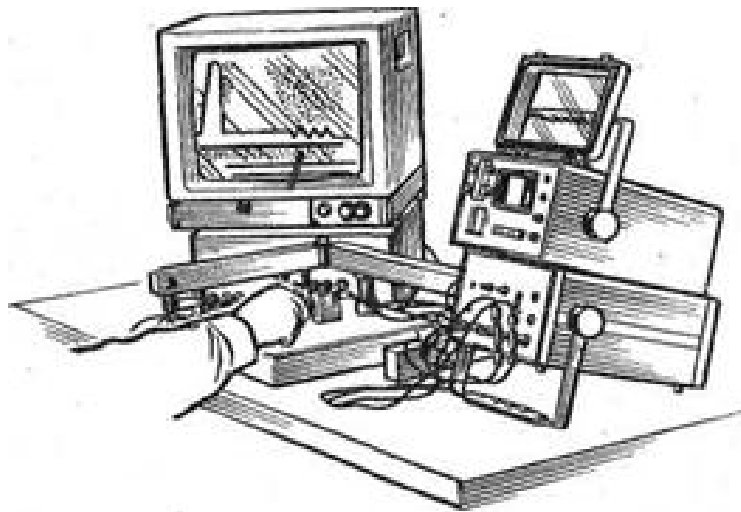


**Чичура І.І.**

**МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
АВТОМАТИЗАЦІЇ  
ВИМРЮВАНЬ**



*Ужгород - 2021*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

**Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу  
„ Метрологічне забезпечення автоматизації вимірювань ”**

для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Чичура І.І.. Ужгород, Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу „ Метрологічне забезпечення автоматизації вимірювань ”, 2021– 36 с.

**Укладач** старший викладач Чичура І.І.

**Відповідальний за випуск:** доктор фіз.-мат. наук, зав. кафедрою приладобудування, проф. Іваницький В.П.

**Рецензенти:** канд. фіз.-мат. наук, доцент Цигика В.В.

Затверджений на засіданні кафедри приладобудування 25 лютого 2021 р., протокол № 4.

Чичура І.І.. Ужгород, Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу „ Метрологічне забезпечення вимірювань ”, 2021 – 36 с.

# ЗМІСТ

	<b>Стор.</b>
Вступ	4
Теоретичні відомості	7
1 Лабораторна робота №1 Повірка засобів вимірювання лінійних розмірів	12
2 Лабораторна робота №2 Визначення передавальної характеристики адсорбційно-чутливих елементів	24
3 Лабораторна робота №3 Повірка газосигналізаторів типу ГСБ-01	30
4 Лабораторна робота №4 Перевірка чутливості течешукача ТГ-03	36

## ВСТУП

Під **метрологічним забезпеченням** (МО) розуміється встановлення і застосування наукових і організаційних основ, технічних засобів, правил і норм, необхідних для досягнення єдності і необхідної точності вимірювань.

Основною тенденцією в розвитку МО є перехід від існуючої раніше порівняно вузької задачі забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань до принципово нової завдання забезпечення якості вимірювань. Якість вимірювань характеризує сукупність властивостей СІ, що забезпечують отримання у встановлений термін результатів вимірювань з необхідними точністю (розміром допустимих похибок), достовірністю, правильністю, сходимістю і відтворюваністю.

Поняття "метрологічне забезпечення" застосовується, як правило, по відношенню до вимірювань в цілому. У той же час допускають використання терміну "метрологічне забезпечення технологічного процесу (виробництва, організації)", маючи на увазі при цьому МО вимірювань (випробувань або контролю) в даному процесі, виробництві, організації.

Об'єктом МО є всі стадії життєвого циклу продукції або послуги.

Так, на стадії розробки продукції для досягнення високої якості виробу проводиться вибір контролю-ваних параметрів, норм точності, допусків, засобів вимірювань, контролю та випробувань. Так само здійснюється метрологічна експертиза конструкторської та технологічної документації.

При розробці МО необхідно використовувати системний підхід, суть якого полягає в розгляді зазначеного забезпечення як сукупності взаємопов'язаних процесів, об'єднаних однією метою досягненням необхідної якості вимірювань.

Взаємопов'язані процеси, що забезпечують якість вимірювань, включають наступні:

- • встановлення раціональної номенклатури вимірюваних параметрів і оптимальних норм точності вимірювань при контролі якості продукції та управлінні процесами;
- • техніко-економічне обґрунтування і вибір СІ, випробувань і контролю і встановлення їх раціональної номенклатури;
- • діяльність по стандартизації, уніфікації і агрегування використовуваної контрольної-вимірювальної техніки;
- • розробка, впровадження та атестація сучасних методик виконання вимірювання, випробувань і контролю (МВВ);
- • перевірка, метрологічна атестація і калібрування контрольної-вимірювального та випробувального обладнання (КВО), що застосовується на підприємстві;
- • контроль за виробництвом, станом, застосуванням і ремонтом КВО, а також за дотриманням метрологічних правил і норм на підприємстві;
- • участь в розробці і впровадженні стандартів підприємства;
- • впровадження міжнародних, державних і галузевих стандартів, а також інших нормативних документів Росстандарта;

- • проведення метрологічної експертизи проектів нормативної, конструкторської та технологічної документації;
- • проведення аналізу стану вимірювань, розробка на його основі і здійснення заходів щодо вдосконалення МО;
- • підготовка працівників відповідних служб і підрозділів підприємства до виконання контрольних-вимірювальних операцій.

## Теоретичні відомості

### 1 Мета повірки ЗВ.

Характеристики засобів вимірювання (ЗВ), які впливають на результати та похибки вимірювання, називаються метрологічними характеристиками засобів вимірювання (МХ ЗВ).

**Повіркою** ЗВ називається визначення метрологічним органом похибок ЗВ та встановлення його придатності до використання. В окремих випадках допускається замість визначення похибок перевіряти знаходження похибок у допустимих межах. Мета повірки ЗВ – встановлення придатності його для використання. У загальному випадку під словом **придатність** розуміють використання їх по прямому призначенню з використанням всіх функціональних можливостей в умовах, регламентованих НТД та зафіксованих у керівництві по експлуатації.

ЗВ повинен бути придатним до використання протягом **міжповірного інтервалу**. Очевидно, що для цієї мети досягнення 100 відсоткової гарантії неможливо внаслідок:

- **умови роботи** ЗВ (діапазон температури, атмосферний тиск, якість мережі тощо) при повірці та при використанні можуть сильно відрізнятись, оскільки повірка, як правило, проводиться у жорстко оговорених, так званих нормальних умовах з відносно вузькими діапазонами впливових факторів;
- **об'єм повірки обмежений**, внаслідок чого похибки визначаються не при всіх функціях ЗВ та далеко не у всіх режимах роботи та діапазонах вимірювальних та не вимірюваних величин;
- **стан ЗВ** при повірці визначається на момент її закінчення, у той час, як ЗВ повинен працювати протягом всього міжповірного інтервалу.

По суті якість роботи ЗВ в процесі його експлуатації крім задовільних результатів повірки повинна гарантуватися його конструкцією та якістю виконання. Ці **якості, якщо і контролюються, то лише частково**, більш широким об'ємом вони контролюються при **державних випробуваннях**, або **метрологічній атестації**. Тому у повірку приймаються, як правило, ЗВ загального призначення, які пройшли державні випробування та включені у Держреєстр ЗВ та дозволених до виробництва та використання, або до ввозу із-за кордону.

**Багато функціональні ЗВ** дозволяється повірять у **вузькому інтервалі** значень вимірювальної величини, якщо він використовується для, наприклад, для контролю одного параметра технологічного процесу, якості продукції, тощо.

### 2 Види повірок.

У відповідності до НТД всі ЗВ підлягають **обов'язковій державній** або **відомчій** повірці.

Державна повірка проводиться органами державної метрологічній служби, відомча – відомчою метрологічною службою.

Державна повірка *не є ідентичною відомчій*. Державна повірка дійсна для використання ЗВ у всій країні, у той час результати відомчої повірки дійсні тільки для конкретного підприємства.

Обов'язковій державній повірці підлягають ЗВ:

- які використовуються в органах державної метрологічної службі;
- вихідні взірцеві ЗВ відомчих МС;
- які використовуються при градуюванні та повірці ЗВ,;
- які є власністю підприємств, але використовуються у якості взірцевих ЗВ органами державних метрологічних служб;
- після ремонту;
- які використовуються у якості *робочих* ЗВ для вимірювання *матеріальних цінностей, в взаємних розрахунках, торгівлі, охорони здоров'я, забезпечення безпечних умов роботи* ;
- при проведенні експертиз органами державного арбітражу і т. д.

В залежності від призначення повірка ЗВ поділяється на *первісну, періодичну, інспекційну та позачергову*.

*Первинна повірка* - проводиться перший раз при випуску ЗВ на виробництві приладобудівних заводів. У більшості випадках це відомчі повірки крім вище перерахованих випадків.

*Періодична повірка* - проводиться при експлуатації та зберіганні ЗВ через міжповірні інтервали. Міжповірні інтервали, як правило, рекомендуються при проведенні державних випробувань ЗВ. Міжповірні інтервали встановлюють для засобів:

- які підлягають *обов'язковій державній повірці* органами державної метрологічної служби, або держстандартом, а саме:
- які підлягають *відомчій повірці* метрологічними підрозділами установ, підприємств, які очолюються головними метрологами, на яких покладені обов'язки головного метролога. Періодичність повірки вказуються у НТД. Крім того, термін представлення ЗВ на чергову повірку вказують у документі, який засвідчує повірку.

Для ЗВ, які знаходяться на збереженні, встановлюють наступні міжповірні інтервали:

- *безпосередньо після випуску з виробництва* не більше гарантійного терміну підприємства – виробника;
- *які були в експлуатації* – не більше подвійного міжповірного інтервалу для аналогічних ЗВ, які знаходяться у експлуатації.

Допускається для ЗВ, які знаходяться у тривалому збереженні при необхідних умовах, взагалі не проводити повірку. Після закінчення зберігання перед початком експлуатації користувачем проводиться позачергова повірка.

*Інспекційна повірка* – проводиться при метрологічних ревізіях та експертизах. Мета такої повірки – перевірка стану парку взірцевих та робочих ЗВ, які використовуються на підприємстві (установі), а також для ЗВ, які

випускаються приладобудівними підприємствами та зберігаються на базах та складах. Інспекційна повірка проводиться, як правило, вибірково.

