

СОГЛАСОВАНО
Технический директор ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



М.П. «09» 04

П.С. Казаков

2026 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

КЛЕЩИ ТОКОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КТ

Методика поверки

МП-НИЦЭ-005-26

**г. Москва
2026**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на клещи токоизмерительные КТ, изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-Производственная организация «Горизонт Плюс» (ООО «НПО «Горизонт Плюс»), Московская обл. г. Истра, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Клещи токоизмерительные КТ (далее по тексту – клещи или приборы) предназначены для преобразования силы постоянного и переменного тока в пропорциональные значения напряжения постоянного и переменного тока, в пропорциональные значения силы постоянного тока, соответствующие требованиям стандартного интерфейса «токовая петля 4/20 мА», а также отображения результатов измерений на индикаторе.

При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость клещей токоизмерительных КТ к государственному первичному эталону ГЭТ 4-91 по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»; ГЭТ 88-2014 по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 г. № 668 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц»; ГЭТ 152-2023 по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 июля 2023 г. № 1491 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока».

Поверка клещей токоизмерительных КТ должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – метод прямых измерений, метод непосредственного сличения.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в пункте 10.1 настоящей методики.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки	Да	Да	8.1
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение основной приведенной погрешности преобразования силы постоянного тока	Да	Да	10.2
Определение основной приведенной погрешности преобразования силы переменного тока	Да	Да	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 °С до +25 °С;
- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 86,7 до 106,7 кПа или от 650 до 800 мм рт. ст.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
п. 10.2 Определение основной приведенной погрешности преобразования силы постоянного тока	Эталоны единицы силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091. Эталоны единицы коэффициента преобразования силы постоянного электрического тока,	Калибраторы универсальные 9100, 9100E: модификация 9100, рег. № 25985-03 с токовой 10/50 витковой катушкой. Мультиметры цифровые Fluke 8845A и Fluke 8846A: модификация Fluke 8846A, рег. № 36395-07. Шунты измерительные стационарные взаимозаменяемые 75.ШИС, 60.ШИСВ, 75.ШИСВ, 75.ШИСВ.1: модификация 75.ШИСВ.1-1000, рег. № 78710-20.

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 21.07.2023 г. № 1491. Эталоны единицы электрического сопротивления постоянному току, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4-го разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456. Средства измерений силы постоянного тока в диапазоне измерений от 0 до 1000 А	Вольтметры универсальные цифровые GDM-78261, рег. № 52669-13
п. 10.3 Определение основной приведенной погрешности преобразования силы переменного тока	Эталоны единицы силы переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 17.03.2022 г. № 668. Эталоны единицы коэффициента масштабного преобразования синусоидального тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 21.07.2023 г. № 1491. Средства измерений силы переменного тока в диапазоне измерений от 0 до 1000 А	Калибраторы универсальные 9100, 9100E: модификация 9100, рег. № 25985-03 с токовой 10/50 витковой катушкой. Мультиметры цифровые Fluke 8845A и Fluke 8846A: модификация Fluke 8846A, рег. № 36395-07. Трансформаторы тока измерительные переносные «ТТИП»: модификации ТТИП-100/5, ТТИП-5000/5, рег. № 39854-08. Приборы электроизмерительные многофункциональные «Энергомонитор-61850», рег. № 73445-18
Вспомогательные средства поверки		
п.п. 8.1, 8.2, р. 10 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от +15 °С до +25 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 °С	Термометры ртутные стеклянные лабораторные ТЛ-4, рег. № 303-91

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 45 % до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 6 %	Психрометры аспирационные МВ-4-2М, М-34-М, модификация М-34-М, рег. № 10069-11
	Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа	Барометры-анероиды метрологические БАММ-1, рег. № 5738-76
п. 10.2 Определение основной приведенной погрешности преобразования силы постоянного тока	Диапазон выходного постоянного тока от 0 до 400 А	Источники питания постоянного тока АКИП-1162: модификация АКИП-1162-10-1020, рег. № 92879-24
п. 10.3 Определение основной приведенной погрешности преобразования силы переменного тока	Диапазон выходного переменного тока от 0 до 1000 А. Частота переменного тока 50 Гц	Регулируемые источники тока ИТ5000
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые приборы и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Средства измерений, используемые при поверке, должны быть поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.
2. Поверяемое средство измерений должно быть подготовлено и опробовано в соответствии с руководством по эксплуатации.
3. Проведен контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3 с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование средства измерений

