

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
(ФГУП "УНИИМ") ГОССТАНДАРТ РОССИИ

УТВЕРЖДАЮ:
Зам. директора ФГУП "УНИИМ"



С.В. Медведевских

27 03 2008 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ПРИБОРЫ СРАВНЕНИЯ КНТ-05

Методика поверки

№ МП 78-262-2007

Екатеринбург
2008 г

Предисловие

РАЗРАБОТАНА: ФГУП "Уральский научно-исследовательский институт метрологии"
(ФГУП "УНИИМ"), ООО Предприятие "Техника метрологии для энергетики, Екатеринбург"
(ООО Предприятие "ТМЕ")

Исполнители: Ю.И. Дидик (ФГУП УНИИМ)

Ю.И. Сычев (ФГУП УНИИМ)

Утверждена ФГУП "УНИИМ" 27.03.2008

ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения ФГУП УНИИМ или ООО Предприятие "ТМЕ"

Содержание

1. Область применения	4
2. Нормативные ссылки	4
3. Операции поверки	4
4. Средства поверки	5
5. Требования к квалификации поверителей	6
6. Требования безопасности	6
7. Условия поверки	6
8. Подготовка к поверке	7
9. Проведение поверки	7
9.1. Внешний осмотр	7
9.2. Проверка электрической прочности изоляции	7
9.3. Определение электрического сопротивления изоляции	7
9.4. Опробование	7
9.5. Определение метрологических характеристик	8
10. Оформление результатов поверки	22

ПРИБОР СРАВНЕНИЯ КНТ-05

Методика поверки

МП-78-262-2007

Дата введения 27.03.2008

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на приборы сравнения КНТ-05 (КНТ-05А) (далее по тексту – прибор), разработанные ООО Предприятие "ТМЕ", г. Екатеринбург, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Рекомендуемый межповерочный интервал – один год.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ 12.2.007-75 ССБТ. Изделия общетехнические. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.
- ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (Правила безопасности).

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть проведены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	9.1	Да	Да
2 Проверка электрической прочности изоляции	9.2	Да	Нет
3 Определение электрического сопротивления изоляции	9.3	Да	Да
4 Опробование	9.4	Да	Да
5 Определение метрологических характеристик	9.5	Да	Да
5.1 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении относительного значения силы тока	9.5.1	Да	Да
5.2 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении относительной разности действующих значений двух токов	9.5.2	Да	Да
5.3 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении абсолютной разности фаз двух токов	9.5.3	Да	Да
5.4 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении активной и реактивной составляющих полного сопротивления	9.5.4	Да	Да
5.5 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении действующего значения напряжения в диапазоне от 5 до 250 В (КНТ-05) и в диапазоне от 5 до 1000 мВ (КНТ-05А)	9.5.5	Да	Да
5.6 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении относительной разности действующих	9.5.6	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
значений двух напряжений в диапазоне от 5 до 250 В (КНТ-05) и в диапазоне от 5 до 1000 мВ (КНТ-05А)			
5.7 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении абсолютной разности фаз двух напряжений в диапазоне от 5 до 250 В (КНТ-05) и в диапазоне от 5 до 1000 мВ (КНТ-05А)	9.5.7	Да	Да
5.8 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении активной и реактивной составляющих полной проводимости (КНТ-05)	9.5.8	Да	Да
5.9 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении частоты	9.5.9	Да	Да

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть использованы средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9.2	Пробойная установка УПУ-10, переменное напряжение (10±1) кВ
9.3	Мегаомметр Ф4102/1-1М, диапазон измерения сопротивления (0,15-20000) МОм, основная погрешность измерения ±30%, напряжение 500 В.
9.5.1	Мультиметр НР34401А, диапазон измерения переменного тока (0-3) А, основная относительная погрешность ±0,05%. <i>Трансформатор питающий И57. Лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2.5, номинальный ток нагрузки 10 А.</i>
9.5.2	Магазин сопротивлений Р33, диапазон 0,1-99999,9 Ом, класс точности 0,2. Катушка сопротивления Р321, номинальное сопротивление 0,1 Ом, класс точности 0,01. Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5, класс точности 0,05. <i>Трансформатор питающий И57. Лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2.5, номинальный ток нагрузки 10 А.</i>
9.5.3	Магазин сопротивления Р33, диапазон 0,1-99999,9 Ом, класс точности 0,2. Магазин емкости Р5025, диапазон 0-100 мкФ, класс точности 0,5. <i>Трансформатор питающий И57. Лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2.5, номинальный ток нагрузки 10 А.</i>
9.5.4	Катушки сопротивления Р321, номинальные сопротивления 0,1 Ом, 1 Ом и 10 Ом, класс точности 0,01. Магазин сопротивления Р33, диапазон 0,1-99999,9 Ом, класс точности 0,2. Магазин емкости Р5025, диапазон 0-100 мкФ. Класс точности 0,5. <i>Трансформатор питающий И57. Лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2.5, номинальный ток нагрузки 10 А.</i>
9.5.5	Мультиметр НР34401А, диапазон измерения переменного напряжения (0-300) В, основная относительная погрешность ±0,05%. <i>Трансформатор однофазный ПОбС-3А, диапазон напряжения (0-250) В. Лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2.5, диапазон напряжения (0-250) В. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-118, диапазон напряжений (0-10) В.</i>

Номер пункта методики	Наименование и тип основного или <i>вспомогательного</i> средства поверки; метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9.5.6	Магазин сопротивлений Р33, диапазон 0,1-99999,9 Ом, класс точности 0,2. Катушка сопротивления Р321, номинальное сопротивление 10 Ом, класс точности 0,01. <i>Лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2.5, диапазон выходного напряжения (0-250) В. Трансформатор однофазный ПОБС-3А, диапазон напряжения (0-250) В. Трансформатор питающий И57, диапазон выходного напряжения (0-40) В.</i>
9.5.7	Магазин сопротивлений Р33, диапазон 0,1-99999,9 Ом, класс точности 0,2. Магазин емкости Р5025, диапазон 0-100 мкФ, класс точности 0,5. <i>Лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2.5, диапазон выходного напряжения (0-250) В. Трансформатор питающий И57, диапазон выходного напряжения (0-40) В.</i>
9.5.8	Магазин сопротивлений Р33, диапазон 0,1-99999,9 Ом, класс точности 0,2. Магазин емкости Р5025, диапазон 0-100 мкФ, класс точности 0,5. <i>Лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2.5, диапазон выходного напряжения (0-250) В. Трансформатор питающий И57, диапазон выходного напряжения (0-40) В.</i>
9.5.9	Мультиметр НР34401А, диапазон измерения частоты переменного напряжения (0,003-300) кГц, основная относительная погрешность $\pm 0,01\%$. Катушка сопротивления Р321, номинальное сопротивление 1 Ом, класс точности 0,01. <i>Трансформатор питающий И57. Лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2.5, номинальный ток нагрузки 10 А.</i>

4.2 Средства измерений, применяемые для поверки, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

4.3 Для проведения поверки допускается применение других средств, не приведенных в таблице 2, при условии обеспечения ими необходимой точности измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей средств измерений электрических величин в порядке, устанавливаемом Госстандартом РФ.

