Внаслідок цього давач

струму 5 індикуює напругу, яка прямо пропорційна струму, що протікає у електроді. Цей сигнал підсилюється вузлами масштабних підсилювачів 6, 7 і надходить до зв'язуючого елементу 8, який підключений до кола зворотного зв'язку регулювального підсилювача 2. Таким чином, НЗЗ має змінний коефіцієнт передачі, який залежить від струму навантаження. При збільшенні струму навантаження коефіцієнт передачі підсилювача 2 зменшується, тобто спадає загальний опір у колі його зворотного зв'язку, регулюючи вхідний сигнал підсилювача потужності 3. При послабленні натискання вимірювача до електрода спостерігається зворотний процес. Струм у електроді зменшується, глибина НЗЗ зменшується, але збільшується коефіцієнт передачі підсилювача 2, збільшується вхідний сигнал підсилювача потужності 3 і зростає струм у електроді. Таки чином, величина струму у електроді залишається незмінною і підтримується автоматично не залежно від зусилля притискання вимірювача. Робота НЗЗ побудована на умові: $U = \text{var}$, $I_n = \text{const}$, тобто $Z_{\text{вим}} \sim \Delta U$, де U - напруга, що підводиться до електрода, I_n - струм, що тече у електроді, $Z_{\text{вим}}$ - повний опір, пропорційний ΔU на електроді, тобто НЗЗ працює як П-регулятор.

Глибина НЗЗ визначається коефіцієнтом передачі масштабного підсилювача 7, коефіцієнт передачі якого можна змінювати і таким чином регулювати струм у електроді у межах 5-10 А.

Робота вимірювача в режимі визначення питомого електричного опору електрода

Кнопку SB1 переводять із положення I у положення II, що відповідає I-му і II-му режиму вимірювання вимірювача. У режимі вимірюванні "II" контакти кнопки SB1 розімкнені. Таким чином, сигнал на вході вузла масштабного підсилювача 11 відсутній (креслення фіг. 1). Сигнал у вигляді спаду напруги ΔU_1 на суцільній (бездефектній) ділянці "свічки" подається на вхід вузла масштабного підсилювача 10. Підсилений ним сигнал подається на вхід вузла 16, який є віднімальним, котрий працює в цьому випадку як повторювач сигналу. Далі сигнал подається на модуль вимірювальний 17. Задавальне, силове і коло зворотного зв'язку працюють аналогічно першому режиму вимірювання вимірювача.

Вид вимірювача зі сторони передньої панелі і мережовим блоком живлення зображено на фотографії фіг. 4; вид вимірювача зі знятою передньою панеллю зображено на фотографії фіг.5; вид вимірювача зі сторони зондів зображено на фотографії фіг. 6.

Дослідний зразок вимірювача був виготовлений для контролю якості з'єднання електродів діаметром 300, 350, 400 мм і пройшов випробування на заводі "Днепроспецсталь" ім. Кузьміна м. Запоріжжя.

У табл. 1 позначено: М - момент скручування електродів, Н·м; Δ - зазор між торцями електродів, які скручуються мм; Z_1 - повний електричний опір ніпельного з'єднання електродної "свічки", мкОм; Z_2 - повний електричний опір суцільного електрода, мкОм·м.

Таблиця 1

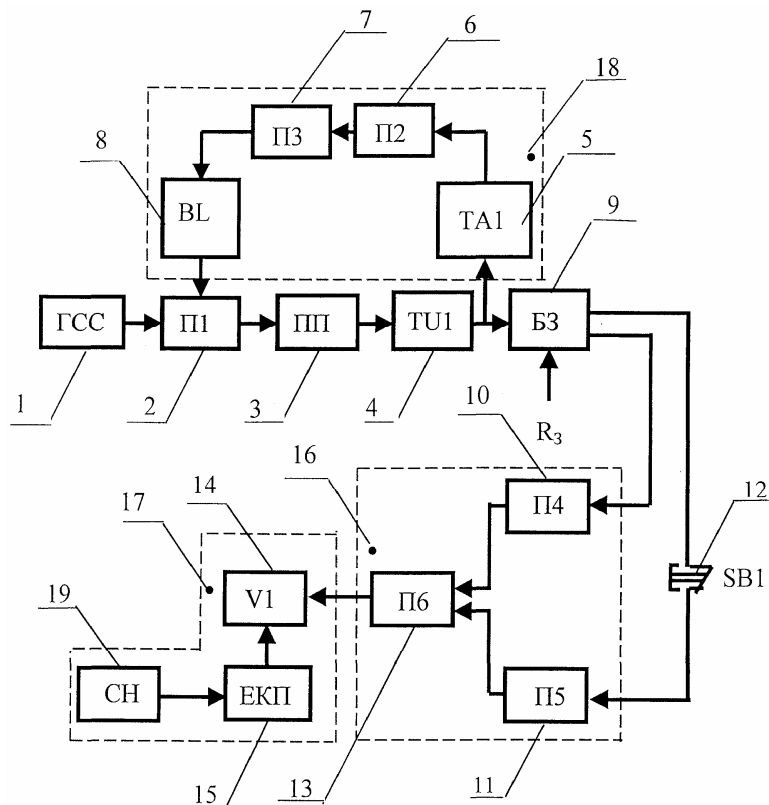
Результати експериментальних досліджень вимірювача об'ємного типу якості ніпельного з'єднання електродів у "свічку" діаметром 300 мм, марки ЕГ-20