Опробование производить в следующей последовательности:

1. В зависимости от модификации опробуемых клещей собрать одну из схем измерений, изображенных на рисунках 1 – 5.
2. Провести измерение силы постоянного тока клещами в точке 10 % от верхнего предела диапазона преобразования силы постоянного тока.
3. В зависимости от модификации опробуемых клещей собрать одну из схем измерений, изображенных на рисунках 6 – 13.
4. Провести измерение силы переменного тока клещами в точке 10 % от верхнего предела диапазона преобразования силы переменного тока.

Результат опробования считать положительным, если результаты измерений соответствуют задаваемым величинам.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку программного обеспечения (ПО) средства измерений проводить в следующем порядке:

1. Включить питание клещей и выключить питание.
2. На мигающем экране зафиксировать номер версии встроенного ПО. Он должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 3.

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение для модификаций
	КТ-100-В, КТ-1000-В ¹⁾
Идентификационное наименование ПО	–
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.X.X
Цифровой идентификатор ПО	–
Примечания: X – номер версии метрологически незначимой части встроенного ПО, «X» может принимать целые значения в диапазоне от 0 до 9; ¹⁾ – модификации с интерфейсом Bluetooth	

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Таблица 4 – Верхний предел диапазона преобразования силы постоянного и переменного тока

Модификация	Верхний предел диапазона преобразования силы постоянного и переменного тока, А ¹⁾
КТ-***-У-Д25, КТ-***-У-4/20-Д25	10, 20, 50, 100, 200, 400
КТ-***-У-Д54, КТ-***-У-4/20-Д54	300, 500, 750, 1000
КТ-***-П-Д54 ²⁾ , КТ-***-П-4/20-Д54 ²⁾	20, 50, 100, 200, 300, 500, 750, 1000
КТ-100-В ²⁾	10, 100
КТ-1000-В ²⁾	100, 1000
Примечания: *** – верхний предел диапазона преобразования силы постоянного и переменного тока, А; ¹⁾ – нижний предел диапазона преобразования силы постоянного и переменного тока 0 А; ²⁾ – только для преобразования силы переменного тока; Частота преобразуемой силы переменного тока 50 Гц	

Таблица 5 – Пределы допускаемой основной погрешности преобразования силы постоянного и переменного тока

Модификация	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования силы постоянного и переменного тока, % ¹⁾
от КТ-20-П-Д54 ²⁾ до КТ-1000-П-Д54 ²⁾ ; от КТ-20-П-4/20-Д54 ²⁾ до КТ-1000-П-4/20-Д54 ²⁾	±0,6
от КТ-500-У-Д54 до КТ-1000-У-Д54; КТ-100-В ²⁾ , КТ-1000-В ²⁾	±1,0
КТ-300-У-Д54; от КТ-300-У-4/20-Д54 до КТ-1000-У-4/20-Д54	±1,5
от КТ-50-У-Д25 до КТ-400-У-Д25; от КТ-50-У-4/20-Д25 до КТ-400-У-4/20-Д25	±2,5
от КТ-10-У-Д25 до КТ-20-У-Д25; от КТ-10-У-4/20-Д25 до КТ-20-У-4/20-Д25	±3,0
Примечания: ¹⁾ – за нормирующее значение принимается верхний предел диапазона преобразования силы постоянного и переменного тока; ²⁾ – только для преобразования силы переменного тока	

Таблица 6 – Параметры выходных цепей клещей КТ-***-У, КТ-***-П

Модификация	Напряжение постоянного и переменного тока на выходе при силе постоянного и переменного тока на входе, равной верхнему пределу преобразования, В
от КТ-10-У-Д25 до КТ-400-У-Д25	1
от КТ-20-П-Д54 ¹⁾ до КТ-1000-П-Д54 ¹⁾	2
от КТ-300-У-Д54 до КТ-1000-У-Д54	2
Примечание – ¹⁾ только для преобразования силы переменного тока	

Таблица 7 – Параметры выходных цепей клещей КТ-***-У-4/20, КТ-***-П-4/20

Модификация	Сила постоянного тока на выходе при силе постоянного и переменного тока на входе, равной нижнему пределу преобразования, мА	Сила постоянного тока на выходе при силе постоянного и переменного тока на входе, равной верхнему пределу преобразования, мА
Все модификации	4	20

10.2 Определение основной приведенной погрешности преобразования силы постоянного тока

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. В зависимости от модификации поверяемых клещей собрать одну из схем измерений, изображенных на рисунках 1 – 5.