6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности по ГОСТ 12.2.007-75, ГОСТ 12.3.019-80, ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00.

Также должны быть обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки и вспомогательное оборудование, используемые при проведении поверки.

7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия:

- | | |
|---|--------------|
| • температура окружающего воздуха, °С | 20±5 |
| • атмосферное давление, кПа | от 84 до 106 |
| • относительная влажность воздуха, % | от 30 до 80 |
| • напряжение питающей сети переменного тока, В | 220±22 |
| • частота питающей сети, Гц | 50±0,5 |
| • коэффициент несинусоидальности напряжения питающей сети не более, % | 5 |

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1 Перед поверкой средства поверки и поверяемый прибор должны быть выдержаны в нормальных условиях по пункту 7 не менее двух часов.

8.2 Средства поверки и поверяемый прибор должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

9 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

9.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверить соответствие прибора следующим требованиям:

- маркировка и функциональные надписи, относящиеся к органам управления и присоединения, должны читаться и восприниматься однозначно;
- снаружи и внутри прибора не должно быть узлов и деталей с ослабленным или отсутствующим креплением;
- устройства для присоединения внешних электрических цепей прибора и клемма защитного заземления должны быть в исправном состоянии;
- прибор не должен иметь механических повреждений, влияющих на нормальную работу;
- комплектность прибора должна соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.

Прибор не допускается к поверке, если при внешнем осмотре обнаружены указанные дефекты.

9.2 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводить при первичной поверке или после ремонта.

Испытательное напряжение переменного тока величиной $(1,5 \pm 0,15)$ кВ или напряжение постоянного тока величиной $(2,5 \pm 0,25)$ кВ прикладывают между соединенными вместе сетевыми контактами разъема "220 В, 50 Гц" и зажимом защитного заземления.

Значение испытательного напряжения повышают до установленного значения в течение 5-10 секунд и выдерживают в течение одной минуты.

При испытании не должны возникать разряды или повторяющиеся поверхностные пробои, сопровождающиеся резким возрастанием тока в испытываемой цепи. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

9.3 Определение электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции проводить при первичной и периодической поверке или после ремонта после испытания электрической прочности при помощи мегаомметра М4102\1-1М при напряжении постоянного тока 500 В с погрешностью, не превышающей $\pm 30\%$, между соединенными вместе сетевыми контактами разъема "220 В, 50 Гц" и зажимом защитного заземления прибора.

Сопротивление изоляции между указанными цепями должно быть не менее 20 МОм.

Если сопротивление изоляции окажется менее приведенного выше значения, то прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

9.4 Опробование

Установить переключатель *Сеть* прибора в положение *Выкл.*

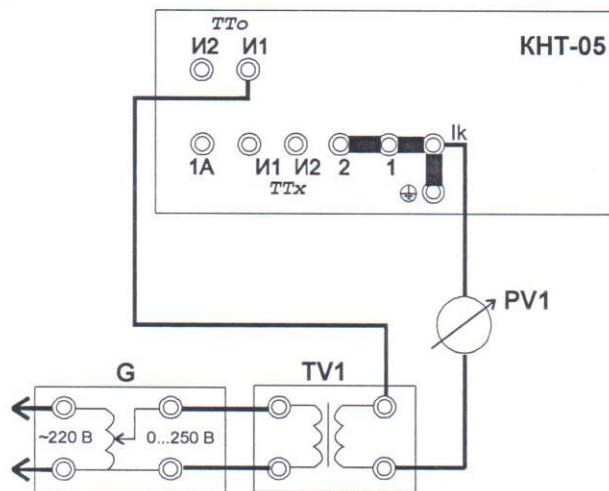
Подключить кабель питания прибора к сети 220В/50Гц. Включить тумблер *Сеть*. Спустя 2-4 секунды должна загореться подсветка дисплея и появиться стартовая заставка, а через шесть секунд – главное меню.

9.5 Определение метрологических характеристик

9.5.1 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении относительного значения силы тока (КНТ-05, КНТ-05 А)

Определение погрешности проводить с помощью схемы, представленной на рисунке 1 с использованием мультиметра HP34401A (в режиме амперметра). Поверку производить при значениях номинальных токов 5 и 1 А согласно таблице 3.

9.5.1.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 1.



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; *TV1* - питающий трансформатор И57; *PV1* – мультиметр HP34401A (в режиме амперметра); *КНТ-05* - проверяемый прибор КНТ-05 (КНТ-05 А).

Рисунок 1 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении относительного значения вторичного тока

Таблица 3

№	Значение номинального тока, А	Заданное значение тока I_0 , А	Заданное относительное значение тока I_0 , %	Измеренное относительное значение тока I_x , %	Абсолютная погрешность измерения ΔI , %	Предел допускаемой погрешности, %
1	5	0,01	0,2			$\pm 0,022$
2	5	0,1	2,0			$\pm 0,04$
3	5	1,0	20			$\pm 0,22$
4	1	0,1	10			$\pm 0,12$
5	1	1,0	100			$\pm 1,02$
6	1	2,0	200			$\pm 2,02$

9.5.1.2 Включить питание прибора. После появления на дисплее главного меню выбрать режим поверки трансформаторов тока и нажать клавишу \leftarrow .

9.5.1.3 В меню рабочих режимов с помощью клавиш \rightarrow , \leftarrow (выбор необходимого параметра) и клавиш \uparrow , \downarrow (изменение параметра) установить:

- номинальный ток – 5 А,
- режим отображения вторичного тока – в процентах от номинального значения тока.

После установки рабочих режимов, нажав на клавишу \leftarrow , войти в режим измерения погрешностей.

9.5.1.4 Установить с помощью автотрансформатора *G* необходимую величину тока, указанную в таблице 3.

9.5.1.5 Вычислить абсолютную погрешность прибора при измерении относительного значения тока по формуле:


$$\Delta I = I_x - \frac{I_o}{I_n} \cdot 100,$$

где I_x - измеренное поверяемым прибором относительное значение тока, %;

I_o - измеренное амперметром значение тока, А;

I_n - номинальное значение тока, А

9.5.1.6 Устанавливая значения тока, указанные в таблице 3, повторить действия по пунктам 9.5.1.4 и 9.5.1.5 и заполнить строки 1-3 таблицы 3.

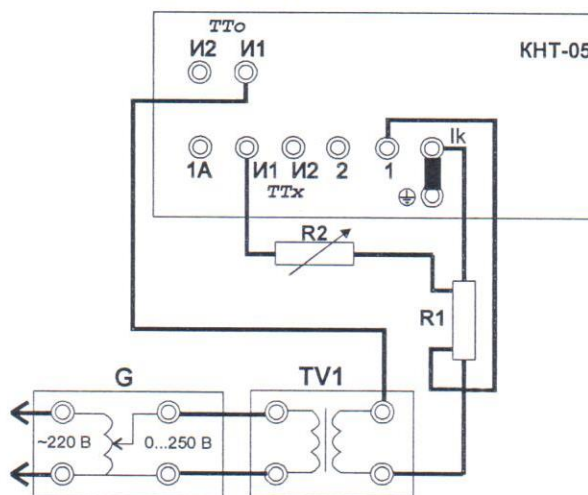
9.5.1.7 Для заполнения строк 4-6 вернуться в пункт 9.5.1.3 (клавиша *Esc*) и установить номинальный вторичный ток 1 А. Далее, нажав клавишу , вернуться в режим измерения погрешностей и повторить операции по пунктам 9.5.1.4 и 9.5.1.5.

