

УДК 65.011.56

Р.Г. Хадеев¹, С.Г. Синичкин¹, С.А. Манцеров¹, В.Ю. Максимов²**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПОВЕРКИ ДЕЛИТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА**Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹,
Нижегородский центр стандартизации и сертификации²

В данной статье мы рассмотрим один из важных элементов схмотехники – делитель напряжений. В статье представлена методика поверки делителей напряжений постоянного тока. На каждом этапе данного процесса поверки описаны действия поверителя и, на его основе, разработана и проанализирована соответствующая функциональная модель данного процесса.

Ключевые слова: делители напряжений постоянного тока, поверка, моделирование процессов.

В процессе измерения любой физической величины происходят преобразования сигнала измерительной информации. Устройства, выполняющие преобразование сигнала, называют преобразователями. Конструктивно преобразователь может быть выполнен как неотъемлемая часть какого-либо средства измерения или как самостоятельное средство измерения, которое можно использовать в сочетании с другими средствами измерений. Преобразователи, выполненные как самостоятельное средство измерения, называют измерительными преобразователями. Метрологические характеристики измерительных преобразователей нормируются независимо от метрологических характеристик средства измерения, с которым используются преобразователи в каждом конкретном случае. Поэтому поверка измерительного преобразователя представляет самостоятельную метрологическую задачу.

Делитель напряжения - это устройство, состоящее из резистивной схемы с фиксированными коэффициентами деления, обеспечивающей между двумя выходными зажимами выходное напряжение, равное заранее определённой части входного напряжения, приложенного между двумя входными зажимами. Делители напряжения бывают индивидуальные, встроенные внутрь прибора, и взаимозаменяемые.

Одной из важнейших метрологических характеристик делителя напряжения является коэффициент деления. Коэффициентом деления k называют отношение входного напряжения $U_{ВХ}$ к выходному напряжению $U_{ВЫХ}$

$$k = U_{ВХ} / U_{ВЫХ}.$$

Погрешность делителя напряжения нормируется в относительной форме в процентах от номинального значения коэффициента деления. Предел допускаемой основной погрешности делителей напряжения численно равен классу точности делителя напряжения.

Методика поверки делителей производится в следующем порядке:

I. *Внешний осмотр.* При внешнем осмотре должны быть установлены:

- исправность контактных зажимов;
- надежность закрепления отдельных частей делителя;
- соответствие маркировки делителя требованиям.
- плавность хода и четкая фиксация переключателей (при наличии);
- соответствие комплектности делителя (кроме запасных частей) требованиям технической документации на делитель.

II. *Опробование.* Производится проверка работы термостатирующего устройства у

термостатированных делителей.

III. *Определение сопротивления изоляции.* Сопротивление изоляции определяют между измерительной цепью делителя и его корпусом, а также между измерительной цепью и соединенными накоротко цепями термостатирующего устройства и между электрически соединенными цепями терморегулирования и корпусом.

IV. *Проверка электрической прочности изоляции.* Электрическую прочность изоляции проверяют между измерительной цепью и корпусом делителя. При наличии в делителе, кроме измерительной, других цепей (например, цепь терморегулирования) электрическую прочность изоляции определяют между этими цепями и измерительной цепью, а также между каждой из этих цепей и корпусом.

V. *Определение основной погрешности делителей* производится либо с устройством для самокалибровки, либо без устройства самокалибровки, или же для делителей, выпускаемых из ремонта, в случае замены резисторов измерительной цепи.

Определение основной погрешности делителей без устройства для самокалибровки.

Основную погрешность определяют измерением:

1. *Входного к выходного сопротивлений делителя методом сравнения с образцовой мерой сопротивления или методом замещения (для делителей классов точности 0,001 и менее точных).* Сопротивления делителя методом сравнения с образцовой мерой сопротивления измеряют по схеме, приведенной на рис. 1, а сопротивления делителя методом замещения – по схеме, приведенной на рис. 2.

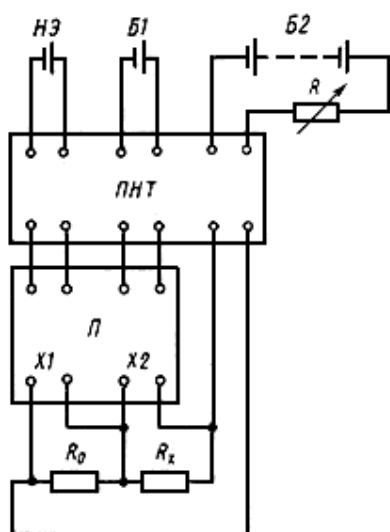


Рис. 1

П - потенциометр постоянного тока; *ПНТ* - переключатель направления тока; *R₀* - образцовая мера сопротивления; *R_x* - измеряемое сопротивление; *R* - регулировочный магазин сопротивлений; *НЭ* - нормальный элемент; *Б1, Б2* - источники питания