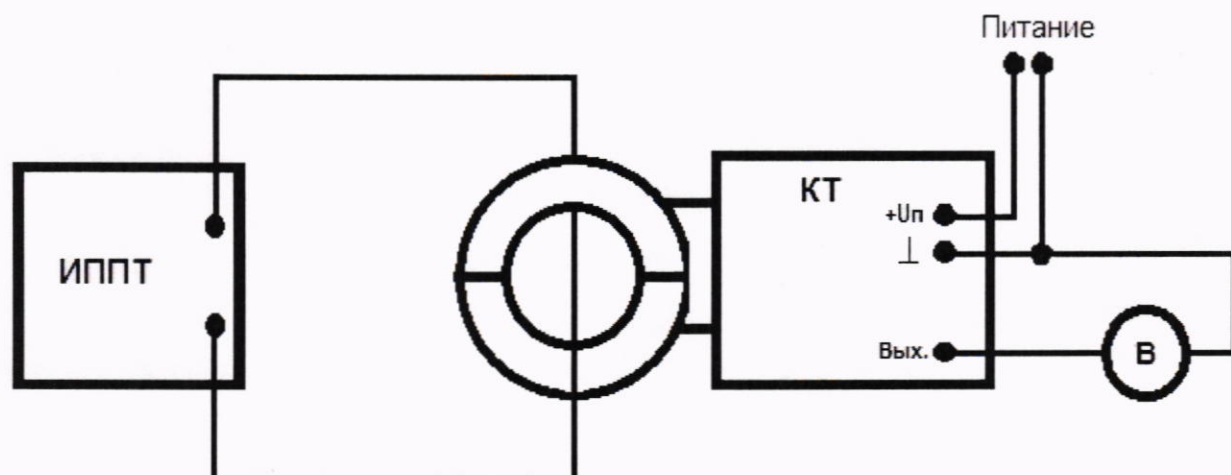


Рисунок 1 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы постоянного тока для клещей токоизмерительных КТ-10-У-Д25, КТ-20-У-Д25, КТ-50-У-Д25, КТ-100-У-Д25, КТ-200-У-Д25, КТ-***-У-Д54

где: ИППТ – калибратор универсальный 9100 с токовой 10/50 витковой катушкой;

КТ – клещи токоизмерительные КТ-10-У-Д25, КТ-20-У-Д25, КТ-50-У-Д25, КТ-100-У-Д25, КТ-200-У-Д25, КТ-***-У-Д54;

В – мультиметр цифровой Fluke 8846A в режиме вольтметра.