9.5.1.8 Абсолютная погрешность измерения относительного значения тока не должна превышать предельных значений, приведенных в последнем столбце таблицы 3. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

9.5.2 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении относительной разности (токовой погрешности) действующих значений двух токов (КНТ-05, КНТ-05 А)






Определение абсолютной погрешности прибора при измерении относительной разности действующих значений двух токов проводить по схемам, приведенным на рисунках 2 и 3.

9.5.2.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 2.




G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; *TV1* - питающий трансформатор И57; *R2* - магазин сопротивлений Р33; *R1* - катушка сопротивления Р321 0,1 Ом; *КНТ-05* - поверяемый прибор КНТ-05 (КНТ-05 А).

Рисунок 2 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении относительной разности (токовой погрешности) действующих значений двух токов.

9.5.2.2 Включить прибор. В главном меню выбрать режим поверки трансформаторов тока и нажать клавишу . В появившемся меню рабочих режимов с помощью клавиш ,  (выбор необходимого параметра) и клавиш ,  (изменение параметра) установить:

- класс точности поверяемого трансформатора – 0,01,
- номинальный ток – 5А,
- режим отображения тока – в процентах от номинального значения тока.

После установки рабочих режимов, нажав на клавишу , войти в режим измерения погрешностей.

9.5.2.3 Установить необходимое сопротивление на магазине сопротивлений и наблюдая за показаниями прибора, установить с помощью автотрансформатора **G** необходимую величину относительного тока.


9.5.2.4 Записать в таблицу 4 измеренные прибором значения токовой погрешности Δf_x и абсолютные погрешности измерения Δf , вычисленные по формуле:

$$\Delta f = \Delta f_x - \Delta f_o,$$

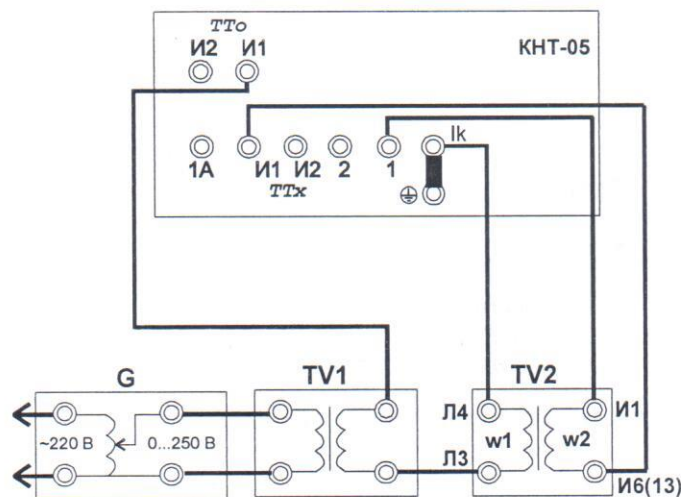
где Δf_x - измеренное значение токовой погрешности, %;
 Δf_o - заданное значение токовой погрешности, %.

Таблица 4

№	Значение номинального тока, А	Значение резистора R2, Ом (рис.3)	Относительное значение тока, %	Заданное значение токовой погрешности Δf_o , %	Измеренное значение токовой погрешности Δf_x , %	Абсолютная погрешность измерения $\Delta f = \Delta f_x - \Delta f_o$, %	Предел допускаемой погрешности, %
1	5	10000	4	0,0010			±0,001
2	5	10000	20	0,0010			±0,0005
3	5	1000	2	0,0100			±0,001
4	5	1000	10	0,0100			±0,0006
5	5	100	20	0,1000			±0,0015
6	1	100	1	0,1000			±0,002
7	1	100	50	0,1000			±0,0015
8	1	100	200	0,1000			±0,0015

9.5.2.5 Повторяя пункты 9.5.2.3 и 9.5.2.4, заполнить последовательно строки 1-5 таблицы 4. Для заполнения строк 6-8 вернуться в пункт 9.5.2.2 (клавиша **Esc**) и установить номинальный вторичный ток 1А. Далее, нажав клавишу , вернуться в режим измерения погрешностей и повторить операции по пунктам 9.5.2.3 и 9.5.2.4.

9.5.2.6 Собрать схему, приведенную на рисунке 3.



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; **TV1** - питающий трансформатор И57; **TV2** - трансформатор тока ТТИ-5000,5; **КНТ-05** - поверяемый прибор КНТ-05 (КНТ-05 А)

Рисунок 3 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении относительной разности (токовой погрешности) действующих значений двух токов

9.5.2.7 Установить необходимое количество витков обмотки **W2** трансформатора тока **TV2** (количество витков обмотки **W1** равно десяти) и наблюдая за показаниями прибора, установить с помощью автотрансформатора **G** необходимую величину тока в соответствии с таблицей 5.

9.5.2.8 Записать в соответствующие строки таблицы 5 измеренные прибором значения токовой погрешности Δf_x и абсолютные погрешности измерения $\Delta f = \Delta f_x - \Delta f_o, \%$.

9.5.2.9 Абсолютная погрешность прибора при измерении относительной разности (токовой погрешности) действующих значений двух токов не должна превышать предельных значений, приведенных в последнем столбце таблиц 4 и 5. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

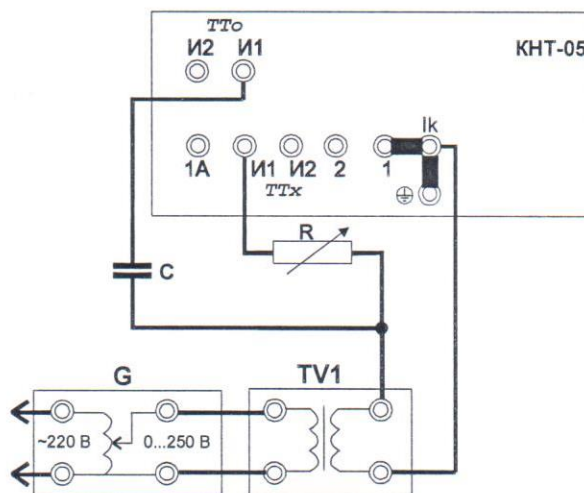
Таблица 5

№	Значение номинального тока, А	Количество витков $W2$ трансформатора $TV2$	Относительное значение тока, %	Заданное значение токовой погрешности $\Delta f_o, \%$	Измеренное значение токовой погрешности $\Delta f_x, \%$	Абсолютная погрешность измерения $\Delta f = \Delta f_x - \Delta f_o, \%$	Предел допускаемой погрешности, %
1	1	100	50	10,00			$\pm 0,12$
2	1	1000	50	1,000			$\pm 0,015$

9.5.3 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении абсолютной разности фаз (угловой погрешности) двух токов (КНТ-05, КНТ-05 А)

Для определения абсолютной погрешности прибора при измерении абсолютной разности фаз двух токов используются магазин сопротивления $R33$ и магазин емкости $P5025$. Измерения проводить при частоте питающей сети ($50 \pm 0,2$) Гц.