**Позачергову повірку** – проводять у всіх випадках, *які не обхвачені вище сказаним*, зокрема:

- коли виникає сумнів у правильності результатів вимірювань;
- при пошкодженні пломби або клейма;
- при втраті документів, які засвідчують повірку;
- при поступленні ЗВ поза гарантійного терміну;
- при вводі у експлуатацію ЗВ отриманих по імпорту.

### **3 Методи повірок.**

Методи повірки діляться в основному, на *по елементні та комплектні*.

**Комплектна повірка** – повірка ЗВ, коли визначають похибки, які властиві йому як єдиному цілому.

**По елементна повірка** - повірка ЗВ, коли визначають складові похибки, або похибки, властиві окремим елементам ЗВ, потім вираховують повну похибку засобу. До по елементної повірки можна віднести випадок, коли ЗВ признають годним до використання не на основі визначення його похибку, а на основі знаходження його нормованих характеристик в допустимих межах.

**Приклад:** Повірка штангенциркуля, мікрометра *кінцевими мірами*; повірка вимірювальних опорів по взірцевим мірам.

У більшості випадках комплектна повірка має перевагу, оскільки забезпечує більшу достовірність результатів повірки, більшу продуктивність праці.

У окремих випадках по елементна повірка більш вигідна, так як забезпечує більш високу точність та простоту реалізації, наприклад, повірка вимірювального генератора по рівню вихідного сигналу (повіряється рівень вихідного сигналу генератора та окремо атенюатора).

В усіх випадках проведення по елементної повірки в НТД повинні бути викладені правила розрахунку сумарної похибки по складовим, які безпосередньо знайдені при повірці, та приведені правила прийняття рішення по результатам повірки.

Визначення похибки ЗВ при комплектній повірці та визначення похибок при по елементній повірці можна проводити одним з наступних методів:

- безпосереднє порівняння ЗВ, що повіряється із взірцевим ЗВ;
- порівняння за допомогою компаратора;
- методом прямого вимірювання;
- методом непрямого вимірювання.

**Метод безпосереднього порівняння** за допомогою компаратора вимірювання однієї і тієї величини взірцевим та ЗВ, що повіряється.

Наприклад, порівняння амперметрів, ввімкнених послідовно у коло, вольтметрів, ввімкнених паралельно до однієї і тієї ділянки кола, термометрів у термостаті, тощо. При простоті метода необхідно впевнитися, що вимірюється

одна і та ж величина. Наприклад, при повірці термометрів у термостаті може виникнути перепад температури за рахунок різної тепловіддачі в довкілля з областей, де розташовані термометри, що приведе до появи похибки.

**Метод порівняння за допомогою компаратора** передбачає порівняння мір за допомогою спеціальних приладів, названих приладами порівняння (компараторами). При цьому можуть порівнятися як міри одного і того ж номінального значення, так і міри, що відрізняються по розмірам.

Наприклад, порівняння маси за допомогою рівноплечих та нерівноплечих терезів, порівняння резисторів, котушок індуктивності, ємності за допомогою мостів, і т. д.

Необхідно відмітити, що **сам компаратор** може бути **джерелом похибки**. Суттєвим є і **роздільна здатність** (чутливість) компаратора. Вона повинна бути достатньою, щоб замітити зміну порівнюючих мір, не перевищуючих похибку взірцевої міри.

Один із різновидностей методу **порівняння міри за допомогою компаратора** - метод заміщення, при якому мру, яка повіряється, заміщують взірцевою.

Оскільки ці методи досягли **високої ступені досконалості**, то вони використовуються у багатьох областях вимірювання, включаючи і еталони.

**Методом прямого вимірювання** заключається у вимірюванні ЗВ, що повіряється величини, яка відтворюється взірцевою мірою, або у вимірюванні взірцевим засобом розміру міри, що повіряється.

Як правило, він вимагає мінімальну кількість обладнання, або взагалі не вимагається. Дуже зручно повірять прилади використовуючи багатозначні міри. У цьому випадку змінюють значення міри до тих пір, поки покажчик приладу не встановлюється на повірну мітку шкали, та відраховують дійсне значення по взірцевій мірі. **Наприклад**, повірка омметра за допомогою магазину опорів, повірка терезів з допомогою набору гир, тощо.

При прямому методі повірки необхідно слідкувати за тим, щоб прилад і міри були узгоджені.

**Методом непрямого вимірювання ЗВ** – повірять прилади на основі вимірювання складових величин, використання яких дає змогу математично визначити номінальну величину та похибку. **Метод характерний для повірки вимірювальних перетворювачів**

При комплектних повірках підготовка ЗВ до вимірювання повинні проводитися точно у відповідності до **ТО та РЭ**, оскільки відхилення можуть суттєво впливати на кінцевий результат.

При повірці суттєве значення мають характеристики допоміжних ЗВ. Необхідно використовувати лише **допоміжні ЗВ**, які **рекомендовані НТД** на повірку.

**Учебні ЗВ не підлягають повірці.**

**4 НТД, що регламентують повірку:**

- державні стандарти, методичні вказівки та методики інститутів, які встановлюють правила та положення технічного, правового та економічного характеру, які відносяться до всіх без винятку ЗВ;
- державні стандарти на еталони та повірочні схеми, які регламентують підпорядкованість ВЗВ та робочих ЗВ при повірці;
- методичні вказівки Держстандарту;
- нормальні умови проведення повірки;
- правила та обов'язки метрологічних служб при проведенні повірок.

## 5 Оцінка якості повірки

Очевидним критерієм якості повірки ЗВ є оцінка імовірності браку повірки, тобто імовірність признання годним ЗВ, який насправді є негодним, або навпаки. Вказані імовірності залежать основним чином від співвідношення допустимих похибок повіряемого та ВЗВ.

У більшості випадках більш небезпечним є невизначений брак. Ефективним методом зменшення невизначеного браку – *звуження нормованих при повірці допустимих меж МХ* по відношенню з дійсно необхідними для нормальної роботи ЗВ. Однак при *цьому зростає імовірність признання негодним на самому ділі годного ЗВ*.

## 6 Повірка та градуювання ЗВ

Якщо запас точності ВЗВ по відношенню до ЗВ, що повіряється, недостатній, і (або) якщо максимально хочуть використати точність ВЗВ, повірку приладів суміщають з градуюванням. Для того, щоби суміщення операцій градуювання та повірки було ефективним, випадкова похибка ЗВ, що повіряється, повинна бути достатньо малою по відношенню до не виключеної систематичної похибки, яку має ЗВ, що повіряється, після градуювання, а систематична похибка, яку має ЗВ, що повіряється, повинна мало мінятися за міжповірний інтервал.

Оскільки після градуювання похибка ЗВ, що повіряється, мало відрізняється від похибки градуювання, очевидно, що знаходження похибки для ЗВ в допустимих межах не може служити критерієм його придатності до використання. У цьому випадку, як правило, у якості критерію придатності ЗВ приймають стабільність його МХ за міжповірний термін.

Слід відмітити, що суміщення операції градуювання та повірки найдоцільніше проводити при повірці таких ЗВ, для операції градуювання яких не вимагається вимірювання у декількох точках діапазону вимірювальної величини. Такими властивостями володіють вимірювальні перетворювачі з лінійною характеристикою перетворення (коефіцієнт перетворення не залежить від вимірювальної величини), однозначні міри, тощо.

## Лабораторна робота №1

### Певірка засобів вимірювання лінійних розмірів

Штангенциркулі призначені для виміру зовнішніх і внутрішніх розмірів до 2000мм, а штангенциркулі спеціального призначення - для виміру канавок на зовнішніх і внутрішніх поверхнях, проточок відстаней між осями отворів малих діаметрів і стінок труб.

Основні вимоги до параметрів штангенциркулів різного призначення приведені у міждержавному стандарті ГОСТ 166-89 (ИСО 3599-76) "Штангенциркулі. Технічні умови" (див. додаток 1).

#### 1 Мета роботи

Вивчити основні етапи виготовлення адсорбційно – чутливих елементів, зокрема, проведення технологічного прогону та визначення основних метрологічних параметрів сенсорів для заданого складу парів (газу).

#### 2 Необхідні вихідні матеріали, засоби вимірювання

- 4.1 Адсорбційно – чутливий елемент.
- 4.2 Установка вимірювання параметрів сенсору.
- 4.3 Досліджувана речовина (у рідкому стані).
- 4.4 Засоби вимірювання (термометр з ціною поділки  $0,1 \div 0,5^\circ\text{C}$ ).
- 4.5 Інженерний калькулятор.

#### 5 Порядок виконання роботи

- 5.1 Ознайомитися з інструкцією виконання роботи.
- 5.2 Провести розрахунки температурної залежності тиску насичуючих парів для заданої речовини (див. додаток 2).
- 5.3 Визначити коефіцієнти розбавлення газу виходячи з наявної температури у кімнаті.
- 5.4 Підготувати установку вимірювання параметрів сенсору згідно пунктів 2.2.3.1 та 2.2.3.2.
- 5.5 Визначити робочий об'єм камери, розрахувати дозовані об'єми газів „забруднювачів”.
- 5.4 Підготувати установку вимірювання параметрів сенсору згідно пунктів 2.2.3.3.
- 5.5 Вприснути у камеру розрахований об'єм газу для одержання першої концентрації та провести вимірювання опору сенсора.
- 5.6 Провітрити камеру.
- 5.7 Повторити п. 5.5 для другої концентрації.
- 5.8 Провести розрахунок крутизни перетворення сенсора по формулі (3).

## **6 оформлення звіту**

6.1 Назва роботи.

6.2 Короткий опис роботи з основними формулами, які використані в процесі проведення обрахунків експериментальних даних.

6.3 Розрахункові таблиці.

6.4 Висновки.

## **Додаток 1**

### **Міждержавний стандарт ГОСТ 166-89 (ИСО 3599-76)**

#### **"Штангенциркулі. Технічні умови"**

(затв. постановою Держстандарту СРСР від 30 жовтня 1989 р. N 3253)

#### **Vernier callipers. Specifications**

Дата введення 1 січня 1991 р.

Взамін ГОСТ 166-80

Даний стандарт поширюється на штангенциркулі, які призначені для виміру зовнішніх і внутрішніх розмірів до 2000мм, а також штангенциркулі спеціального призначення для виміру канавок на зовнішніх і внутрішніх поверхнях, проточок відстаней між осями отворів малих діаметрів і стінок труб.

Вимоги даного стандарту є обов'язковими.

(Змінена редакція, Зм. N 2).

Типи, основні параметри і розміри

1.1. Штангенциркулі слід виготовляти наступних основних типів:

I - двосторонні з глибиноміром (рис. 1);

T-1 - односторонні з глибиноміром з вимірювальними поверхнями з твердих сплавів (рис. 2);

II - двосторонні (рис. 3);

III - односторонні (рис. 4).