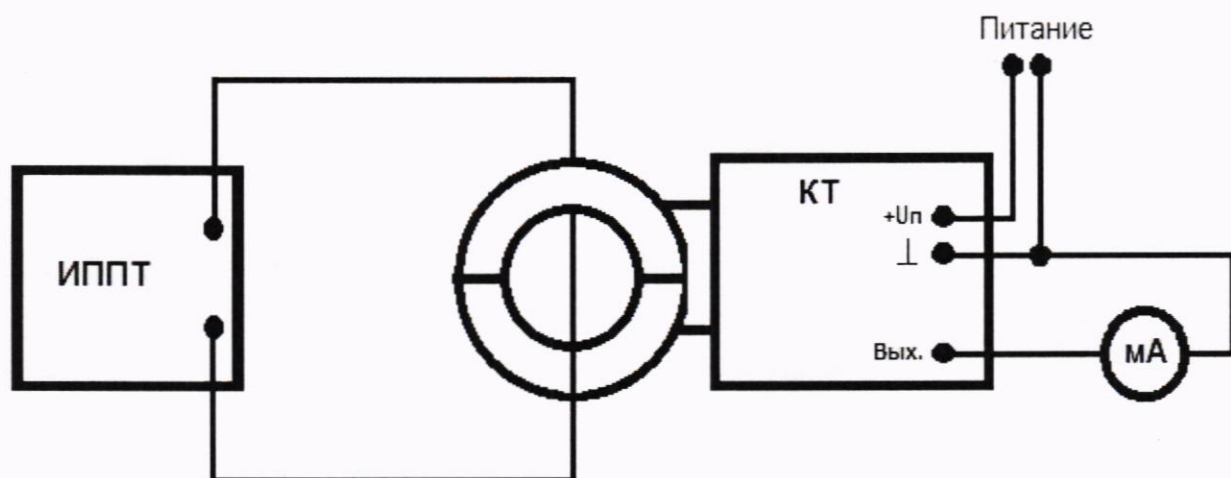


Рисунок 2 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы постоянного тока для клещей токоизмерительных КТ-10-У-4/20-Д25, КТ-20-4/20-У-Д25, КТ-50-4/20-У-Д25, КТ-100-4/20-У-Д25, КТ-200-4/20-У-Д25

где: ИППТ – калибратор универсальный 9100 с токовой 10/50 витковой катушкой;

КТ – клещи токоизмерительные КТ-10-У-4/20-Д25, КТ-20-4/20-У-Д25, КТ-50-4/20-У-Д25, КТ-100-4/20-У-Д25, КТ-200-4/20-У-Д25;

мА – мультиметр цифровой Fluke 8846A в режиме миллиамперметра.

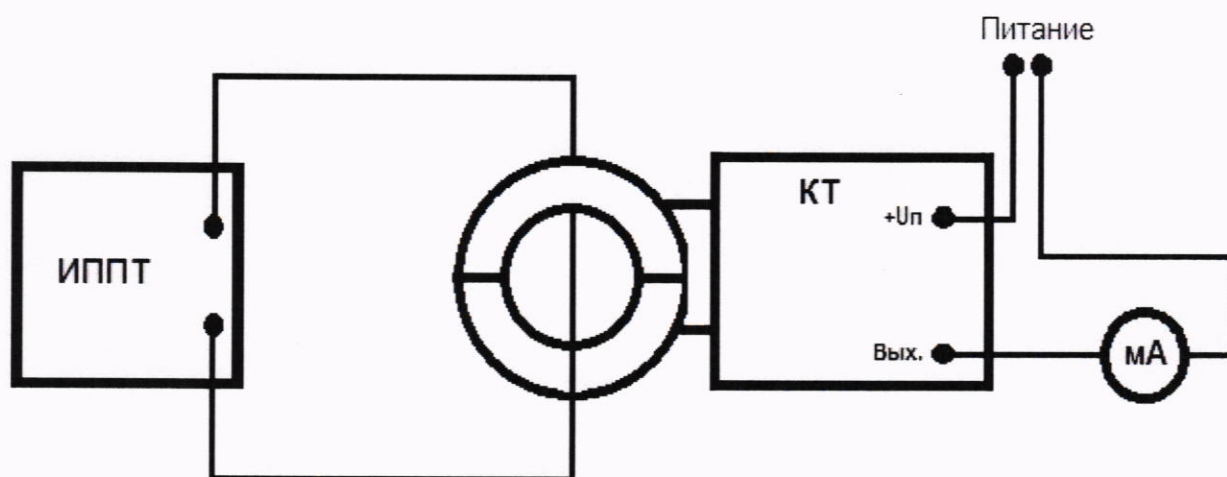


Рисунок 3 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы постоянного тока для клещей токоизмерительных КТ-***-У-4/20-Д54

где: ИППТ – калибратор универсальный 9100 с токовой 10/50 витковой катушкой;
КТ – клещи токоизмерительные КТ-***-У-4/20-Д54;
мА – мультиметр цифровой Fluke 8846А в режиме миллиамперметра.