9.5.9.1 Собрать схему, представленную на рисунке 4.



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; $TV1$ - питающий трансформатор И57; R - магазин сопротивления $P33$; C - магазин емкости $P5025$; $КНТ-05$ - поверяемый прибор $КНТ-05 А$.

Рисунок 4 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении абсолютной разности фаз (угловой погрешности) двух токов.

9.5.9.2 Установить на магазине $P5025$ значение емкости 50 мкФ.

9.5.9.3 Установить необходимое значение резистора R в соответствии с таблицей 6.

9.5.9.4 Включить прибор. В главном меню выбрать режим поверки трансформаторов тока и нажать клавишу \leftarrow . В появившемся меню рабочих режимов с помощью клавиш \rightarrow , \leftarrow (выбор необходимого параметра) и клавиш \uparrow , \downarrow (изменение параметра) установить:

- класс точности поверяемого трансформатора – 0,01;
- номинальный ток – 1А;
- режим отображения тока – в процентах от номинального значения тока.

После установки рабочих режимов, нажав на клавишу \leftarrow , войти в режим измерения погрешностей.

9.5.9.5 Наблюдая за показаниями прибора, установить с помощью автотрансформатора G необходимую величину тока.

9.5.9.6 Записать в соответствующей строке таблицы 6 измеренное прибором значение угловой погрешности, а также абсолютную погрешность измерения $\Delta_\delta = (\Delta_{\delta x} - \Delta_{\delta o})$,

где $\Delta_{\delta x}$ - измеренное значение угловой погрешности, минуты;

$\Delta_{\delta o}$ - заданное значение угловой погрешности, минуты.

Таблица 6

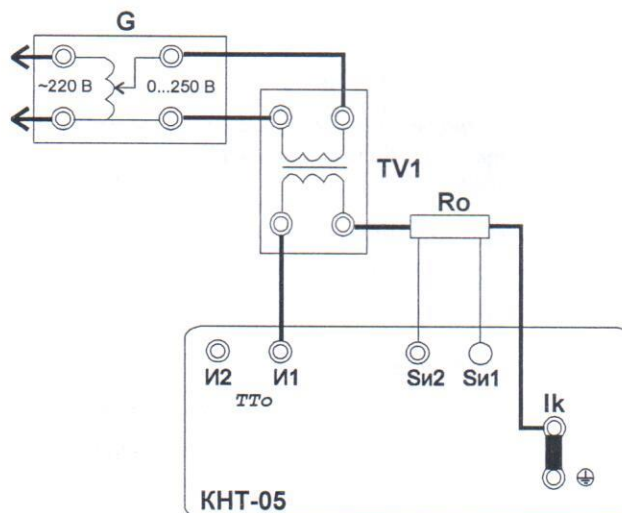
№	Значение номинального тока, А	Относительное значение тока, %	Значение резистора R (рис.4), Ом	Заданное значение $\Delta_{\delta o}$, минуты	Измеренное значение $\Delta_{\delta x}$, минуты	Абсолютная погрешность измерения $\Delta_\delta = \Delta_{\delta x} - \Delta_{\delta o}$, минуты	Предел допускаемой погрешности, минуты
1	1	20	109400	-2,0			$\pm 0,07$
2	1	20	43770	-5,0			$\pm 0,1$
3	1	20	10940	-20,0			$\pm 0,25$
4	1	20	2187	-100			$\pm 1,05$
5	1	20	727,7	-300			$\pm 3,05$

9.5.9.7 Абсолютная погрешность прибора при измерении абсолютной разности фаз двух токов (угловой погрешности) не должна превышать предельных значений, приведенных в последнем столбце таблицы 6. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

9.5.4 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении активной и реактивной составляющих полного сопротивления (КНТ-05, КНТ-05А)

Для определения абсолютной погрешности прибора при измерении активной и реактивной составляющих полного сопротивления используются катушки сопротивления P321 с номинальными значениями 0,1 Ом, 1 Ом и 10 Ом, магазин сопротивлений P33 и магазин емкости P5025.

9.5.4.1. Собрать схему, приведенную на рисунке 5. Значение сопротивления R_o выбрать в соответствии с таблицей 7.



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; *TV1* - питающий трансформатор И57; *Ro* - катушка сопротивления P321; *КНТ-05* - поверяемый прибор КНТ-05 (КНТ-05 А).

Рисунок 5 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении активной составляющей полного сопротивления.

9.5.4.2. Включить прибор. В главном меню выбрать режим поверки трансформаторов тока и нажать клавишу \leftarrow . В появившемся меню рабочих режимов с помощью клавиш \rightarrow , \leftarrow (выбор необходимого параметра) и клавиш \uparrow , \downarrow (изменение параметра) установить:

- номинальный ток – 5 А;
- режим отображения тока – в процентах от номинального значения тока;
- режим измерения параметров нагрузки – внешний.

9.5.4.3. Войти в режим измерения активного и реактивного сопротивления нагрузки, нажав на клавишу \leftarrow и затем дважды клавишу \rightarrow .

9.5.4.4. Наблюдая за показаниями прибора, установить необходимую величину тока.

Таблица 7

№	Значение номинального тока, А	Относительное значение тока, %	Заданное значение сопротивления R_0 , Ом	Заданное значение сопротивления X_0 , Ом	Измеренное значение R_x , Ом	Измеренное значение X_x , Ом	Абсолютная погрешность измерения ΔR , Ом	Абсолютная погрешность измерения ΔX , Ом	Предел допускаемой погрешности, Ом
1	5	30	0,1	0					± 0.0012
2	5	10	1,0	0					± 0.0105
3	1	30	1,0	0					± 0.011
4	1	5	10,0	0					± 0.10
5	1	20	50,0	-49,7					$\pm 0,7$

9.5.4.5. Записать в соответствующей строке таблицы 7 измеренные прибором значения активного R_x , Ом, и реактивного сопротивлений X_x , Ом, а также абсолютные погрешности измерения, вычисляемые по формулам:

$$\Delta R = R_x - R_0, \text{ Ом}$$

$$\Delta X = X_x - X_0, \text{ Ом}$$

Где R_0 - заданное значение активного сопротивления, Ом;

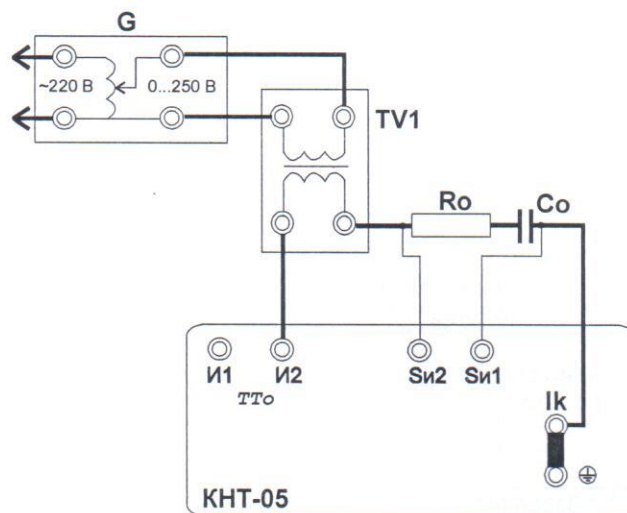
R_x - измеренное значение активного сопротивления, Ом;

X_0 - заданное значение реактивного сопротивления, Ом;

X_x - измеренное значение реактивного сопротивления, Ом.