**Примітка.** Допускається оснащувати штангенциркулі пристосуваннями або допоміжними вимірювальними поверхнями для розширення функціональних можливостей (виміру висот, уступів та ін.).

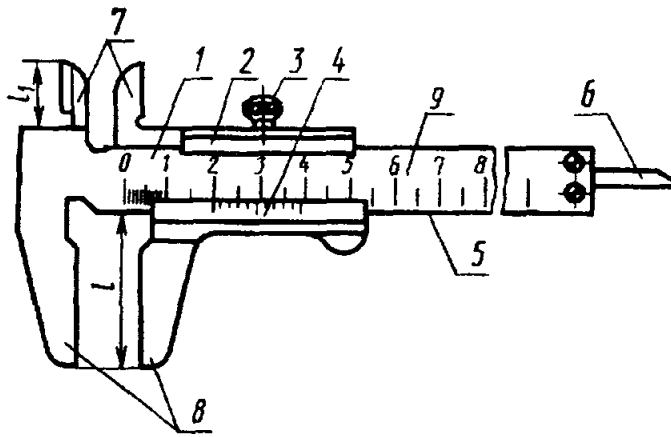


Рис. 1 1- штанга; 2- рамка; 3- зажимаючий елемент; 4- ноніус; 5- робоча поверхня штанги; 6- глибиномір; 7- кромкові з вимірювальними поверхнями губки для вимірювання внутрішніх розмірів; 8- губки з плоскими вимірювальними поверхнями для вимірювання зовнішніх розмірів; 9- шкала штанги

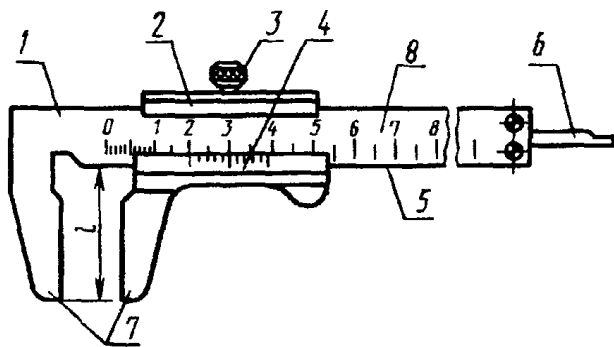


Рис. 2 1- штанга; 2- рамка; 3- зажимаючий елемент; 4- ноніус; 5- робоча поверхня штанги; 6- глибиномір; 7- губки з плоскими вимірювальними поверхнями для вимірювання зовнішніх розмірів; 8- шкала штанги

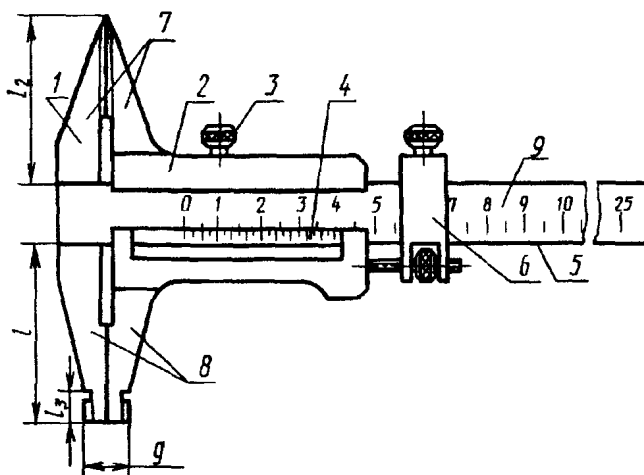


Рис. 3 1- штанга; 2- рамка; 3- зажимаючий елемент; 4- ноніус; 5- робоча поверхня штанги; 6- пристрій точної установки рамки; 7- кромкові з вимірювальними поверхнями губки для вимірювання зовнішніх розмірів; 8- губки з плоскими та циліндричними вимірювальними поверхнями для вимірювання зовнішніх та внутрішніх розмірів; 9- шкала штанги

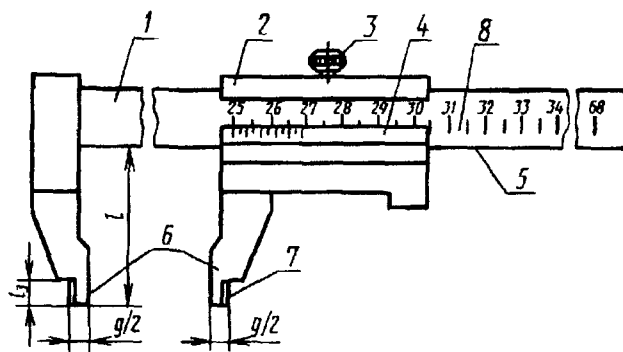


Рис.4 1- штанга; 2- рамка; 3 зажимаючий елемент; 4- ноніус; 5- робоча поверхня штанги; 6- губки з плоскими вимірювальними поверхнями для вимірювання зовнішніх розмірів; 7- губки з циліндричними вимірювальними поверхнями для вимірювання внутрішніх розмірів; 8- шкала штанги

1.2. Штангенциркулі слід виготовляти з відліком по ноніусу (рис. 1 - 4) або з відліком за круговою шкалою (рис. 5), або з цифровим відліковим пристроєм (рис. 6).

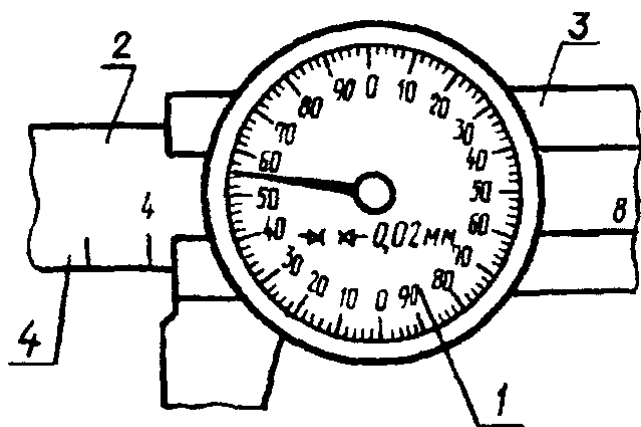


Рис. 5 1- кругла шкала відлікового пристрою; 2- штанга; 3- рамка; 4- шкала штанги

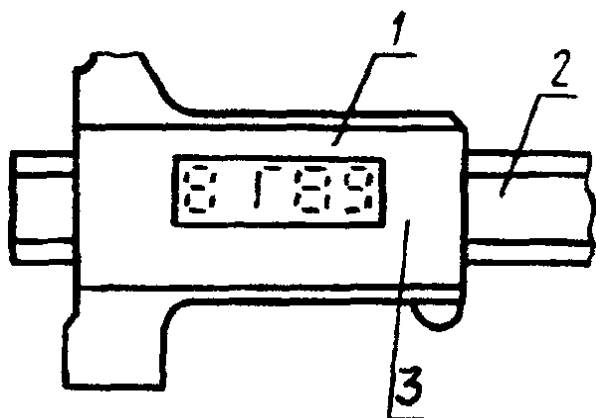


Рис. 6 1- цифрова шкала відлікового пристрою; 2- штанга; 3- рамка;

**Примітка.** Рис. 1 - 6 не визначають конструкцію штангенциркулів.

1.3. Діапазон вимірів, значення відліку по ноніусу, ціна ділення кругової шкали і крок дискретності цифрового відлікового облаштування штангенциркулів повинні відповідати вказаним в таблиці. 1

**Таблиця 1 (мм)**

Діапазон вимірювання штангенциркулів	Значення відліку по ноніусу	Ціна поділки кругової шкали відлікового пристрою	Крок дискретності цифрового відлікового пристрою
0 - 125			
0 - 135			
0 - 150		0,02; 0,05; 0,1	
0 - 160			
0 - 200			
0 - 250	0,05; 0,1		0,01
0 - 300			
0 - 400			
0 - 500			
250 - 630			
250 - 800			
320 - 1000		-	
500 - 1250			
500 - 1600	0,1		-
800 - 2000			

**Примітки:**

1. Нижня межа виміру у штангенциркулів з верхньою межею до 400мм встановлена для виміру зовнішніх розмірів.

2. У штангенциркулів типу Т-1 діапазон виміру відноситься тільки до вимірів зовнішніх розмірів і глибини.

3. Верхня межа виміру штангенциркулів типів І і Т-1 має бути не більший 300мм.

4. Допускається виготовляти штангенциркулі з роздільними ноніусами або шкалами для виміру зовнішніх і внутрішніх розмірів.

5. Допускається виготовляти штангенциркулі типу ІІІ з поверхнями для виміру зовнішніх розмірів з твердого сплаву (Твердий сплав по ГОСТ 3882).

Приклад умовного позначення штангенциркуля типу ІІ з діапазоном виміру 0 - 250 мм і значенням відліку по ноніусу 0,05 мм:

Штангенциркуль ШЦ-ІІ - 250-0,05 ГОСТ 166

Те ж, штангенциркуля типу ІІ з діапазоном виміру 250 - 630 мм і значенням відліку по ноніусу 0,1 мм, класу точності 1:

Штангенциркуль ШЦ-ІІ - 250-630-0,1-1 ГОСТ 166

Те ж, штангенциркуля типу І з діапазоном виміру 0 - 150 мм з ціною ділення кругової шкали 0,02 мм.

Штангенциркулі ШЦК-1-150-0,02 ГОСТ 166

Те ж штангенциркуля типу І з діапазоном виміру 0 - 125 мм з кроком дискретності цифрового відлікового пристрою 0,01 мм:

## Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166

1.4. Штангенциркулі типів II і III, що комплектуються пристосуванням для розмітки, слід оснащувати пристроєм для тонкої установки рамки (рис. 3).

Для тонкої установки рамки допускається застосовувати мікрометричну подачу.

1.5. Виліт губок  $l_1$  і  $l_2$  для виміру зовнішніх розмірів і виліт губок  $l_1$  і  $l_3$  для виміру внутрішніх розмірів повинні відповідати вказаним в таблиці. 2 (рис. 1 - 4).

1.6. Штангенциркулі типів II і III з губками для виміру внутрішніх розмірів повинні мати циліндричну вимірювальну поверхню з радіусом не більше половини сумарної товщини губок (не більше  $g/2$ ).

Для штангенциркулів з межею виміру до 400мм розмір (рис. 3 - 4) не повинен перевищувати 10мм, а для штангенциркулів з верхньою межею виміру понад 400мм - 20мм.