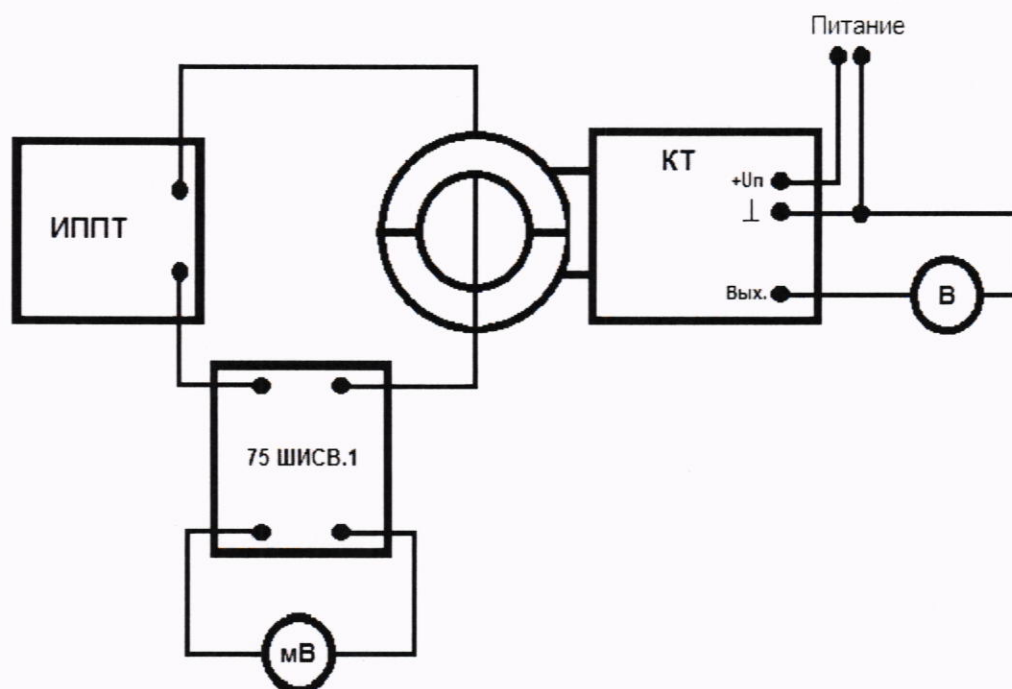


Рисунок 4 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы постоянного тока для клещей токоизмерительных КТ-400-У-Д25

где: ИППТ – источник питания постоянного тока АКИП-1162-10-1020;
75ШИСВ.1 – шунт измерительный стационарный взаимозаменяемый 75.ШИСВ.1-1000;
КТ – клещи КТ-400-У-Д25;
мВ – мультиметр цифровой Fluke 8846А в режиме милливольтметра;
В – вольтметр универсальный цифровой GDM-78261 в режиме вольтметра.

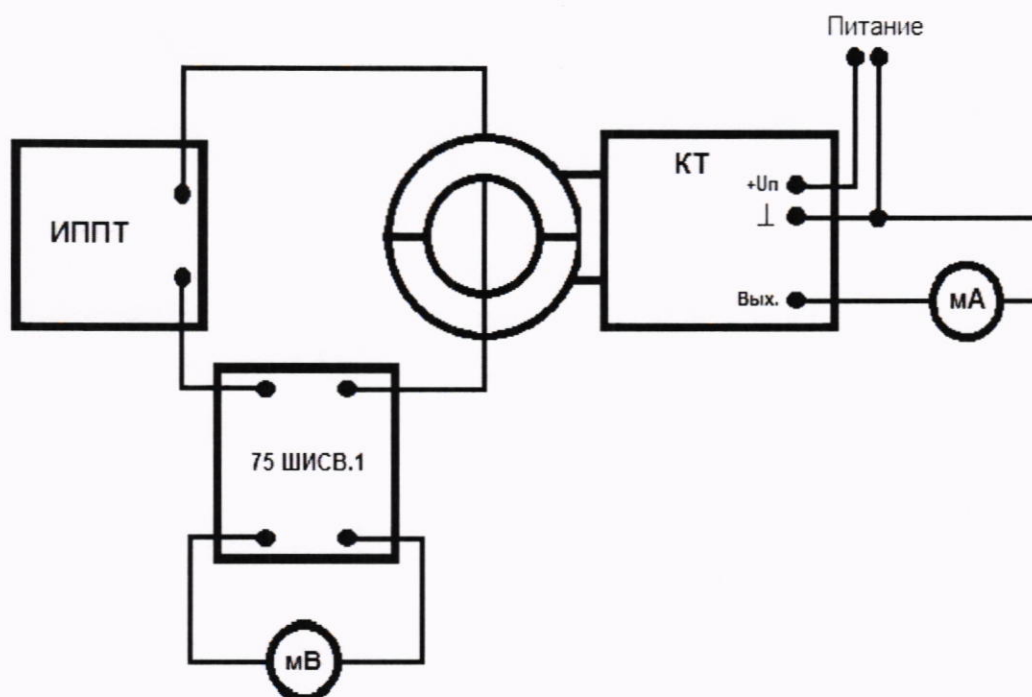


Рисунок 5 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы постоянного тока для клещей токоизмерительных КТ-400-У-4/20-Д25