9.5.4.6. Для заполнения строк 3 - 4 таблицы 7 установить в меню выбора рабочих режимов номинальный вторичный ток 1 А, войти в режим измерения активного и реактивного сопротивлений и установив необходимое значение тока провести измерения сопротивлений.

9.5.4.7. Собрать схему, приведенную на рисунке 6. Значение емкости C_0 установить равную 64 мкФ, сопротивления R – 50,0 Ом. Измерения проводить при частоте питающей сети ($50 \pm 0,2$) Гц.



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; *TV1* - питающий трансформатор И57; *Ro* - магазин сопротивлений P33; *Co* - магазин емкости P5025; **КНТ-05** - поверяемый прибор КНТ-05 (КНТ-05 А).

Рисунок 6 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении реактивной составляющей полного сопротивления

9.5.4.8. Наблюдая за показаниями прибора, установить необходимую величину тока в соответствии с таблицей 7 (строка 5).

9.5.4.9. Записать измеренные прибором значения активного R_x , Ом, и реактивного сопротивлений X_x , Ом, а также абсолютные погрешности измерения.

9.5.4.10. Полученные абсолютные погрешности ΔR и ΔX не должны превышать предельных значений допускаемых абсолютных погрешностей приведенных в таблице 7. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

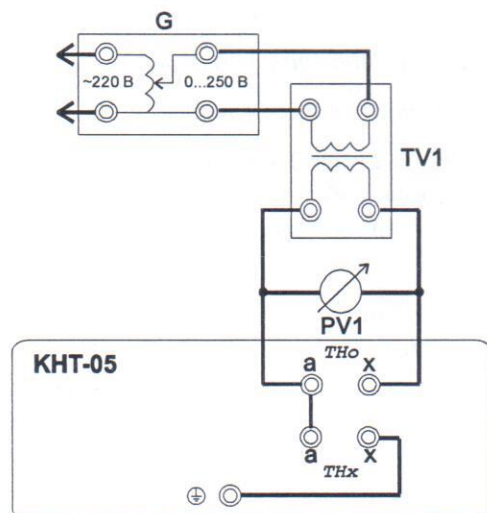
9.5.5 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении действующего значения напряжения (КНТ-05, КНТ-05 А)

Определение погрешности измерения напряжения в диапазоне:

- от 5 до 250 В (для КНТ-05) проводить по пунктам 9.5.5.1 – 9.5.5.7;

- от 5 до 1000 мВ (для КНТ-05 А) – по пунктам 9.5.5.8 – 9.5.5.14.

9.5.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 7.



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; *PV1* - мультиметр НР34401А (в режиме вольтметра); *TV1* - трансформатор однофазный ПОБС-3А; **КНТ-05** - поверяемый прибор КНТ-05

Рисунок 7 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении действующего значения напряжения в диапазоне от 5 до 250 В

9.5.5.2 Включить прибор. В главном меню выбрать режим поверки трансформаторов напряжения и нажать клавишу

9.5.5.3 В меню рабочих режимов с помощью клавиш , (выбор необходимого параметра) и клавиш , (изменение параметра) установить:

- класс точности поверяемого трансформатора – 1,0
- номинальное напряжение – любое
- режим отображения напряжения – в вольтах.

9.5.5.4 После установки рабочих режимов, нажав на клавишу , войти в режим измерения погрешностей.

9.5.5.5 Установить с помощью автотрансформатора **G** величину напряжения согласно таблице 8.

9.5.5.6 Абсолютную погрешность измерения напряжения ΔU вычислить по формуле:

$$\Delta U = U_x - U_o,$$

где U_x - значение напряжения, измеренное поверяемым прибором, В;

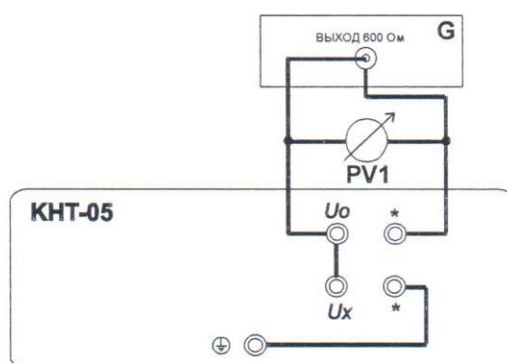
U_o - значение напряжения, измеренное вольтметром, В.

9.5.5.7 Полученные значения абсолютной погрешности измерения не должны превышать предельных значений, приведенных в таблице 8. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

Таблица 8

№	Заданное значение напряжения U_o , В	Измеренное значение напряжения U_x , В	Абсолютная погрешность измерения напряжения $\Delta = U_x - U_o$, В	Предел допускаемой погрешности, В
1	5			$\pm 0,1$
2	20			$\pm 0,25$
3	100			$\pm 1,05$
4	250			$\pm 2,55$

9.5.5.8 Собрать схему в соответствии с рисунком 8 (для **КНТ-05А**).



G – генератор сигналов низкочастотный ГЗ-118; **PV1** – мультиметр (в режиме вольтметра) НР34401А; **КНТ-05** - поверяемый прибор КНТ-05А

Рисунок 8 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении действующего значения напряжения в диапазоне от 5 до 1000 мВ

9.5.5.9 Включить прибор. В главном меню выбрать режим поверки шунтов и нажать клавишу .

9.5.5.10 В меню рабочих режимов с помощью клавиш , и , установить:

- класс точности поверяемого шунта – 1,0
- режим отображения напряжения – в милливольтках.

9.5.5.11 После установки рабочих режимов, нажав на клавишу , войти в режим измерения погрешностей.

9.5.5.12 Задать с помощью генератора *G* напряжение согласно таблице 9, контролируя его значение с помощью вольтметра *PVI*. Измерения проводить на частоте 50,0 Гц.

9.5.5.13 Абсолютную погрешность измерения напряжения ΔU вычислить по формуле:

$$\Delta U = U_x - U_o,$$

где U_x - значение напряжения, измеренное поверяемым прибором, мВ;

U_o - значение напряжения, измеренное вольтметром, мВ.