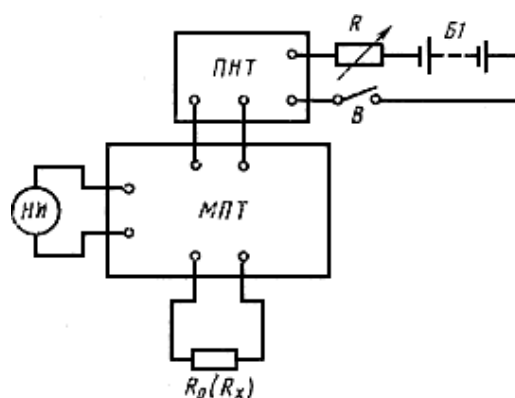


Рис. 2

МПТ - мост постоянного тока, *НИ* - нулевой индикатор

2. *Входного и выходного напряжений делителя компенсационным методом (для делителей классов точности 0,005 и менее точных).* В этом случае используют потенциометры, классы точности которых зависят от классов точности делителей и их коэффициентов деления. Делители проверяют по схеме, приведенной на рис. 3. Источник питания выбирают таким, чтобы напряжение на входе делителя было близко к верхнему пределу измерения по-

тенциометра.

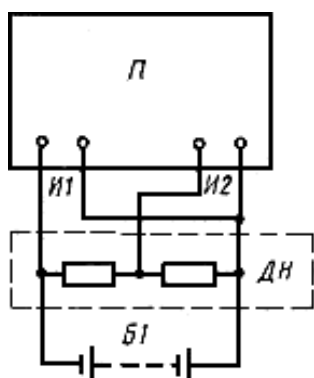


Рис. 3.
ДН - делитель напряжения

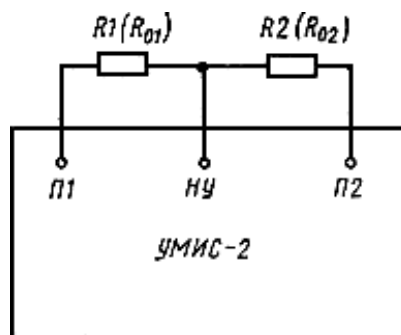


Рис. 4.
 R_{01}, R_{02} - сопротивления меры отношения;
 $R1, R2$ - сопротивления делителя

3. Отношения сопротивлений делителя методом сравнения с образцовой мерой отношения (для делителей классов точности 0,01 и более точных). Отношение сопротивлений делителя с образцовой мерой отношения сравнивают по схеме, приведенной на рис. 5. При этом сравниваемые сопротивления должны иметь значение в диапазоне 10^2 - 10^5 Ом.

4. Входного и выходного напряжений делителя при номинальном напряжении с помощью образцовых мер напряжения (для делителей класса точности 0,0005 и менее точных). В данном случае определяют основную погрешность измерением входного и выходного напряжений делителя при номинальном напряжении. Измерение выполняют по схемам, приведенным на рис. 5.

Схема измерения калибратором

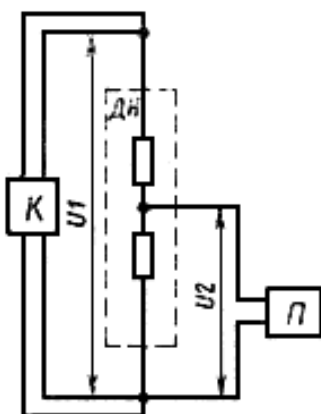


Схема измерения регулируемым источником постоянного напряжения

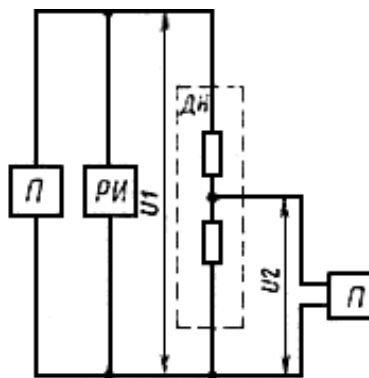


Рис. 5.

ДН - делитель напряжения; К - образцовая мера постоянного напряжения (калибратор); РИ - регулируемый источник постоянного напряжения; П - образцовое средство измерения постоянного напряжения

Определение основной погрешности делителей с устройством для самокалибровки (автономной поверки). Перед определением основной погрешности делителя с устройством для регулирования коэффициентов деления следует произвести подстройку делителя. Основную погрешность делителей классов точности 0,0001 и менее точных определяют сравнением сопротивлений делителя, имеющих одинаковые значения. Принципиальная схема делителя с устройством для поверки без измерительных катушек сопротивления приведена на рис. 6.