1.7. Довжину ноніуса слід вибирати з ряду 9; 19; 39 мм - при значенні відліку по ноніусу 0,1 мм, 19; 39 мм - при значенні відліку по ноніусу 0,05 мм.

**Таблиця 2 (мм)**

Діапазон вимірювання	l		l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>
	не менше	не більше	не менше		
0 - 125	35	42	15	-	-
0 - 135	38	42	16	-	-
0 - 150	38	42	16	-	-
0 - 160	45	50	16	16	6
0 - 200	50	63	16	20	8
0 - 250	60	80	16	25	10
0 - 300	63	100	22	30	10
0 - 400	63	125	-	30	10
0 - 500		160	-	40	15
250 - 630	80	200	-	40	15
250 - 800		200	-	50	15
320 - 1000		200	-	50	20
500 - 1250			-		
500 - 1600	100	300	-	63	20
800 - 2000			-		

Довгі штрихи ноніуса допускається відмічати цілими числами.

1.8. Штангенциркулі з цифровим відліковим пристроєм повинні забезпечувати виконання функцій, що характеризують міру автоматизації, відповідно до переліку (по додатку).

1.9. Живлення штангенциркулів з цифровим відліковим пристроєм повинне здійснюватися від вбудованого джерела живлення.

Живлення штангенциркулів, що мають виведення результатів виміру на зовнішній пристрій, повинно здійснюватися від вбудованого джерела живлення і (чи) від мережі загального призначення через блок живлення.

1.10. Конструкція штангенциркулів з цифровим відліковим пристроєм повинна забезпечувати правильність свідчень при найбільшій допустимій швидкості переміщення рамки не менше 0,5 м/с.

## 2 . ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

2.1. Штангенциркулі слід виготовляти відповідно до вимог даного стандарту по робочих кресленнях, затверджених в установленому порядку.

2.2 . Штангенциркулі зі значенням відліку по ноніусу 0,1мм і верхньою межею виміру до 400мм і штангенциркулі з відліком за круговою шкалою з ціною ділення 0,1мм слід виготовляти двох класів точності : 1 і 2.

2.3. Межа похибки штангенциркулів, що припускається при температурі довкілля  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$  повинен відповідати вказаному в таблиці. 3.

2.4. Межа похибки штангенциркулів типів, що припускається, 1 і Т-1 при вимірі глибини, рівною 20мм, повинен відповідати таблиці. 3.

**Таблиця 3 (мм)**

Вимірювана довжина	Межа допустимої похибки штангенциркулів ( $\pm$ )							
	при значеннях відліку по ноніусу			с ціною поділки кругової шкали відлікового пристрою				з кроком дискретності цифрового відлікового пристрою
	0,05	0,1 для класу точності		0,02	0,05	0,1 для класу точності		0,01
		1	2			1	2	
До 100		0,05						
Св. 100 до 200	0,05		0,10	0,03	0,04	0,05	0,08	0,03
« 200» 300				0,04				
« 300» 400		0,10						0,04
« 400» 600	0,10							0,05
« 600» 800								0,06
« 800» 1000								0,07
« 1000» 1100		0,15		-	-	-	-	
« 1100» 1200		0,16	-					
« 1200» 1300	-	0,17						-
« 1300» 1400		0,18						
« 1400» 1500		0,19						
« 1500» 2000		0,20						

(Змінена редакція)

### **Примітки:**

1. За вимірювану довжину приймають номінальну відстань між вимірювальними поверхнями губок.

2. У штангенциркулів з одним ноніусом похибку перевіряють по губках для виміру зовнішніх розмірів.

3. При переміщенні губок штангенциркулів до їх зіткнення зміщення нульового штриха ноніуса допускається тільки у бік збільшення розміру.

4. Похибка штангенциркуля не повинна перевищувати значень, вказаних в таблиці. З при температурі  $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$  при перевірці їх по плоско паралельним кінцевим мірам довжини із сталі.

2.5 . Допуск площинності і прямолінійності вимірювальних поверхонь повинен складати 0,01мм на 100мм довжини більшої сторони вимірювальної поверхні штангенциркулів.

При цьому відхилення площинної і прямолінійності вимірювальних поверхонь, що допускаються, мають бути:

0,004мм - для штангенциркулів зі значенням відліку по ноніусу, з ціною ділення шкали і кроком дискретності не більше 0,05мм і завдовжки більшої сторони вимірювальної поверхні менше 40мм;

0,007мм - для штангенциркулів зі значенням відліку по ноніусу і з ціною ділення шкали 0,1мм і завдовжки більшої сторони вимірювальної поверхні менше 70мм.

Допуск прямолінійності торця штанги штангенциркулів типів I і T-1 повинен складати 0,01мм.

По краях плоских вимірювальних поверхонь в зоні шириною не більше 0,2мм допускаються завали.

Примітка. Вимоги до площинності відносять тільки до поверхонь шириною більше 4 мм.

(Змінена редакція. Зм. № 1, 2).

2.6. Допуск паралельності вимірювальних поверхонь губок для виміру внутрішніх розмірів повинен складати 0,010мм на усій довжині. Для штангенциркулів 2 класів точності вимірювальні поверхні губок кромки допускається виготовляти з допуском паралельності 0,02мм.

У зоні до 0,5мм від верхньої кромки вимірювальних поверхонь допускаються завали.

Допуск паралельності на 100мм довжини плоских вимірювальних поверхонь губок для виміру зовнішніх розмірів має бути:

0,02мм - при значенні відліку по ноніусу, ціні поділки шкали і кроку дискретності не більше 0,05мм;

0,03мм - при значенні відліку по ноніусу і ціні поділки шкали 0,1мм.

2.7. Мертвий хід мікрометричної пари пристрою для тонкої установки рамки не повинен перевищувати 1/3 обороти.

2.8. Відхилення розміру губок з циліндричними вимірювальними поверхнями для виміру внутрішніх розмірів не повинні перевищувати:

$(0^{+0.01})$ мм при ціні поділки або значенні відліку по ноніусу не менше 0,05мм;  
 $(0^{+0.03})$ мм при ціні поділки або кроці дискретності менше 0,05мм.

2.9. Рамка не повинна переміщатися по штанзі під дією власної ваги при вертикальному положенні штангенциркуля.

2.10. Зусилля переміщення рамки із штанги має бути не більше за значення, вказані в таблиці. 4.

**Таблиця 4**

Верхня межа вимірювання штангенциркуля, мм, не більше	Зусилля переміщення, Н, не більше
250	15
400	20
2000	30

Примітка. Для штангенциркулів з діапазоном виміру 0 - 125, 0 - 135, 0 - 150мм значення зусилля переміщення, що допускаються, вибирають з ряду 10, 15Н.

2.11 . Вимоги до шкали штанги і ноніуса.

2.11.1 Розташування площини шкали ноніуса відносно площини шкали штанги вказано на рис. 7

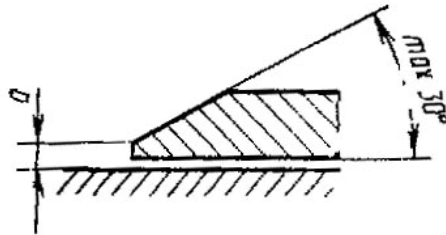


Рис. 7

2.11.2. Відстань  $a$  від верхньої кромки краю ноніуса до поверхні шкали штанги не повинно перевищувати 0,25мм для штангенциркулів зі значенням відліків 0,05 і 0,30мм - для штангенциркулів зі значенням відліку 0,1мм.

2.11.3. Розміри штрихів шкал штанги і ноніуса повинні відповідати вказаним нижче:

- ширина штрихів 0,08 - 0,20мм;

- різниця ширини штрихів в межах однієї шкали (для шкали штанги на відстані більше 0,3 від краю шкали) і штрихів шкал штанги і ноніуса одного штангенциркуля не більше 0,03мм при відліку по ноніусу 0,05мм; 0,05мм при відліку по ноніусу 0,1мм.

(Змінена редакція, Зм. № 2).

2.12. Вимоги до кругової шкали відлікового пристрою:

2.12.1. Довжина поділки шкали має бути не менше 1мм.

2.12.2. Ширина штрихів шкали 0,15 - 0,25мм. Різниця ширини відповідних штрихів в межах однієї шкали має бути не більше 0,05мм.

2.12.3. Ширина стрілки над поділками шкали має бути 0,15 - 0,20мм. Кінець стрілки повинен перекривати короткі штрихи не більше ніж на 0,8 їх довжин. Відстань між кінцем стрілки і циферблатом не повинна перевищувати

0,7мм для шкали з ціною поділки не більше 0,05мм і 1,0мм з ціною поділки 0,1мм.

2.12.4. Відліковий пристрій повинен забезпечувати можливість поєднання стрілки з нульовим діленням кругової шкали.

2.13. У штангенциркулів з цифровим відліковим пристроєм висота цифр відлікового пристрою має бути не менше 4мм.

2.14. Штангенциркулі з цифровим відліковим пристроєм додатково можуть оснащуватися інтерфейсом для виведення результату виміру на зовнішній пристрій.

2.15. Твердість вимірювальних поверхонь штангенциркулів має бути: з інструментальної і конструкційної сталі - не менше 59 HRC э ; з високолегованої сталі - не менше 51,5 HRC э .

**Примітка.** Для штангенциркулів типу I з верхньою межею виміру до 160 мм виготовлених з інструментальної або конструкційної сталей, твердість вимірювальних поверхонь має бути не менше 53 HRC э .

2.16. Параметр шорсткості плоских і циліндричних вимірювальних поверхонь штангенциркулів -  $R_a \leq 0,32 \mu\text{м}$  по ГОСТ 2789-73;

вимірювальних поверхонь губок кромки і плоских допоміжних вимірювальних поверхонь -  $R_a \leq 0,63 \mu\text{м}$  по ГОСТ 2789-73.

(Змінена редакція, Зм. № 1).

2.17. Зовнішні поверхні штангенциркулів мають бути покриті або оброблені відповідно до таблиці. 5.

**Таблиця 5**

Найменування поверхні	Верхня межа вимірювання	Вид обробки або покриття штангенциркулів з сталі	
		високолегованої	інструментальної та конструкційної
Штанга (крім, шкали и торця), губки, рамка штангенциркуля, рамка мікро подачі, за винятком вимірювальних та прилеглих до них поверхонь	До 2000	-	Хромування
Шкала штанги и ноніуса	До 630	Матова поверхня	Хромування матове
			Хромування
	Зв. 630 до 2000	-	Хромування

Примітка. Допускається застосовувати інші метали і неметалічні покриття по ГОСТ9.303 і ГОСТ 9.032, за захисно-декоративними властивостями що не поступаються вказаним в таблиці. 5 .