Таблица 9

№	Заданное значение напряжения U_o , мВ	Измеренное значение напряжения U_x , мВ	Абсолютная погрешность измерения напряжения $\Delta = U_x - U_o$, мВ	Предел допускаемой погрешности, мВ
1	5			$\pm 0,55$
2	20			$\pm 0,7$
3	200			$\pm 2,5$
4	1000			$\pm 10,5$

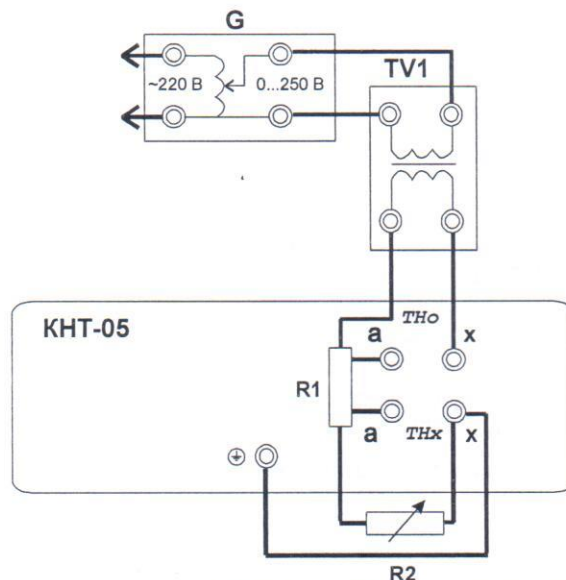
9.5.5.14 Абсолютная погрешность измерения напряжения не должна превышать предельных значений, приведенных в таблице 9. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

9.5.6 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении относительной разности действующих значений двух напряжений (КНТ-05, КНТ-05 А)

Определение абсолютной погрешности прибора в диапазоне:

- от 5 до 250 В (для КНТ-05) проводить по пунктам 9.5.6.1 – 9.5.6.8
- от 5 до 1000 мВ (для КНТ-05 А) – по пунктам 9.5.6.9 – 9.5.6.15.

9.5.6.1. Собрать схему, приведенную на рисунке 9 (для КНТ-05).



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; *TV1* - трансформатор однофазный ПОбС-3А; *R2* - магазин сопротивлений Р33; *R1* - катушка сопротивления Р321 10 Ом; *КНТ-05* - поверяемый прибор КНТ-05.

Рисунок 9 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении относительной разности действующих значений двух напряжений.

9.5.6.2. Включить прибор. В главном меню выбрать режим поверки трансформаторов напряжения и нажать клавишу

9.5.6.3. В меню рабочих режимов с помощью клавиш \rightarrow , \leftarrow (выбор необходимого параметра) и клавиш \uparrow , \downarrow (изменение параметра) установить:

- класс точности поверяемого трансформатора – 0,01,
- режим отображения вторичного напряжения – в вольтах.

9.5.6.4. После установки рабочих режимов, нажав на клавишу \leftarrow , войти в режим измерения погрешностей поверяемого трансформатора.

9.5.6.5. Установить необходимое сопротивление на магазине сопротивлений $R2$ и подать напряжение в измерительную цепь в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10

№	Значение напряжения, В	Значение сопротивления $R2$, Ом	Измеренное значение погрешности Δf_x , %	Заданное значение погрешности Δf_o , %	Погрешность измерения Δf , %	Предел допускаемой погрешности, %
1	5	99990		-0,01		$\pm 0,0023$
2	5	9990		-0,1		$\pm 0,005$
3	5	990		-1,0		$\pm 0,032$
4	50	9990		-0,1		$\pm 0,0015$
5	250	99990		-0,01		$\pm 0,0006$

9.5.6.6. Записать в соответствующую строку таблицы 10 измеренное прибором значение погрешности Δf_x и абсолютную погрешность измерения Δf , вычисляемую по формуле:

$$\Delta f = \Delta f_x - \Delta f_o,$$

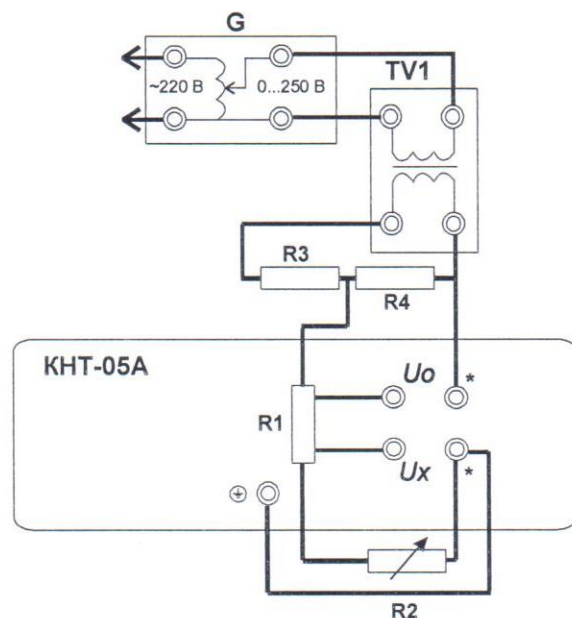
где Δf_x - измеренное значение погрешности, %;

Δf_o - значение задаваемой погрешности, %.

9.5.6.7. Повторяя пункты 9.5.6.5 и 9.5.6.6, заполнить таблицу 10.

9.5.6.8. Погрешность измерения Δf не должна превышать предельных значений, приведенных в последнем столбце таблицы 10. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.





9.5.6.9. Собрать схему, приведенную на рисунке 10 (для КНТ-05 А).



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; $TV1$ - трансформатор питающий И57; $R1$ - катушка сопротивления П321 10 Ом; $R2$ - магазин сопротивлений П33; $R3$ - резистор МЛТ-2Вт-4,3 кОм; $R4$ - резистор МЛТ-2Вт-100 Ом; $КНТ-05А$ - поверяемый прибор КНТ-05А.

Рисунок 10 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении относительной разности действующих значений двух напряжений.

9.5.6.10. Включить прибор. В главном меню выбрать режим поверки шунтов и нажать клавишу .

9.5.6.11. В меню рабочих режимов с помощью клавиш ,  (выбор необходимого параметра) и клавиш ,  (изменение параметра) установить:

- класс точности поверяемого шунта – 0,02,
- режим отображения напряжения – в милливольтках.

9.5.6.12. После установки рабочих режимов, нажав на клавишу , войти в режим изменения погрешностей поверяемого шунта.

9.5.6.13. Установить необходимое сопротивление на магазине сопротивлений **R2** и подать напряжение в измерительную цепь в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11

№	Значение напряжения, мВ	Значение сопротивления R2, Ом	Измеренное значение погрешности Δf_x , %	Заданное значение погрешности Δf_o , %	Погрешность измерения Δf , %	Предел допускаемой погрешности, %
1	25	9990		-0,100		$\pm 0,02$
2	50	990		-1,000		$\pm 0,035$
3	100	99990		-0,0100		$\pm 0,0053$
4	500	9990		-0,100		$\pm 0,005$

9.5.6.14. Записать в таблицу 11 измеренные прибором значения погрешности Δf_x и абсолютные погрешности измерения Δf , вычисленные по формуле:

$$\Delta f = \Delta f_x - \Delta f_o,$$

где Δf_x - измеренное значение погрешности, %;

Δf_o - заданное значение погрешности, %.