M, Н·м	-	-	-	-	30	60	80
Δ, мм	3	2	1	0,5	0	0	0
Z ₁ , мкОм	135	106,1	82,1	51,6	40,2	30,1	25,1
Z ₂ , мкОм·м	12,1	12,05	12,1	12,2	12,2	12,1	12,0

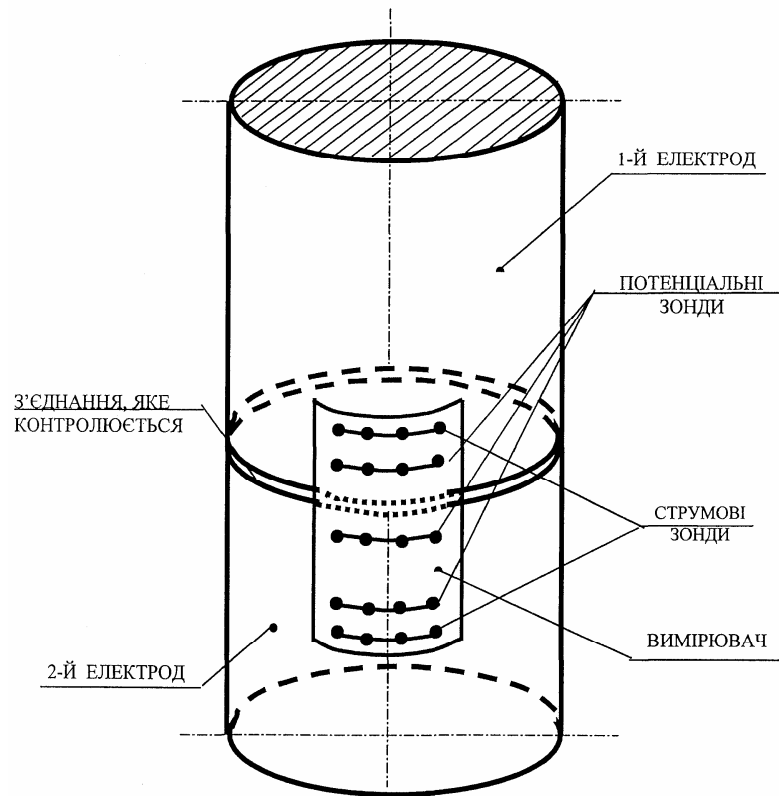
Таблиця 2

Основні технічні характеристики

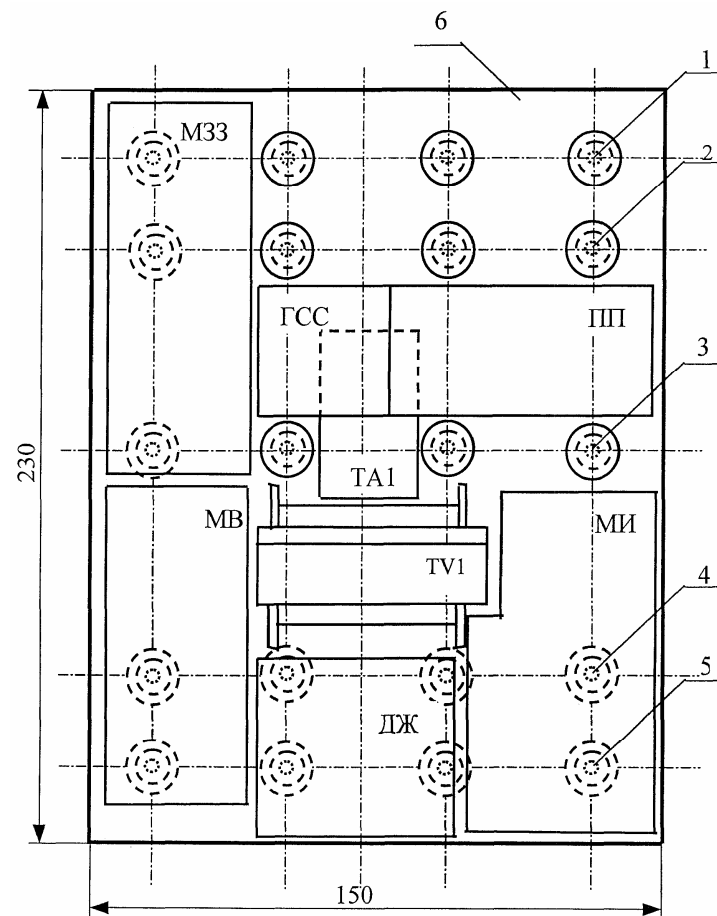
Параметри	Значення характеристики
1. Робоча напруга	±(9±20%) В
2. Споживаний струм: а) холостого ходу б) у режимі вимірювання	165 мА 230 мА
3. Джерело живлення: а) гальванічні елементи б) мережа	2x9 В, ("Kodak", K9V) Змінна напруга 220В, частота 50 Гц
4. Режим вимірювання	I - робочого тіла електроду II - перехідного опору ніпельного з'єднання
5. Робочий параметр	Об'ємний імпеданс
6. Діапазон вимірювання	10 мкОм, 100 мкОм, 1 МОм, 10 МОм
7. Виконання	Портативний, переносний
8. Кліматичне виконання	Атмосфера типу III за ГОСТ 15150-69
9. Категорія виконання	У3, ГОСТ 15543-70
10. Габарити	230x150x130 мм
11. Маса: а) з гальванічними джерелами живлення б) без гальванічних джерел живлення	2,7 кг 2,6 кг