Допускається штангенциркулі з верхньою межею виміру понад 1000 мм не хромувати.

(Змінена редакція, Зм. № 1).

2.18 . Штангенциркулі мають бути розмагнічені.

2.19 - 2.24 (Виключені. Зм № 1, 2).

2.25. Комплектність:

2.25.1. До кожного штангенциркуля має бути прикладена експлуатаційна документація по ГОСТ 2.601.

2.25.2. За замовленням споживача штангенциркулі типів II і III комплектують пристосуванням для розмітки.

2.26. Маркування:

2.26.1. На кожному штангенциркулі мають бути нанесені:

- товарний знак підприємства - виробника;
- порядковий номер за системою нумерації підприємства - виробника;
- умовне позначення року випуску;
- значення відліку по ноніусу або ціна ділення;
- розмір g (штангенциркулів типів II і IIIс одним ноніусом або одному шкалою, рис. 3 - 4) на одній з губок;
- клас точності 2 (для штангенциркулів зі значенням відліку по ноніусу або ціною поділки шкали 0,1 мм);
- слово "Внутр". на шкалі для виміру внутрішніх розмірів.

(Змінена редакція, Зм. № 2).

2.26.2. Допускається не вказувати порядковий номер в експлуатаційній документації.

2.26.3. Маркування на футлярі - по ГОСТ 13762.

Найменування або умовне позначення штангенциркуля наносять тільки на жорсткому футлярі.

2.27. Упаковка

2.27.1. Методи і засоби для знежирення і консервації штангенциркулів - по ГОСТ 9.014.

2.27.2. Штангенциркулі мають бути упаковані у футляри виготовлених з матеріалів по ГОСТ 13762 Для штангенциркулів з ноніусом з верхньою межею до 630мм включно допускається м'яка упаковка.

2.27.3. Штангенциркулі з межею виміру понад 400 мм при транспортуванні в контейнерах допускається упаковувати у футляри без транспортної тари.

### **3. ПРИЙМАННЯ**

3.1. Для перевірки відповідності штангенциркулів вимогам даного стандарту слід проводити державні випробування, приймальний контроль, періодичні випробування.

3.2. Державні випробування - по ГОСТ 8.383 і ГОСТ 8.001.

Перевірку похибки штангенциркулів проводять при температурі  $(20\pm 10)^{\circ}\text{C}$  тільки при державних випробуваннях.

3.3. При приймальному контролі кожен штангенциркуль перевіряють на відповідність вимогам пп. 1.3; 1.4; 1.6; 1.8; 2.3 - 2.10; 2.12.4; 2.16; 2.18; 2.25; 2.26.

3.4. Періодичні випробування проводять не рідше за раз в 3 роки не менше чим на 3 штангенциркулях кожного типорозміру з числа тих, що пройшли приймальний контроль на відповідність усім вимогам даного стандарту.

Результати випробувань вважають задовільними, якщо всі зразки відповідають усім вимогам, що перевіряються.

#### **4. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ І ВИПРОБУВАНЬ**

4.1. Перевірка штангенциркулів - по ГОСТ 8.113 і МИ 1384.

4.2. При визначенні впливу транспортної тряски використовують ударний стенд, що створює трясіння прискоренням  $30 \text{ м/с}^2$  при частоті 80 - 120 ударів у хвилину.

Штангенциркулі в упаковці кріплять до стенду і випробовують при загальному числі ударів 15000. Після випробувань похибка штангенциркулів не повинна перевищувати значень, вказаних в таблиці. 3.

Допускається проводити випробування штангенциркулів транспортуванням на вантажній машині із швидкістю 20 - 40 км/год на відстань не менше 100 км по ґрунтовій дорозі.

4.3. Дію кліматичних чинників зовнішнього середовища при транспортуванні визначають в кліматичних камерах в наступних режимах: при температурі мінус  $(50 \pm 3)^\circ\text{C}$ , плюс  $(50 \pm 3)^\circ\text{C}$  і при вологості  $(95 \pm 3)\%$ . Витримка в кліматичній камері по кожному з трьох видів випробувань – 2 год.. Після випробувань похибка штангенциркулів не повинна перевищувати значень, вказаних в таблиці. 3.

Допускається після витримки штангенциркулів в кожному режимі витримувати його в нормальних умовах впродовж 2 год.

#### **5. ТРАНСПОРТУВАННЯ І ЗБЕРІГАННЯ**

Транспортування і зберігання - по ГОСТ 13762.

#### **6. ВКАЗІВКИ ПО ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Штангенциркулі допускався експлуатувати при температурі довкілля від 10 до  $40^\circ\text{C}$  і відносній вологості повітря - не більше 80% при температурі  $25^\circ\text{C}$ .

#### **7. ГАРАНТІЇ ВИГОТІВНИКА**

Виробник гарантує відповідність штангенциркулів вимогам даного стандарту при дотриманні умов транспортування, зберігання і експлуатації.

## Лабораторна робота №2

### Визначення передавальної характеристики адсорбційно-чутливих елементів

#### 1 Контроль параметрів сенсорів

##### 1.1 Методи контролю параметрів АЧЕ

Контроль параметрів сенсорів проводять після технологічного прогону протягом 48год.

Можливі варіанти живлення АЧЕ: від генератора струму (а), генератора напруги (б) та імпульсного джерела живлення нагрівника (в):

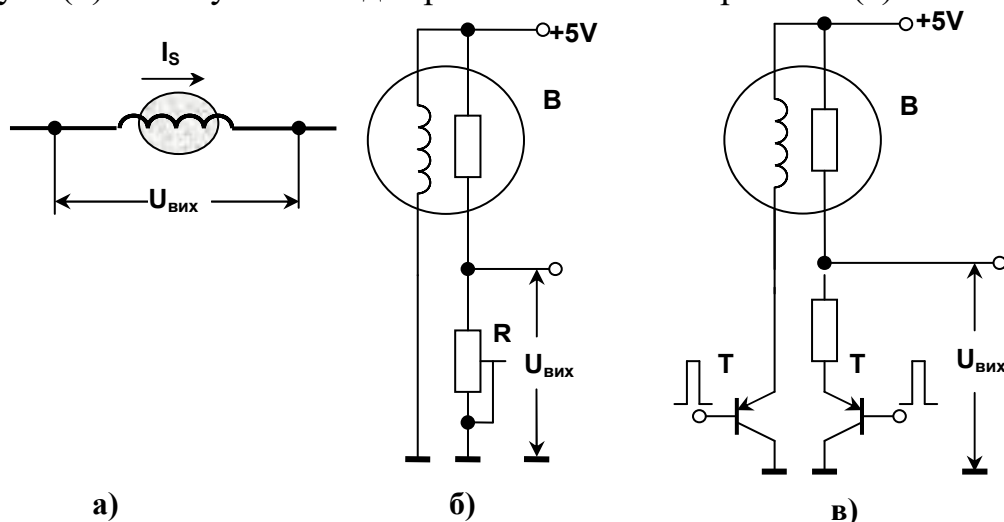


Рис. 1 Можливі варіанти живлення АЧЕ

Відповідність параметрів проводять з використанням наступної установки.

##### 1.2 Установка контролю параметрів сенсорів

Зовнішній вигляд установки контролю параметрів сенсорів приведена на рис.2.

Установка складається з блоку керування (основна плата + блок живлення) і блоку сенсора (сенсор + шнур сенсора)

Основою установки є мікроконтролер Atmega8 фірми Atmel. Для індикації режимів роботи і виводу результатів вимірювань використовується семисегментний індикатор з динамічною індикацією. Для виведення звукових сигналів використовується дзвоник п'єзоелектричний.

Для під'єднання первинного вимірювального перетворювача - сенсора і опору навантаження передбачені роз'єми ХТ1 і ХТ2.

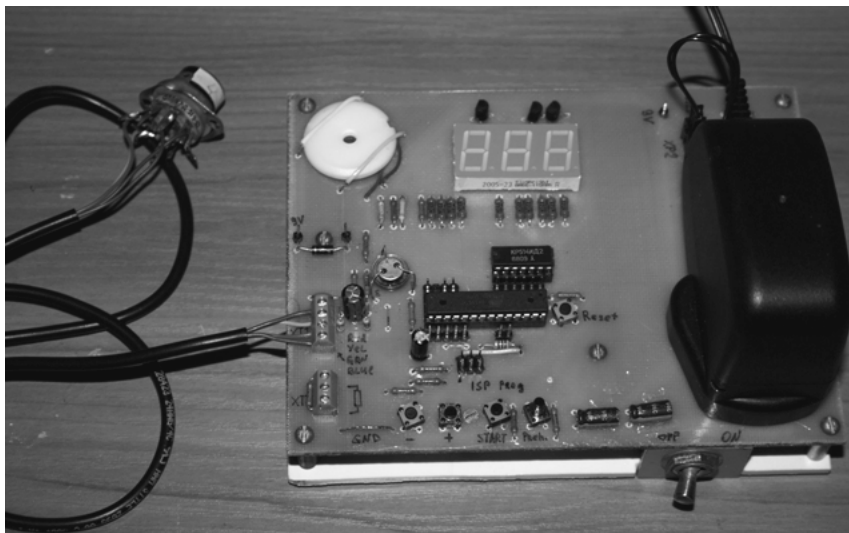
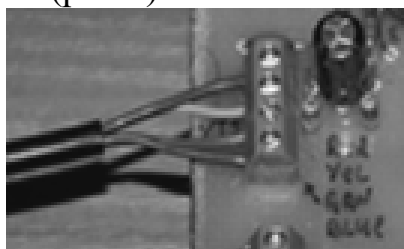


Рис. 2 Зовнішній вигляд установки контролю параметрів сенсорів

Керування установкою здійснюється за допомогою п'яти кнопок: «-», «+», «Start», «Preheating», «Reset». (Кнопка «Reset» передбачена для скидання установки в режим очікування, якщо відбудеться збій в роботі програми мікроконтролера).

### 1.2.1 Підготовка установки до роботи

- 1) Під'єднати шнур блоку сенсора до установки через роз'єм XT2 за схемою (рис 3):



- червоний та жовтий провідники – нагрівник;
- зелений та синій провідники – чутливий шар.

Рис.3 Схема під'єднання первинного вимірювального перетворювача до установки контролю параметрів сенсорів

- 2) Під'єднати резистор подільника для чутливого шару до роз'єму XT1.
- 3) Ввімкнути вилку блока живлення в мережу змінного струму 220В, частоти 50Гц.
- 4) Перевести перемикач SA6 в положення «ON» (див. рис.4).