9.5.6.15. Погрешность измерения Δf не должна превышать предельных значений, приведенных в последнем столбце таблицы 11. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

9.5.7 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении абсолютной разности фаз (угловой погрешности) двух напряжений (КНТ-05, КНТ-05 А)

Определение абсолютной погрешности прибора в диапазоне:


- от 5 до 250 В (для КНТ-05) проводить по пунктам 9.5.7.1 – 9.5.7.8





- от 5 до 1000 мВ (для КНТ-05 А) – по пунктам 9.5.7.9 – 9.5.8.15.

Измерения проводить при частоте питающей сети $(50 \pm 0,2)$ Гц.


9.5.7.1 Установить емкость магазина P5025 равную 50 мкФ.

9.5.7.2 Собрать схему, представленную на рисунке 11 (для КНТ-05).

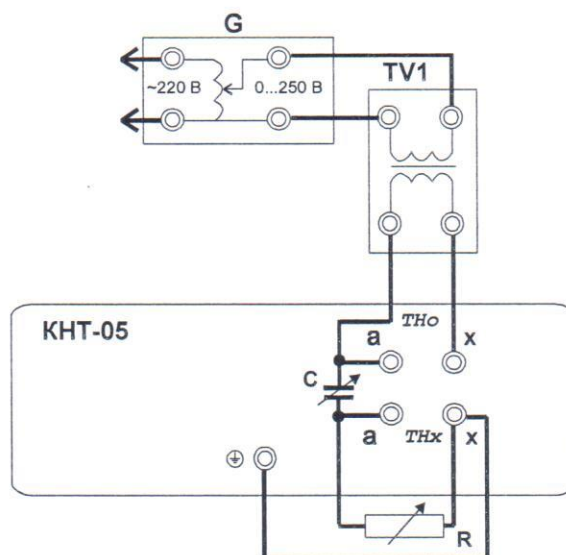
9.5.7.3 Включить прибор. В главном меню выбрать режим поверки трансформаторов напряжения и нажать клавишу .

9.5.7.4 В меню рабочих режимов с помощью клавиш ,  (выбор необходимого параметра) и клавиш ,  (изменение параметра) установить:

- класс точности поверяемого трансформатора – 0,01;
- режим отображения вторичного напряжения – в вольтах.

9.5.7.5 После установки рабочих режимов, нажав на клавишу , войти в режим измерения погрешностей поверяемого трансформатора.

9.5.7.6 Установить необходимое сопротивление на магазине сопротивлений **R** и подать напряжение в измерительную цепь в соответствии с таблицей 12.



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; *TV1* - трансформатор питающий И57; *R* - магазин сопротивлений Р33; *C* - магазин емкости Р5025; *КНТ-05* - поверяемый прибор КНТ-05

Рисунок 11 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении разности фаз (угловой погрешности) двух напряжений.

9.5.7.7 Записать в таблицу 12 измеренные прибором значения угловой погрешности $\Delta f_{\delta x}$ и абсолютные погрешности измерения Δf_{δ} , вычисленные по формуле:

$$\Delta f_{\delta} = \Delta f_{\delta x} - \Delta f_{\delta o}, \quad (3)$$

где $\Delta f_{\delta x}$ - измеренное значение угловой погрешности, минут;

$\Delta f_{\delta o}$ - заданное значение угловой погрешности, минут.

Таблица 12

№	Значение напряжения, В	Значение сопротивления <i>R</i> , Ом	Заданное значение $\Delta f_{\delta o}$, минут.	Измеренное значение $\Delta f_{\delta x}$, минут.	Погрешность измерения Δf_{δ} , минут.	Предел допускаемой погрешности, минут.
1	30	109400	2,0			±0,07
2	30	43770	5,0			±0,1
3	30	10940	20,0			±0,25
4	20	2187	100			±1,05
5	10	727,7	300			±9,1

9.5.7.8 Погрешность не должна превышать предельных значений, приведенных в последнем столбце таблицы 12. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

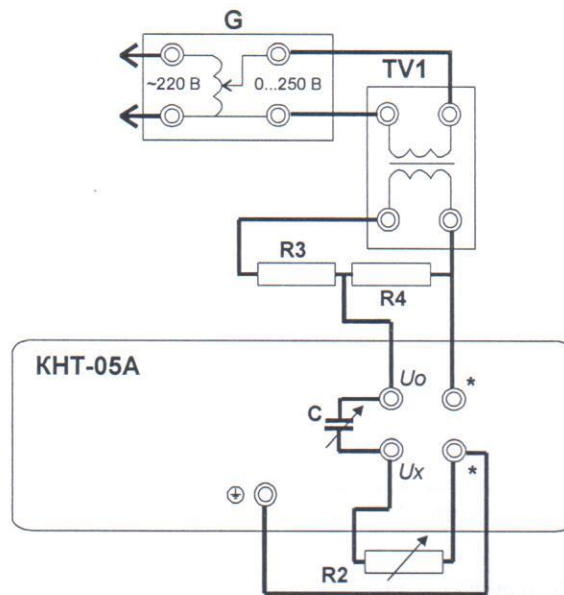
9.5.7.9 Собрать схему, представленную на рисунке 12 (для КНТ-05 А).

9.5.7.10 Включить прибор. В главном меню выбрать режим поверки шунтов и нажать клавишу .

9.5.7.11 В меню рабочих режимов с помощью клавиш , и , установить:

- класс точности поверяемого шунта – 0,02;
- режим отображения напряжения – в милливольтках.

9.5.7.12 После установки рабочих режимов, нажав на клавишу , войти в режим измерения погрешностей.



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; *TV1* - трансформатор питающий И57; *R2* - магазин сопротивлений Р33; *R3* - резистор МЛТ-2Вт-4,3 кОм; *R4* - резистор МЛТ-2Вт-100 Ом; *C* - магазин емкости Р5025; **КНТ-05А** - проверяемый прибор КНТ-05А.

Рисунок 12 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении разности фаз (угловой погрешности) двух напряжений.

9.5.7.13 Установить необходимое сопротивление на магазине сопротивлений **R2** и подать напряжение в измерительную цепь в соответствии с таблицей 13. Измерения проводить при частоте питающей сети (50,0 ± 0,2) Гц.

9.5.7.14 Записать в таблицу 13 измеренные прибором значения угловой погрешности $\Delta f_{\delta x}$ и абсолютную погрешность измерения Δf_{δ} , вычисленные по формуле:

$$\Delta f_{\delta} = \Delta f_{\delta x} - \Delta f_{\delta 0}, \quad (3)$$

где $\Delta f_{\delta x}$ - измеренное значение угловой погрешности, минут;

$\Delta f_{\delta 0}$ - заданное значение угловой погрешности, минут.

