
УДК 623.004.67

С.С. Котляр

Генеральний Штаб Збройних Сил України, Київ

ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДІВ ПОВІРКИ (КАЛІБРУВАННЯ) РАДІОТЕХНІЧНИХ ВЕЛИЧИН ПЕРЕТВОРЮВАЧА НАПРУГИ

В статті проаналізовано основний метод повірки (калібрування) величин перетворювача напруги, визначені його недоліки, запропоновано метод термоелектричного компарування (порівняння), приведені схеми повірки за цим методом, запропоновано порядок визначення похибок термоперетворювачів напруги.

Ключові слова: величина перетворювача напруги, похибки вимірювання.

Вступ

Постановка задачі. Забезпечення єдності вимірювань параметрів озброєння та військової техніки

(ОВТ) в польових умовах суттєво впливає на підвищення боєготовності ОВТ військ (сил). Вирішення питання єдності вимірювань в польових умовах здійснюється за допомогою комплексного метрологічно-

го обслуговування військових частин виїзними метрологічними групами в складі пересувних лабораторій вимірювальної техніки (ПЛВТ) баз вимірювальної техніки Озброєння Збройних Сил України. Забезпечення точного виміру струму напруги і потужності в звуковому діапазоні частот здійснюється за допомогою перетворювача напруги термоелектричного такого як ПНТЭ-6А, що є на озброєнні ПЛВТ УА2-4/Б.

Постійне підвищення вимог до точного вимірювання струму напруги і потужності в звуковому діапазоні частот ОБТ військ (сил) в польових умовах обумовлює актуальність даної науково-прикладної задачі.

Аналіз літератури дослідження методів повірки (калібрування) радіотехнічних величин розглядаються в [1 – 5]. В [1] розглянуті загальні відомості про цифрові вимірювальні прилади, методи та засоби вимірювання. В [2] викладаються принципи цифрової обробки сигналів у вимірювальних приладах та системах. В [3] визначені основні положення повірки засобів вимірювання електричних величин. В [4] розглядаються питання організації та порядку експлуатації вимірювальної техніки у ЗС України. В [5] встановлюються правила експлуатації вимірювальної техніки військового призначення. Разом з цим лишаються відкритими питання, які пов'язані з визначенням методу повірки радіотехнічних величин перетворювача напруги в польових умовах силами виїзної метрологічної групи (ПЛВТ) бази вимірювальної техніки Озброєння Збройних Сил України.

Метою статті є визначення методу повірки радіотехнічних величин перетворювача напруги в польових умовах

Основний матеріал

Основним методом на якому базується перетворювач напруги є термоелектричний метод компарування, в якому вимір величин змінного струму зводиться до вимірів постійного струму, еквівалентного йому по тепловій дії [1]. Похибка виміру величин змінного струму при цьому не перевершує 0,1% в діапазоні частот 50: 100 Гц і 0,2% в діапазоні частот 1000: 20000 Гц [2]. Така висока точність виміру притаманна перетворювачу напруги ПНТЭ-6А, якій використовується для повірочних цілей та лабораторних досліджень у ПЛВТ УА2-4/Б. Для кожного вимірюваного значення змінного струму існують еквівалентні значення постійного струму, тому необхідно використовувати цим методом але він має деякі вади, а саме громіздкість та неможливість використання в польових умовах. В цих приладах є суттєві недоліки, що не дозволяють робити повірку з малими похибками. Найбільш суттєві недоліки цих приладів є залежність їх свідчень від зовнішньої температури, від непостійності вольт-амперних характеристик та неможливість зміни термоперетво-

рювачів без порушення градування приладу.

Для вирішення задачі точного вимірювання струму напруги і потужності в звуковому діапазоні частот ОБТ військ (сил) в польових умовах запропонуємо метод термоелектричного компарування (порівняння), якій полягає в заміні вимірюваної величини (напруга або сили змінного струму) еквівалентної її по викликуваному ефекту величиною (напругою або силою постійного струму), та якій складатиметься з методики різночасного порівняння та методики одночасного порівняння.