Рис. 4 Ввімкнення режиму очікування

Установка перейде в режим очікування.

### 1.2.2 Вивід інформації на дисплей індикації

На рис. 5 схематично зображено дисплей.

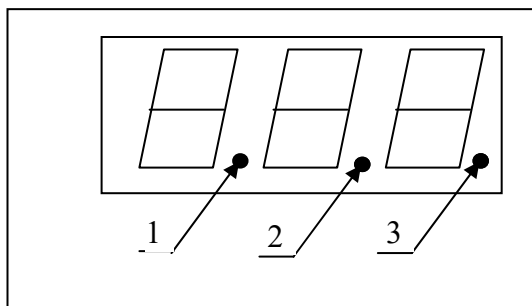


Рис. 5 Схематичне представлення дисплею установки

Світлодіод №1 - десяткова кома, відділяє вольти від мілівольт, хвилини від секунд. Вмикається в режимах очікування, вимірювання, частково в режимі прогріву.

Світлодіод №2 - індикатор секунд, служить для візуального спостереження за перебігом зворотного відліку часу попереднього прогріву сенсора. Вмикається в режимі прогріву і в процесі роботи, випромінює імпульси світла з частотою 1Гц.

Світлодіод №3 - індикатор порівняння реального рівня напруги на нагрівнику з встановленим користувачем рівнем. Вмикається в режимі вимірювань і в режимі попереднього прогріву.

### 1.2.3 Основні режими роботи установки

Установка може працювати у чотирьох режимах: режиму очікування, режиму попереднього прогріву сенсора, режиму вимірювань та режиму аварійного стану.

#### Режим очікування

При вмиканні установка переходить в режим очікування. На дисплей виводиться значення напруги на нагрівнику, що буде подана на нагрівник при переході в режими попереднього прогріву сенсора та вимірювань.

Кнопками «+», «-» можна регулювати необхідний рівень напруги з дискретністю 0,1В. Межі установки: (4,5÷5,5)В. Кожне натиснення кнопки супроводжується подачею звукового сигналу частотою 1кГц.

#### Режим попереднього прогріву датчика

При натисненні кнопки «Preheating» прилад переходить в режим попереднього прогріву сенсора. Натиснення кнопки супроводжується подвійним звуковим сигналом частотою 4кГц.

Величина напруги на нагрівнику виставляється лише в режимі очікування кнопками «+» та «-» і під час прогріву не може бути змінена.

Вихід з режиму попереднього прогріву в режим очікування може бути здійснений в будь який момент по натисненню кнопки «Preheating», або

автоматично через 30хвилин. Перехід в режим очікування супроводжується подвійним звуковим сигналом частотою 4кГц.

На дисплей виводиться час, що залишився до закінчення прогріву. Блімання світлодіоду №2 вказує час попереднього прогріву. Час відраховується в зворотному напрямку. В діапазоні часу від 30хв 00сек до 10хв 00сек на дисплей виводяться три старші значущі цифри, а для значень часу від 9хв59сек до 0хв00сек — у нормальному виді. Вказаний метод індикації вибраний внаслідок того, що індикатор складається з трьох знакомісць.

### **Режим вимірювань**

При натисненні кнопки «Start» прилад переходить в режим вимірювань.

Натиснення кнопки супроводжується потрійним звуковим сигналом частотою 1кГц - 4кГц - 1кГц.

Величина напруги на нагрівнику виставляється в режимі очікування кнопками «+», «-», і під час режиму вимірювань не може бути зміненою.

Вихід з режиму вимірювань в режим очікування може бути здійснений в будь який момент по натисненню кнопки «Start», або автоматично через 300сек. при відсутності наступної команди роботи. Перехід в режим очікування супроводжується потрійним звуковим сигналом частотою 1кГц - 4кГц - 1кГц.

На дисплей виводиться напруга з подільника чутливого шару. Кожні 5 секунд виводиться звуковий сигнал для оператора, для запису значень вимірювань.

### **Режим аварійного стану**

Подача напруги більшої за 10В безпосередньо на нагрівник, призведе до виходу з ладу сенсора і входу АЦП. При подачі на нагрівник напруги більшої за 10В, прилад переходить в режим аварійного стану з будь якого режиму. Цей режим супроводжується виводом на дисплей специфічних символів (див. рис. 6), бліманням десяткових ком і переривчастих звукових сигналів частотою 2,5кГц.

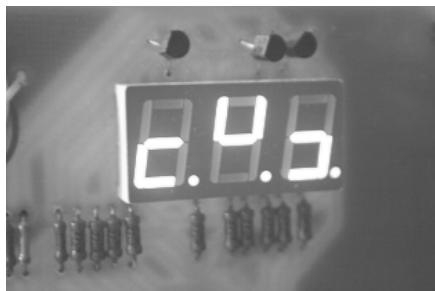
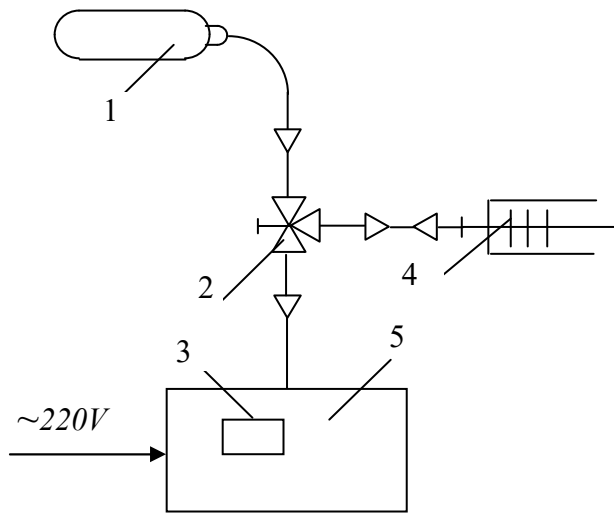


Рис. 6 Форма представлення інформації для випадку аварійного стану

Після зняття аварійного рівня напруги прилад переходить в режим очікування.



- 1-балон із 100% досліджуваним розчином ;
- 2--триходовий кран;
- 3-засіб вимірювання;
- 4- дозатор газовий;
- 5-камера повірна.

Схема установки приготування повірних газових сумішей та проведення повірки приведена на рис. Метод одержання газових сумішей (ГС) концентрацією  $C$  оснований на розбавленні дозованого по об'єму газу  $\Delta V$  з відомим тиском насичуючих парів при даній температурі рідини у вимірювальній камері з відомим об'ємом  $V_K$ :

Дозволяє приготувати концентрацію парів розчину у повітрі заданих концентрацій  $C_{ПГС}$ :

$$C = \frac{C_H \cdot \Delta V}{V_K + \Delta V} \approx \frac{C_H \cdot \Delta V}{V_K}, \% \text{ об. дол.},$$

Рис.7 Схема газова контролю параметрів АЧЕ

де  $C_H$  – концентрація газу над розчином для даної температури, визначається як:

$$C_H = \frac{P_{\text{нас.t}}}{P_{\text{атм}}} \cdot 100\%$$

Значення  $P_{\text{нас.t}}$  визначають з довідників.

Опір сенсора визначають при подачі на сенсор газову суміш та перерахунком з одержаних значень вихідної напруги (див. рис. по живленню сенсорів).

Типова концентраційна залежність опору сенсора наступна (рис.8):

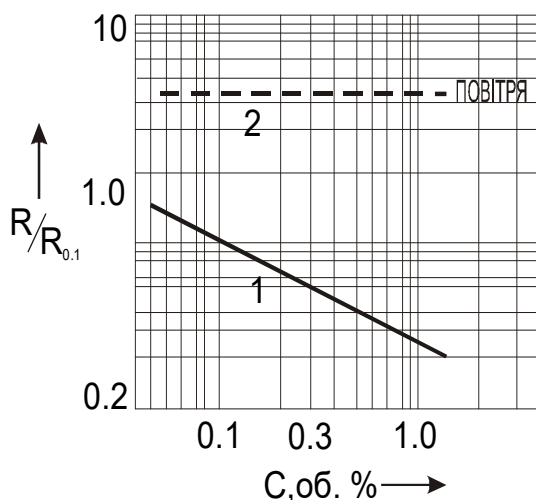


Рис.8 Типова концентраційна залежність опору сенсора

## **2 Мета роботи**

Проведення технологічного прогону та визначення основних метрологічних параметрів сенсорів для заданого складу парів (газу).

## **3 Необхідні вихідні матеріали, засоби вимірювання**

- 3.1 Адсорбційно – чутливий елемент, вимірювальний пристрій.
- 3.2 Інструменти та матеріали (паяльник, пінцет, бокоріз, скальпель, припій, флюс).
- 3.3 Засоби вимірювання (мультиметр, тестер) та блок живлення.
- 3.4 Інженерний калькулятор.

## **4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ**

- 4.1 Ознайомитися порядком роботи пристрою вимірювання.
- 4.2 Провести розрахунки по приготуванню необхідних ПГС.
- 4.3 Виконати вимірювання.
- 4.4 Побудувати передавальні характеристики для різних температур (напруг живлення сенсора) та визначити оптимальні режими його роботи.

## **5 ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ**

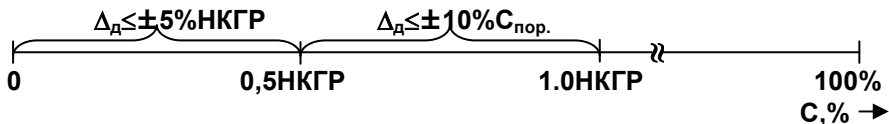
- 5.1 Назва роботи.
- 5.2 Короткий опис роботи з основними формулами, які використані в процесі проведення обрахунків експериментальних даних.
- 5.3 Висновки

## Лабораторна робота №3

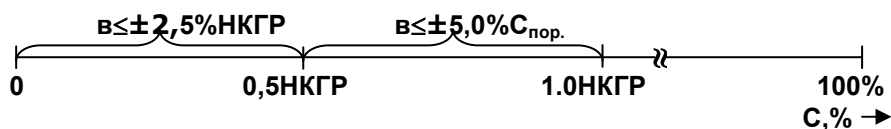
### Повірка газосигналізаторів типу ГСБ-01

#### 1 Вимоги до НМХ газосигналізаторів та порядок їх повірки

1.1 Допустима основна похибка газосигналізаторів  $\Delta_d$  не повинна перевищувати  $\pm 5\%$  НКГР для порогу спрацьовування  $0 < C_{\text{пор.}} < 50\%$  НКГР та  $\pm 10\%$  від значення вимірювальної величини для порогу спрацьовування  $C_{\text{пор.}}$  у діапазоні концентрацій від 50 до 100% НКГР.