где: ИППТ – источник питания постоянного тока АКИП-1162-10-1020;
 75ШИСВ.1 – шунт измерительный стационарный взаимозаменяемый 75.ШИСВ.1-1000;
 КТ – клещи КТ-400-У-4/20-Д25;
 мВ – мультиметр цифровой Fluke 8846A в режиме милливольтметра;
 мА – вольтметр универсальный цифровой GDM-78261 в режиме миллиамперметра.

2. Устанавливая на выходе калибратора универсального 9100 (или источника питания постоянного тока АКИП-1162-10-1020) значения силы тока, провести измерения в точках, соответствующих от 10 % до 15 %, от 20 % до 30 %, от 40 % до 60 %, от 70 % до 80 % и от 90 % до 110 % от верхнего предела диапазона преобразования силы постоянного тока. Провести измерения для второй полярности тока.
3. Рассчитать погрешность по формулам (1), (3), (5), (7).

10.3 Определение основной приведенной погрешности преобразования силы переменного тока

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. В зависимости от модификации поверяемых клещей собрать одну из схем измерений, изображенных на рисунках 6 – 13.

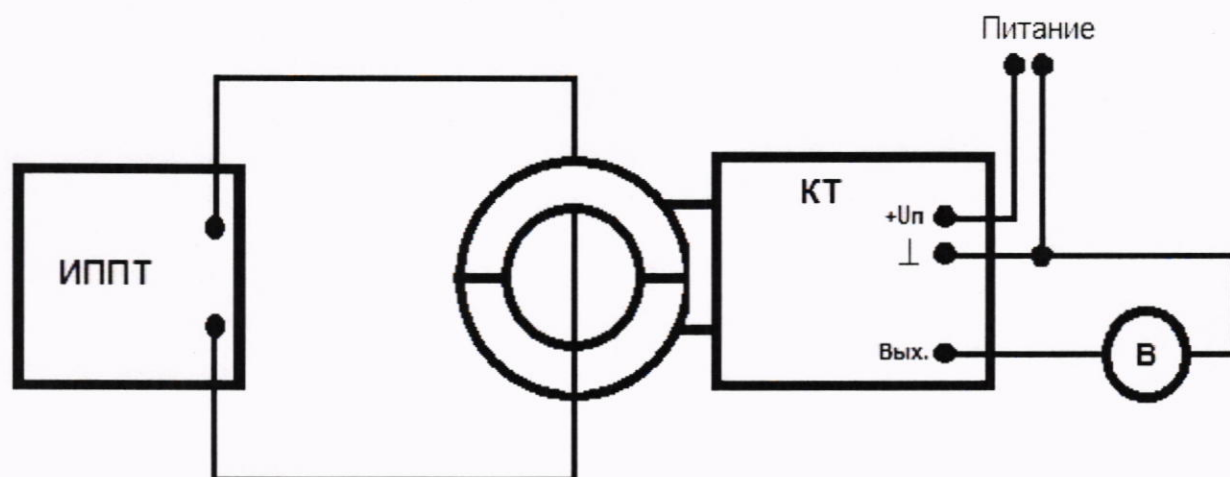


Рисунок 6 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы переменного тока для клещей токоизмерительных КТ-10-У-Д25, КТ-20-У-Д25, КТ-50-У-Д25, КТ-100-У-Д25, КТ-200-У-Д25

где: ИППТ – калибратор универсальный 9100 с токовой 10/50 витковой катушкой;
КТ – клещи токоизмерительные КТ-10-У-Д25, КТ-20-У-Д25, КТ-50-У-Д25, КТ-100-У-Д25, КТ-200-У-Д25;
В – мультиметр цифровой Fluke 8846A в режиме вольтметра.