Таблица 13

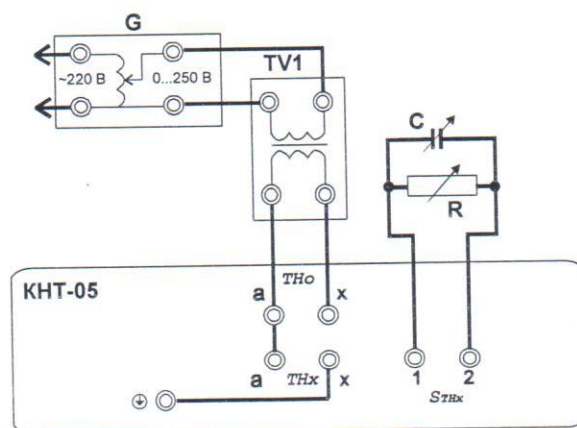
№	Значение напряжения, мВ	Значение сопротивления R, Ом	Заданное значение $\Delta f_{\delta 0}$, минут.	Измеренное значение $\Delta f_{\delta x}$, минут.	Погрешность измерения Δf_{δ} , минут.	Предел допускаемой погрешности, минут.
1	250	43770	5,0			±0,45
2	100	10940	20,0			±0,9
3	50	2187	100			±3,3
4	20	727,7	300			±15,6

9.5.7.15 Погрешность не должна превышать предельных значений, приведенных в последнем столбце таблицы 13. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

9.5.8 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении активной и реактивной составляющих полной проводимости (КНТ-05)

Для определения абсолютной погрешности прибора при измерении активной и реактивной составляющих полной проводимости используются магазин сопротивления Р33 и магазин емкости Р5025. Измерения проводить при частоте питающей сети (50 ± 0,2) Гц.

9.5.8.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 13.



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; *TV1* - трансформатор питающий И57; *C* - магазин емкости Р5025; *R* - магазин сопротивлений Р33; *КНТ-05* - поверяемый прибор КНТ-05

Рисунок 13 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении активной и реактивной составляющих полной проводимости нагрузки.

9.5.8.2 Включить прибор. В главном меню выбрать режим проверки трансформаторов напряжения и нажать клавишу \leftarrow .

9.5.8.3 В меню рабочих режимов с помощью клавиш \rightarrow , \leftarrow и \uparrow , \downarrow установить режим отображения напряжения в вольтах.

9.5.8.4 Войти в режим измерения активной и реактивной проводимости.

9.5.8.5 В соответствии с таблицей 14 установить необходимые значения сопротивления *R* и емкости *C*.

9.5.8.6 Наблюдая за показаниями прибора, установить необходимую величину напряжения.

9.5.8.7 Записать в таблицу 14 измеренные значения активной $G_{изм}$ и реактивной $B_{изм}$ проводимостей нагрузки, а также погрешности ΔG и ΔB измерения, вычисленные по формулам:

$$\Delta G = G_{изм} - G_o,$$

$$\Delta B = B_{изм} - B_o,$$

Где $G_{изм}$ - измеренное значение активной проводимости, мСм;

G_o - заданное значение активной проводимости, мСм;

$B_{изм}$ - измеренное значение реактивной проводимости, мСм;

B_o - заданное значение реактивной проводимости, мСм.

Таблица 14

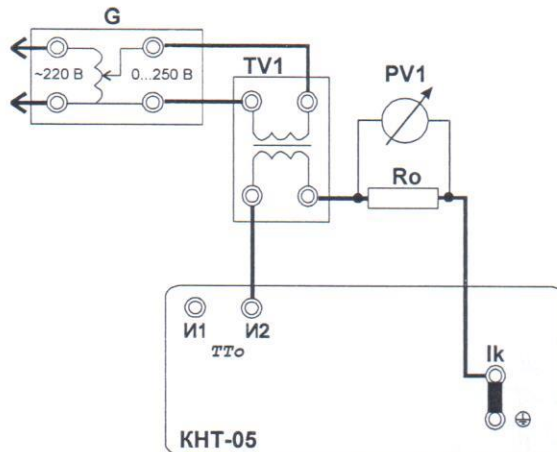
№	Значение напряжения, В	Заданное значение <i>C</i> , мкФ	Заданное значение <i>R</i> , Ом	Заданное значение B_o , мСм	Заданное значение G_o , мСм	Измеренное значение $B_{изм}$, мСм	Измеренное значение $G_{изм}$, мСм	Погрешность измерения ΔB , мСм	Погрешность измерения ΔG , мСм	Предел допускаемой погрешности, мСм
1	5	0	100	0	10,0					$\pm 0,101$
2	25	0	1000	0	1,0					$\pm 0,0105$
3	30	0	10000	0	0,1					$\pm 0,0015$
4	50	0	100000	0	0,01					$\pm 0,0006$
5	25	3	1000	-0,9425	1,0					$\pm 0,015$

9.5.8.8 Полученные значения погрешностей ΔG и ΔB не должны превышать предельных значений, приведенных в последнем столбце таблицы 14. В противном случае прибор дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

9.5.9 Определение абсолютной погрешности прибора при измерении частоты (КНТ-05, КНТ-05 А)

Для определения абсолютной погрешности прибора при измерении частоты используется мультиметр НР34401А (в режиме измерения частоты) и катушка сопротивления Р321 1,0 Ом.

9.5.9.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 14.



G - автотрансформатор ЛАТР-2,5; *TV1* - питающий трансформатор И57; *Ro* - катушка сопротивления Р321 1 Ом; *PV1* - мультиметр НР34401А (в режиме измерения частоты); *КНТ-05* - поверяемый прибор КНТ-05 (КНТ-05 А).

Рисунок 14 Схема определения абсолютной погрешности прибора при измерении частоты

9.5.9.2 Включить прибор. В главном меню выбрать режим проверки трансформаторов тока и нажать клавишу

9.5.9.3 В меню рабочих режимов с помощью клавиш , и , установить:

- класс точности поверяемого трансформатора – 0,1;
- номинальный ток – 1А;
- режим отображения тока – в процентах от номинального значения тока.

После установки рабочих режимов, нажав на клавишу , войти в режим измерения погрешностей.

9.5.9.4 Наблюдая за показаниями прибора, установить с помощью автотрансформатора *G* величину тока равную 30%.

9.5.9.5 Записать значения частоты, измеренные поверяемым прибором $F_{изм}$ и мультиметром F_o .

9.5.9.6 Определить погрешность ΔF измерения, вычисленную по формуле:

$$\Delta F = |F_{изм} - F_o|,$$

9.5.9.7 Значение абсолютной погрешности измерения частоты ΔF не должно быть более 0,1 Гц.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Положительные результаты поверки прибора оформляют свидетельством о поверке в соответствии с ПР 50.2.006 и клеймением СИ оттиском круглого клейма на сургуче (или мастике), в предназначенных для этого местах.

Положительные результаты первичной поверки оформляют дополнительно записью в формуляре результатов и даты поверки; при этом запись удостоверяют оттиском клейма.

10.2 При отрицательных результатах поверки СИ признают негодным к дальнейшей эксплуатации, аннулируют свидетельство, гасят клеймо и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006.