1.1 Допустима варіація вихідного сигналу „в” не повинна перевищувати  $\pm 2,5\%$  НКГР для порогу спрацьовування  $0 < C_{\text{пор.}} < 50\%$  НКГР та  $\pm 5,0\%$  від значення вимірювальної величини для порогу спрацьовування  $C_{\text{пор.}}$  у діапазоні концентрацій від 50 до 100% НКГР. У разі нормування у ТУ для газосигналізатора конкретного типу цей показник не повинен перевищувати 50% від  $\Delta_d$ .



1.3 Дрейф вихідного сигналу за 7 діб (8 год. для переносних та індивідуальних газосигналізаторів) не повинен бути більшим за  $\pm 2,5\%$  НКГР для порогу спрацьовування  $0 < C_{\text{пор.}} < 50\%$  НКГР та  $\pm 5,0\%$  від значення вимірювальної величини для порогу спрацьовування  $C_{\text{пор.}}$  у діапазоні концентрацій від 50 до 100% НКГР.

1.4 Час спрацьовування сигналізаторів оговорюють у ТУ на типові прилади. Для ГСБ-01 складає 30с, СКПА-01 – 8с, для термохімічних – 15с.

1.5 У стандартах або ТУ на сигналізатори повинна бути приведена номінальна статична функція перетворення (НСФП), що нормується у діапазоні, верхня межа якої повинна перевищувати на 5% НКГР діапазон спрацьовування.

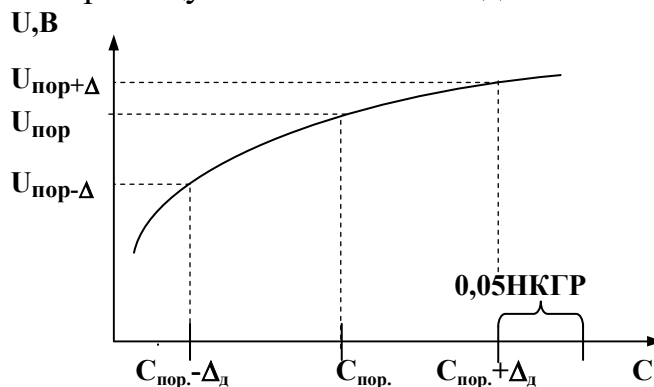


Рис..1 Нормування НСФП газосигналізаторів

1.6 Стабільність спрацьовування порогового пристрою слід характеризувати зміною похибки спрацьовування за регламентований час (не повинна перевищувати 50% основної похибки спрацьовування порогового пристрою сигналізаторів конкретного типу).

## 2 Критерії відмови

- вихід МХ за дозволені межі;
- поява сигналу відмови даного приладу.

Газосигналізатори підлягають повіркам, як і всі інші ЗВ (приймальні, періодичні, типові, тощо). Дозволяється проводити настройку приладу з відповідною атестацією. Перед приймально – здавальними, періодичними та ін. повірками обов'язково проводити технологічне напрацювання згідно ЕД.

## 3 Вимоги до проведення випробування

При визначенні МХ повинні забезпечити нормальні умови проведення повірки:

- температура  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ;
- відносна вологість 84...106,7кПа;
- відхилення напруги живлення від номінального не більше за  $\pm 5\%$ , частоти живлення  $50 \pm 1$ Гц.

Балони повинні бути розташовані просторово у горизонтальному положенні. Необхідно забезпечити температуру балону з газом (або газу, пропускаючи через змійовик) температурі місця знаходження сенсору. На балонах повинна бути бирка з вказівкою номінального значення ПГС та похибка її атестації. Дозволяється використовувати генератори, якщо гарантується похибка атестації ПГС по процедурі її приготування.

## 4 Визначення нормованих МХ

4.1 Привести у робочий стан виріб згідно РЭ, ТУ і т. д..

У залежності, як представлена НСФП, перевірку основної допустимої похибки  $\Delta_d$  проводять по трьом газам - ПГС (див. рис. 2 та табл.1).

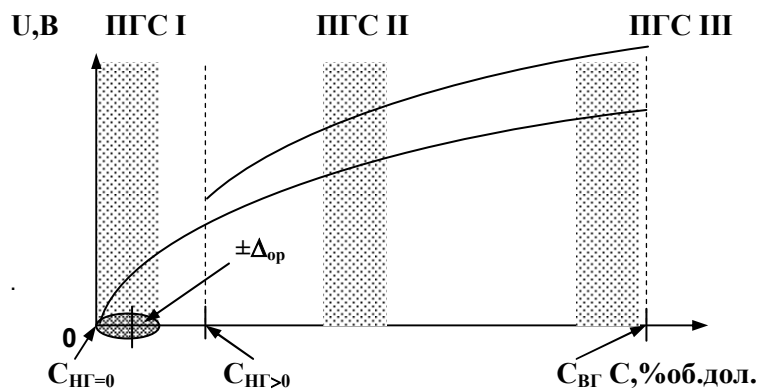


Рис. 2 Вибір ПГС у залежності від виду НСФП

Таблиця 1 Формули для розрахунку ПГС у залежності від виду НСФП

№ ПГС	Формула для вирахування концентрації ПГС ( $C_{НГ}=0$ )	Формула для вирахування концентрації ПГС ( $C_{НГ}>0$ )
ПГС I	Чисте повітря кл. 0-Згідно ГОСТ17433	$(C_{НГ}+\Delta_{ор})\pm\Delta_{ор}$
ПГС II	$(0,5\pm0,1)C_{ВГ}$	$0,5(C_{НГ}+C_{ВГ})\pm\Delta_{ор}$
ПГС III	$(0,9\pm0,1)C_{ВГ}$	$(C_{ВГ}-2\Delta_{ор})\pm\Delta_{ор}$

Подаючи ПГС на сенсор у послідовності 1-2-3-2-1-3 знімають значення вихідного сигналу.

4.2. Оцінку основної абсолютної похибки на кожній суміші виконують наступним шляхом:

- подають ПГС на сенсор;
- через заданий час вимірюють вихідний сигнал;
- визначають по номінальній статичній функції перетворення значення концентрації, відповідному значенню вихідного сигналу;
- вираховують різницю між одержаним значенням та значенням концентрації згідно паспорту на ПГС.

Одержана різниця є оцінкою основної абсолютної похибки для кожної суміші.

За основну абсолютну похибку приймають найбільшу різницю між одержаними значеннями по НСФП та відповідними значеннями, згідно паспортів, на ПГС.

4.3. За варіацію приймають різницю між одержаними значеннями по НСФП та відповідними значеннями, згідно паспортів на ПГС, для суміші 2.

4.4. Визначення додаткової абсолютної похибки від зміни температури довкілля виконують одночасно з перевіркою стійкості до підвищеної (пониженої) температури. При цьому забезпечують вирівнювання температури контрольованого середовища з температурою ПГС.

Використовують суміші – ПГС I та ПГС III у наступній послідовності:

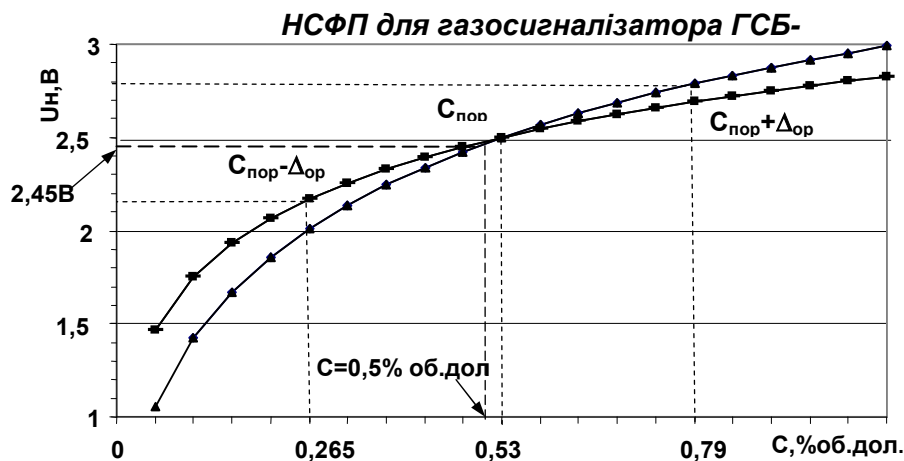
- послідовно подають ПГС I та ПГС III при максимальній та мінімальній робочих температурах та фіксують значення концентрацій по НСФП;
- визначають різницю значень концентрацій при різних температурах для кожної суміші;
- одержані значення ділять на кількість інтервалів по  $10^{\circ}\text{C}$ , припадаючих на даний діапазон температур. Одержані результати дають оцінку додаткової похибки у двох точках діапазону вимірювання.

4.5. Час спрацьовування визначають шляхом подачі суміші концентрацією у 1,6 рази більшої за сигнальну (відхилення не повинно перевищувати  $\pm 10\%$ ) та фіксують спрацьовування сигналізатора з моменту стрибкоподібної зміни концентрації.

Інші МХ визначають згідно ДСТУ3377.

Приклад по визначенню  $\Delta_d$  для газосигналізатора ГСБ-01:

На приведеній НСФП для газосигналізатора ГСБ-01 криві відповідають крайнім значенням параметрів сенсорів дозволених по ТУ використання.



Нехай, при подачі ПГС з паспортними даними  $C=0,6\%$  об. дол. метану у повітрі,  $\Delta_{ор}=0,05$  об. дол. метану у повітрі, одержали на виході ПВП сигнал, рівний  $U_n=2,45$ В, що відповідає концентрації  $C=0,5\%$  об. дол. метану у повітрі. Різниця між значенням концентрації ПГС та одержаній згідно НСФП складає:  $\Delta=0,6-0,5=0,1\%$  об.дол.метану у повітрі, а враховуючи похибку атестації ПГС основна допустима похибка ГСБ-01 складає  $\Delta \pm \Delta_{ор}=0,1 \pm 0,05=0,15$  об. дол. метану у повітрі.

Оскільки згідно ТУ на ГСБ-01 основна допустима похибка не більша за  $\pm 0,26515$  об. дол. метану у повітрі, а одержана допустима похибка не перевищує дозволених значення, прилад вважається витримавши повірку.

## 5 Мета роботи

Проведення повірки газосигналізатора ГСБ-01 та визначити його придатність до використання по прямому призначенню.

## 6 Необхідні вихідні матеріали, засоби вимірювання

6.1 Газосигналізатор ГСБ-01.

6.2 Інструменти та матеріали (паяльник, пінцет, бокоріз, скальпель, припій, флюс).