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

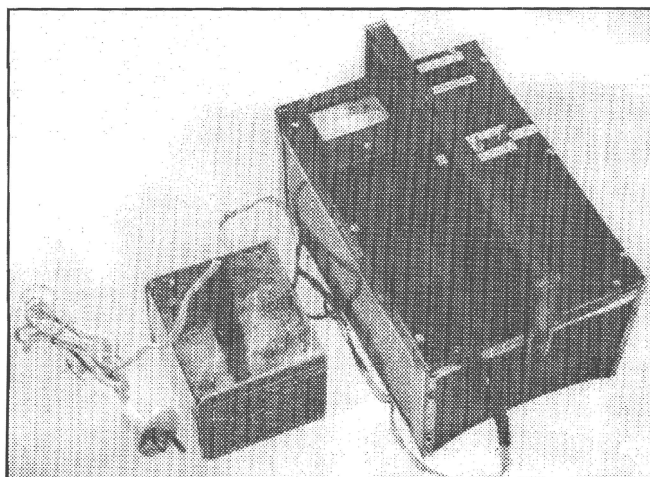


Fig. 4

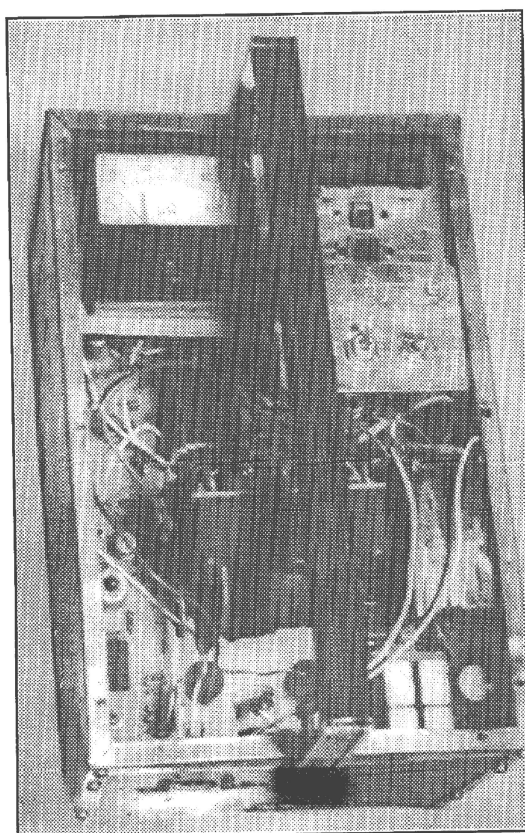
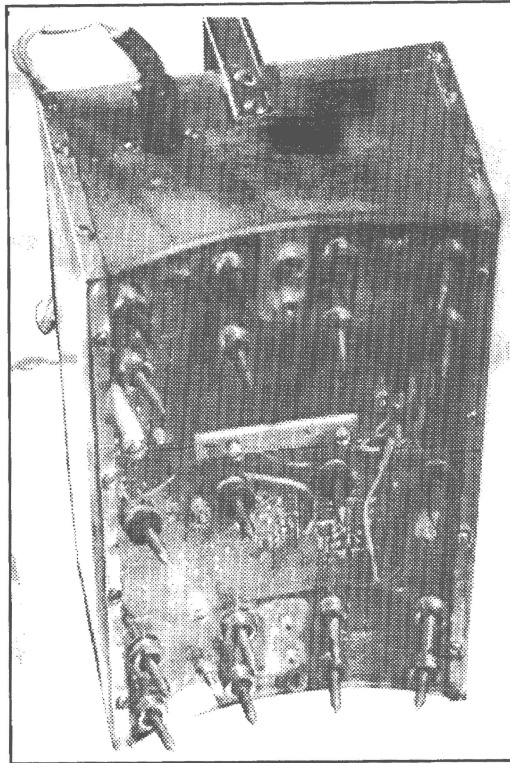


Fig. 5



Фіг. 6

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