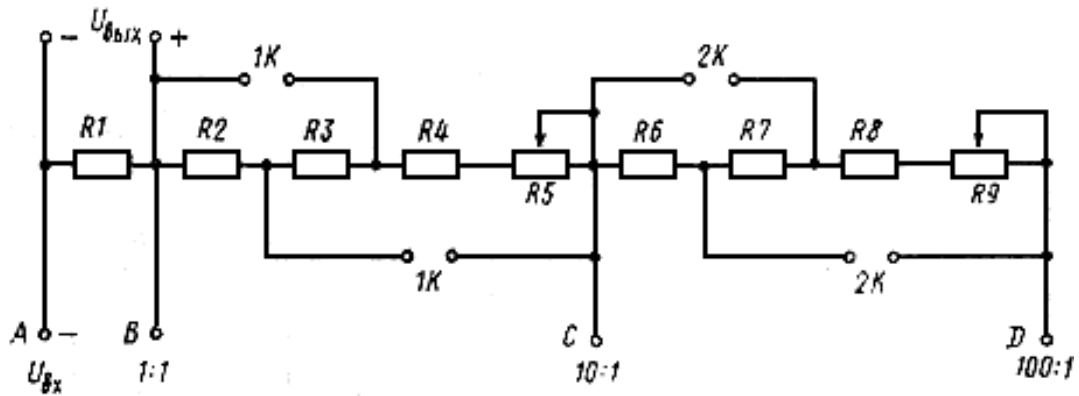


Рис. 6.

Определение основной погрешности делителей, выпускаемых из ремонта, в случае замены резисторов измерительной цепи. Основную погрешность делителей определяют в такой последовательности: на вход делителя в течение 2 ч подают напряжение, максимально возможное для поверяемого коэффициента деления. Затем сразу же после снятия напряжения определяют основную погрешность делителя одним из методов, указанных в «определение основной погрешности делителей без устройства для самокалибровки» и «определение основной погрешности делителей с устройством для самокалибровки». Допускается применять другие методы поверки, обеспечивающие необходимую точность. Основная погрешность делителей должна соответствовать требованиям ГОСТ 11282-75.

Для данного процесса поверки делителей напряжений разработаем и представим функциональную модель (рис. 7–9).

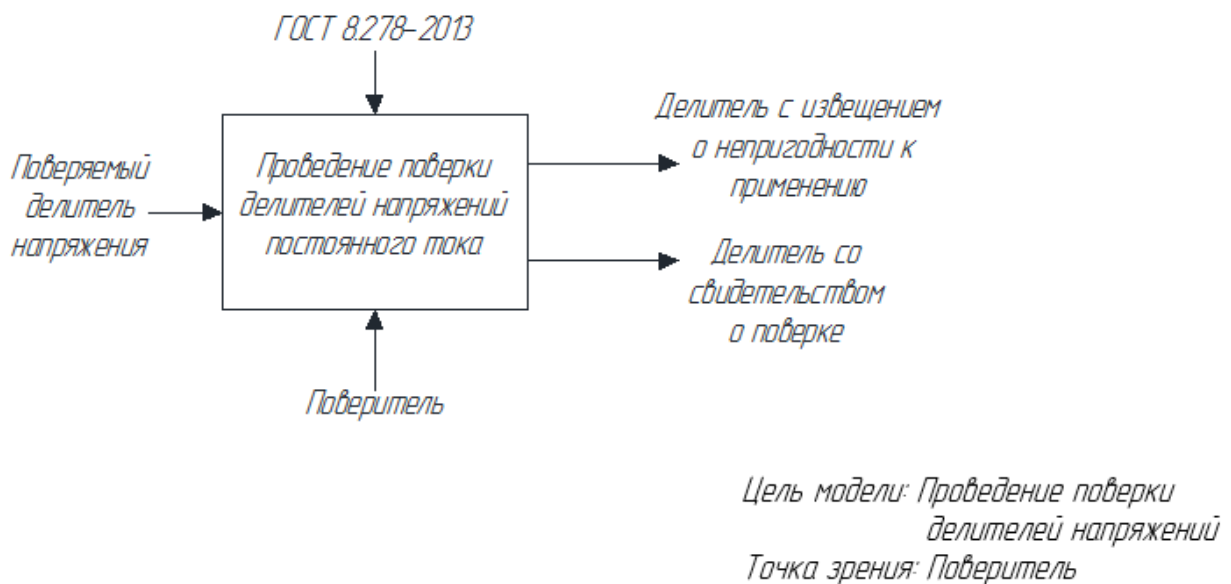


Рис. 7. Контекстная диаграмма процесса поверки делителей напряжений

Библиографический список

4. ГОСТ 8.278-78. ГСИ. Делители напряжения постоянного тока измерительные. Методы и средства поверки.
5. **Усеинов А.Р.** Поверка и калибровка аналоговых измерительных преобразователей: учеб. пособие / А.Р. Усеинов. – М.: АСМС, 2002. – 62 с.

*Дата поступления
в редакцию 11.12.2014*

R. G. Khadeev¹, S. G. Sinichkin¹, S. A. Mantserov¹, V. Yu. Maksimov²

MODEL DEVELOPMENT OF DIRECT CURRENT VOLTAGE DIVIDERS VERIFICATION PROCESS

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alexeev¹,
Nizhny Novgorod Standardization and Certification Centre²

This article deals with one of the main elements of circuit engineering – a voltage divider. This article presents methods of direct current voltage dividers verification. A verification officer's actions at each stage of the process are described, and a relevant functional model of this process is set up and analyzed on this basis.

Key words: direct current voltage dividers, verification (calibration), processes modeling.