- 6.3 Засоби вимірювання (мультиметр, тестер, осцилограф), блок живлення.
- 6.4 Камера повірна.
- 6.5 Балон з метаном (пропан-бутаном).
- 6.6 Інженерний калькулятор.

## 7 Технічні дані

Схема електрична принципова газосигналізатора ГСБ-01 приведена на рис. 4.

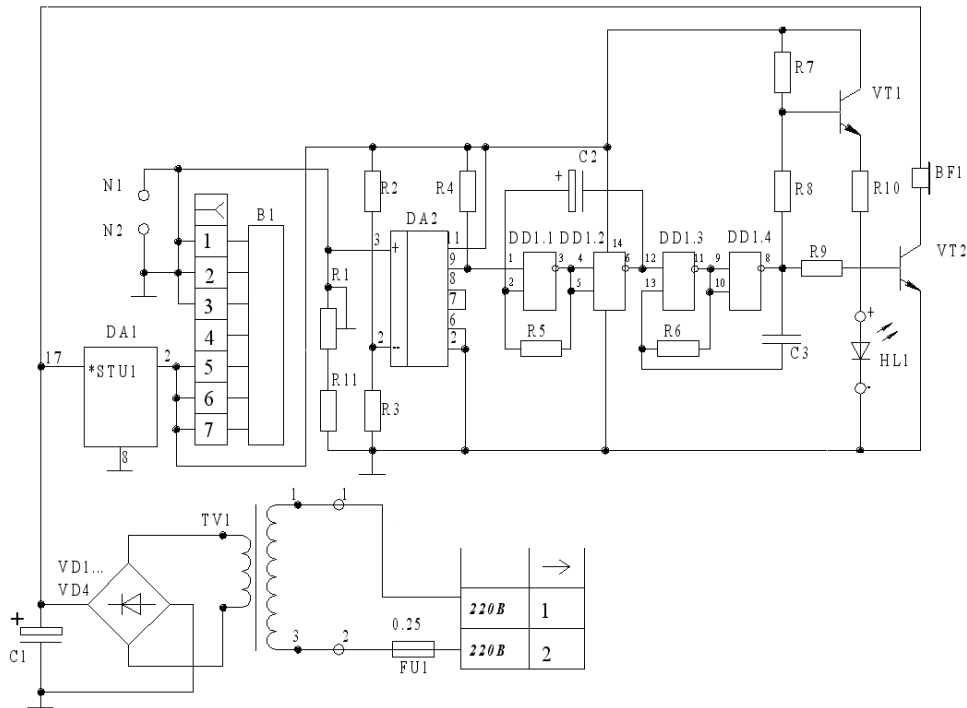


Рис.4 Схема електрична принципова газосигналізатора ГСБ-01

Первинний вимірювальний перетворювач реалізований на адсорбційно-чутливому елементі типу АЧЕ-01 та опорях R1 та R11. Збільшення концентрації газу (метану) приводить до збільшення напруги на R1 та R11 і, при перевищенні його значення опорної напруги на виході компаратора DA2 встановлюється сигнал лог.1, який запускає генератори на основі DD1.1, DD1.2, C2, R5 та DD1.3, DD1.4, C3, R6. З виходу генераторів сигнали через опори R8 та R9 поступають на емітерний повторювач на основі транзистора VT1, R7, R8, R10 та HL1, що забезпечує постійне свічення світлодіоду при відсутності газу та імпульсне, з тривалістю  $\sim 0,4$  с підвищеної інтенсивності при перевищенні концентрації газу вище порогового значення. Аналогічно відбувається видача звукового сигналу капсулем BF1 при наявності на вході транзистора VT2 модульованого сигналу з генераторів при перевершенні концентрації газу вище порогового значення. Живлення газосигналізатора - від стабілізованого джерела напруги на основі стабілізатора у мікро схемному виконанні DA1.

7.1 Газосигналізатор повинен видавати звуковий та світловий сигнали при появі у місці його встановлення газоповітряної суміші метану концентрації 10% від НКПВ (нижньої концентраційної границі займання), що відповідає 0,53 % об'ємної долі метану у повітрі.

7.2 Границя допустимої похибки спрацьовування газосигналізатора не більша  $\pm 5\%$  від НКПВ.

7.3 Час прогріву не більше 30 хв.

7.4 Час видачі звукового та світлового сигналів, відрахований з моменту подачі на вхід чутливого елемента сигнальної концентрації до моменту видачі сигналу, не більше 60 с.

7.5 Рівень тиску звукового сигналу не менше 40 дБ на відстані 1 м по осі газосигналізатора.

7.6 Напруга живлення  $220^{+10\%}_{-15\%}$  В, частотою  $(50 \pm 1)$  Гц.

7.8 Споживана потужність не більша 15 В·А.

7.9 Габаритні розміри не більші  $150 \times 82 \times 72$  мм.

7.10 Маса не більша 1 кг.

7.11 Середнє напрацювання на відмову не менше 14000 год.

7.12 Середній строк служби до списування не менше 5 років.

## **8 Порядок виконання роботи**

8.1 Ознайомитися з порядком приготування ПГС.

8.2 Провести розрахунки по приготуванню необхідних ПГС.

8.3 Виконати вимірювання.

8.4 Побудувати передавальну характеристику для різних значень ПГС. Провести за необхідності підстройку приладу.

## **9 Оформлення звіту**

9.1 Назва роботи.

9.2 Короткий опис роботи з основними формулами, які використані в процесі проведення обчислень експериментальних даних.

9.3 Висновки

## Лабораторна робота №4

### Перевірка чутливості течешукача ТГ-03

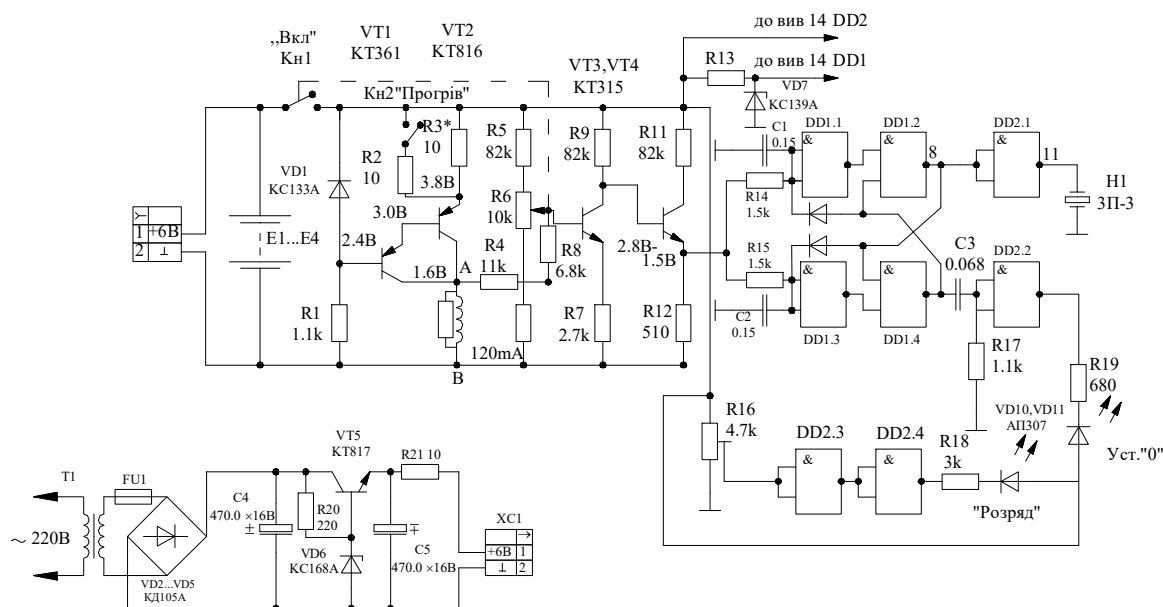
#### 1 Вимоги до течешукачів та порядок визначення їх чутливості

Течешукач, як індикатор, не відноситься до засобів вимірювання. Тому для приладів такого класу не визначають нормовані метрологічні параметри, а визначають їх чутливість.

#### 2 Технічні дані

Течешукач ТГ-03 складається з генератора струму на транзисторах VT1 та VT2, який забезпечує живлення стабільним струмом сенсор прямого підігріву В1. Струм живлення – 120 мА. Оскільки при зростанні концентрації газу відбувається зменшення спаду напруги на останньому у течешукачові передбачений інвертор на основі VT3 та емітерний підсилювач для управління звуковою сигналізацією на основі DD1 при збільшенні концентрації контрольованого газу. Видача звукового сигналу – п'єзоелектричним дзвоником ЗП-3. Розряд акумуляторних елементів контролюється компаратором на основі DD2. Інформацію про стан розрядки акумуляторних елементів за допомогою HL1, а установки «0» - за допомогою HL2. Передбачено зарядку акумуляторних елементів E1...E4 мережевим адаптером стандартного типу.

Течешукач газовий



Основні його параметри наступні:

- 2.1 Максимальна чутливість по метану 0,01%.
- 2.2 Час прогріву 4-8 с.

- 2.3 Час реагування 2-3 с.
- 2.4 Час неперервної роботи не менше 3 год.
- 2.5 Габаритні розміри (без зонда) 165×70×25 мм.
- 2.6 Маса 300 г.
- 2.7 Забороняється експлуатація приладу ТГ-3 у вибухонебезпечних зонах і приміщеннях.
- 2.8 Течошукач живиться від вбудованих 4-х акумуляторів Д-0,55С.

### **3 Мета роботи**

Проведення перевірки чутливості течошукача ТГ-03 та визначення його придатності до використання по прямому призначенню.

### **4 Необхідні вихідні матеріали, засоби вимірювання**

- 4.1 Течошукач ТГ-03.
- 4.2 Інструменти та матеріали (паяльник, пінцет, бокоріз, скальпель, припій, флюс).
- 4.3 Засоби вимірювання (мультиметр, тестер, осцилограф), блок живлення.
- 4.4 Камера повірна.
- 4.5 Балон з метаном (пропан-бутаном).
- 4.6 Інженерний калькулятор.

### **5 Порядок виконання роботи**

- 5.1 Ознайомитися з порядком приготування ПГС.
- 5.2 Провести розрахунки по приготуванню необхідних ПГС.
- 5.3 Виконати вимірювання.
- 5.4 Побудувати передавальну характеристику для різних значень ПГС. Провести за необхідності підстройку приладу.

### **6 Оформлення звіту**

- 6.1 Назва роботи.
- 6.2 Короткий опис роботи з основними формулами, які використані в процесі проведення обчислень експериментальних даних.
- 6.3 Висновки