При методиці різночасного порівняння використовують один термоперетворювач, якій по черзі включають в ланцюг змінного струму та в ланцюг регульованого постійного струму. Про рівність значень вхідних величин змінного та постійного струму можна судити по ідентичності значень початкових величин перетворювачів.

При методиці одночасного порівняння використовують два термоперетворювача, які відповідно включають в ланцюг змінного і постійного струму. Характеристики цих термоперетворювачів вибирають такими, щоб при рівності значень вхідних величин були б рівні і значення початкових величин термоперетворювачів. Для засобів вимірювальної техніки, які випускаються вітчизняною промисловістю, в основному використовується методика різночасного порівняння, яка хоча і менш продуктивна, але простіше реалізується конструктивно, надійніша й забезпечує вищу точність компарування. Методику різночасного компарування можна реалізувати двома способами: з повним і з неповним урівноваженням.

При першому способі вимагаються повної рівності початкових величин, що свідчить про рівність вхідних величин постійного і змінного струму. Величину постійного струму вимірюють зразковим приладом (потенціометром постійного струму) і отриманого значення набувають рівним значенням вимірюваної величини змінного струму.

При другому способі передбачається почергове подання на вихід термоперетворювача вимірюваної величини змінного струму і величини постійного струму, значення якого відоме і трохи відрізняється від значення вимірюваної величини. В цьому випадку різниця початкових сигналів перетворювача за умови лінійності його характеристики пропорційна різниці значень вхідних величин змінного і постійного струму. Цей спосіб дозволяє створити швидкодіючі автоматичні засоби повірки. Відомо, що для відмічених діапазонів частот похибка вимірів напруги або сили змінного струму

$$\Delta = \delta = +\delta_{\text{п}}, \quad (1)$$

де $\delta = -$ похибка вимірів величини постійного струму;

$\delta_{\text{п}}$ – похибка переходу від вимірюваної величини змінного струму до величини постійного струму.

Похибка переходу складається із частотної похибки δ_f і похибка через асиметрії δ_α , яка обумовлена залежністю початкової величини термоперетворювача від полярності постійного струму.

В цьому випадку вираз (1) набирає вигляду

$$\Delta = \delta = +\delta_\alpha + \delta_f. \quad (2)$$

При повірці термоперетворювачів напруги і струму визначають відмічені у виразі (2) складені похибки. Повірка термоперетворювачів напруги виконується за схемою, яка приведена на рис. 1:

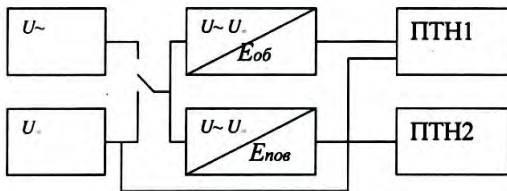


Рис. 1. Схема повірки термоперетворювачів напруги

Паралельно з'єднані еталонний і повірений термоперетворювачі по черзі підключають до джерел напруги постійного $U =$ і повіряемого $U \sim$. Початкові величини перетворювачів вимірюють потенціометрами ППТ1 і ППТ2. Похибка вимірювання напруги постійного струму визначається значеннями похибок засобів вимірювань, що використовуються при вимірюваннях вхідних і вихідних значень напруги постійного струму.

Частотну похибку δ_f – визначають як суму двох складових: δ_{f0} – похибка переходу від постійної напруги до змінної напруги частотою 1кГц і $\delta_{f0} \rightarrow F_1$ – похибки переходу від напруги частотою 1кГц до напруги вибраної частоти. Абсолютну похибку переходу від напруги частотою 1кГц до напруги постійного струму $\Delta\delta_{f0}$ визначають як різницю напруг постійного струму на вході термоперетворювачів, одного з яких $U_{об}$ еквівалентно дії напруги змінного струму частотою 1кГц на вході еталонного термоперетворювача, а інше $U_{пов}$ – дії тієї ж напруги на вході вивіреного перетворювача.

Відносну похибку δ_{f0} визначають, за формулою

$$\delta_{f0} = \Delta f / U, \quad (3)$$

де U – номінальне значення напруги, при якій звіряють термоперетворювачів.