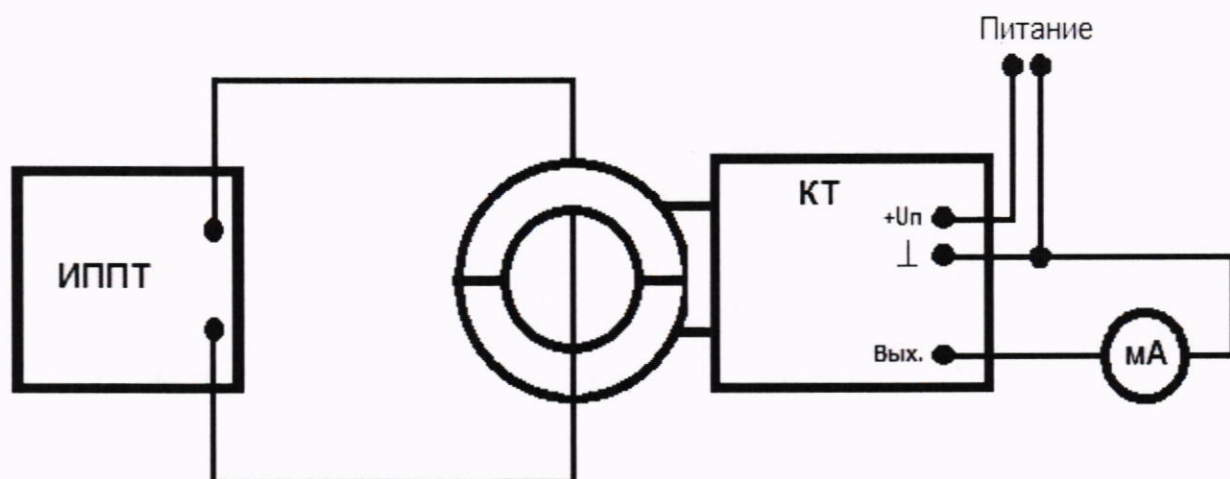


Рисунок 7 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы переменного тока для клещей токоизмерительных КТ-10-У-4/20-Д25, КТ-20-4/20-У-Д25, КТ-50-4/2-У-Д25, КТ-100-4/20-У-Д25, КТ-200-4/20-У-Д25

где: ИППТ – калибратор универсальный 9100 с токовой 10/50 витковой катушкой;
КТ – клещи токоизмерительные КТ-10-У-4/20-Д25, КТ-20-4/20-У-Д25, КТ-50-4/2-У-Д25, КТ-100-4/20-У-Д25, КТ-200-4/20-У-Д25;
мА – мультиметр цифровой Fluke 8846A в режиме миллиамперметра.

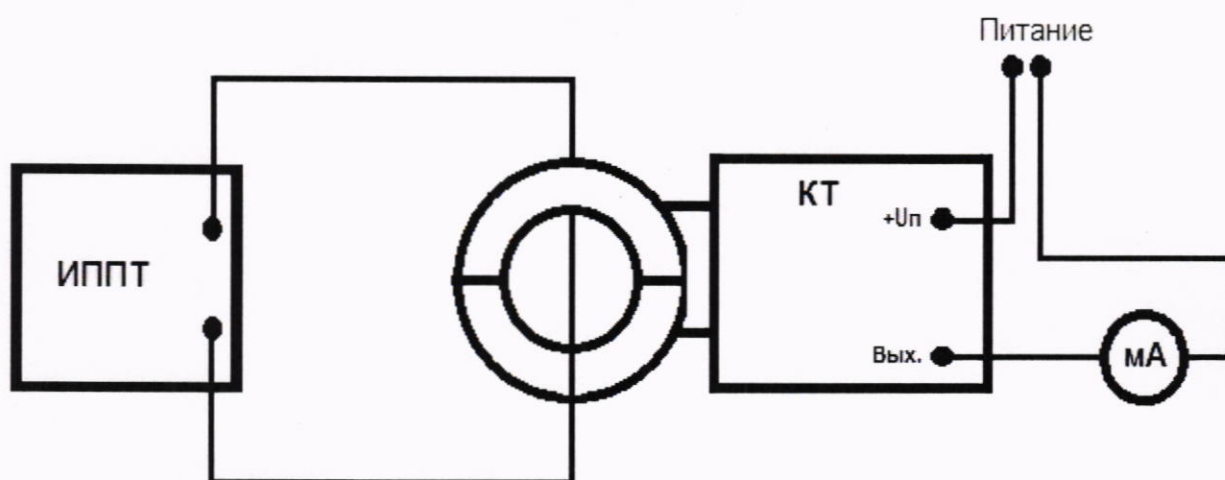


Рисунок 8 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы переменного тока для клещей токоизмерительных КТ-***-У-4/20-Д54