Повірка термоперетворювачів струму виконується за схемою, визначеною на рисунці 2.

Послідовно сполучені еталонний і повірений термоперетворювачі по черзі підключають до джерел напруги постійного і змінного струму. Похибка виміру сили постійного струму визначається похибками потенціометрів і зразкової котушки.

Порядок визначення частотної похибки аналогічний визначенню частотної похибки термоперетворювачів напруги.

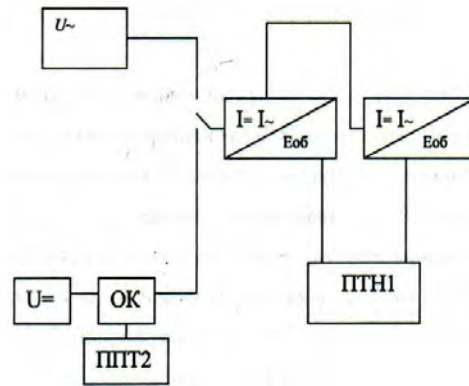


Рис. 2. Схема повірки термоперетворювачів струму

Так, похибка переходу від сили струму частотою 1кГц до сили постійного струму визначають як відносну різницю значень постійного струму, який протікає через нагрівачі термоперетворювачів. Одне зі значень струму створюється напругою постійного струму, еквівалентною дії напруги змінного струму частотою 1кГц, на еталонному термоперетворювачі, а іншого – напругою постійного струму, еквівалентною дії напруги змінного струму частотою 1кГц на вивіреному термоперетворювачі.

Висновки

1. В статті визначено основні недоліки термоелектричного методу компарування щодо використання в польових умовах.
2. Запропоновано метод термоелектричного компарування (порівняння) що складається з методики різночасного порівняння та методики одночасного порівняння.
3. Приведені схеми повірки за цим методом, запропоновано порядок визначення похибок термоперетворювачів напруги.

Список літератури

1. Чинков В.М. Цифрові вимірювальні прилади / В.М. Чинков: підручн. – Х.: НТУ «ХПІ», 2008. – 507 с.
2. Андриянов А.В. Цифровая обра ботка сигналов в измерительных приборах и системах. / А.В. Андриянов., И.И. Шпак: учебн. – Минск: Высшая школа, 1987. – 176 с.
3. Метрологическое обеспечение и поверка средств измерений электрических величин / С.И. Кондрашов, В.К. Гусельников и др.: учеб. пособ. – Х.: НТУ «ХПІ», 2007. – 287 с.
4. Войтенко С.С. Нормативны та організаційні основи метрологічного забезпечення військ (сил) / С.С. Войтенко., С.В. Герасимов: навч.-метод. пособ. – Х.:ХУПС, 2012. – 292 с.
5. Наказ заступника Міністра оборони з озброєння – начальника озброєння ЗС України «Про затвердження Керівництва з організації та порядку експлуатації вимірювальної техніки у ЗС України» від 1.06.2001.

Надійшла до редколегії 22.06.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДОВ ПОВЕРКИ (КАЛИБРОВАНИЯ) РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ НАПРУГИ**

С.С. Котляр

В статье проанализирован основной метод поверки (калибрования) величин преобразователя напряжения, определены его недостатки, предложен метод термоэлектрического компарирования (сравнения), приведены схемы поверки по этому методу, предложен порядок определения погрешностей термопреобразователей напряжения.

Ключевые слова: величина преобразователя напряжения, погрешности измерения.

**DETERMINATION OF METHODS OF CHECK (CALIBRATIONS)
OF RADIO ENGINEERINGS SIZES OF TRANSFORMER OF TENSION NAPRUGI**

S.S. Kotlyar

The basic method of check (calibrations) of sizes of transformer of tension is analysed in the article, his failings are certain, the method of термоэлектрического компарирования (comparisons) is offered, the charts of check are resulted on this method, the order of determination of errors of термопреобразователей of tension is offered.

Keywords: size of transformer tension, measuring errors.