где: ИППТ – калибратор универсальный 9100 с токовой 10/50 витковой катушкой;
КТ – клещи токоизмерительные КТ-***-У-4/20-Д54;
мА – мультиметр цифровой Fluke 8846А в режиме миллиамперметра.

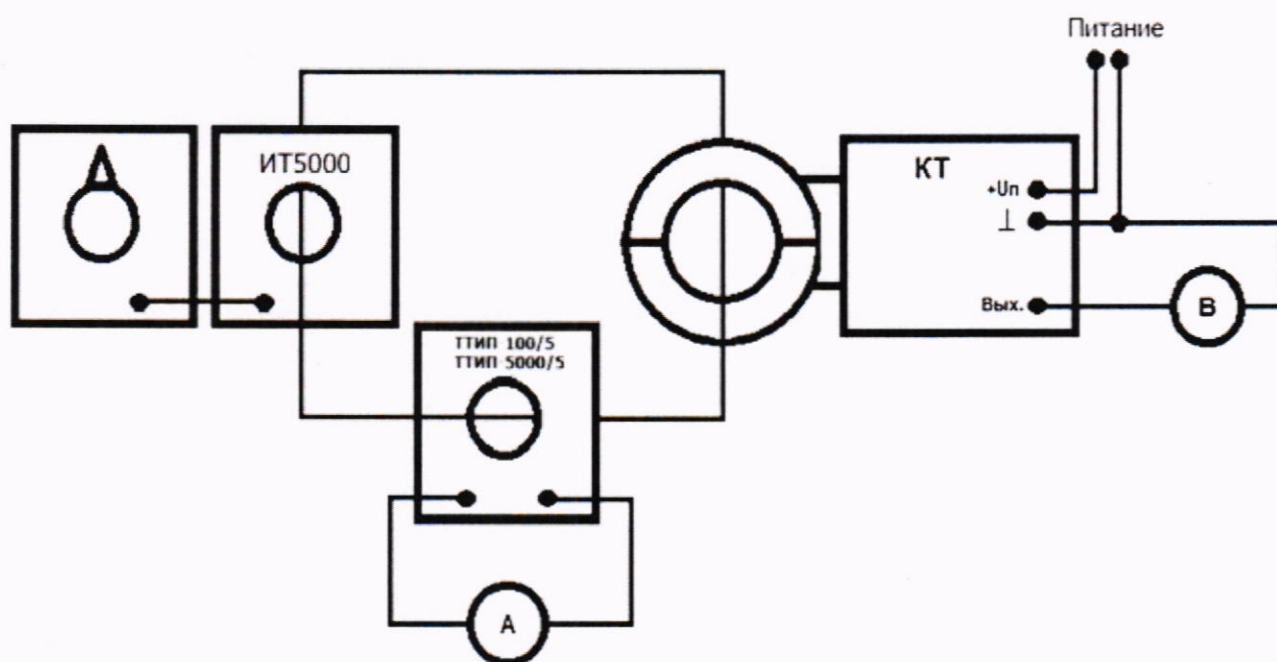


Рисунок 9 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы переменного тока для клещей токоизмерительных КТ-300-У-Д54, КТ-400-У-Д25, КТ-500-У-Д54, КТ-750-У-Д54, КТ-1000-У-Д54

где: ИТ5000 – регулируемый источник тока ИТ5000;
ТТИП-100/5, ТТИП-5000/5 – трансформаторы тока измерительные переносные ТТИП-100/5 или ТТИП-5000/5;
КТ – клещи токоизмерительные КТ-300-У-Д54, КТ-400-У-Д25, КТ-500-У-Д54, КТ-750-У-Д54, КТ-1000-У-Д54;
А – прибор электроизмерительный multifunctional «Энергомонитор-61850»;
В – мультиметр цифровой Fluke 8846А в режиме вольтметра.

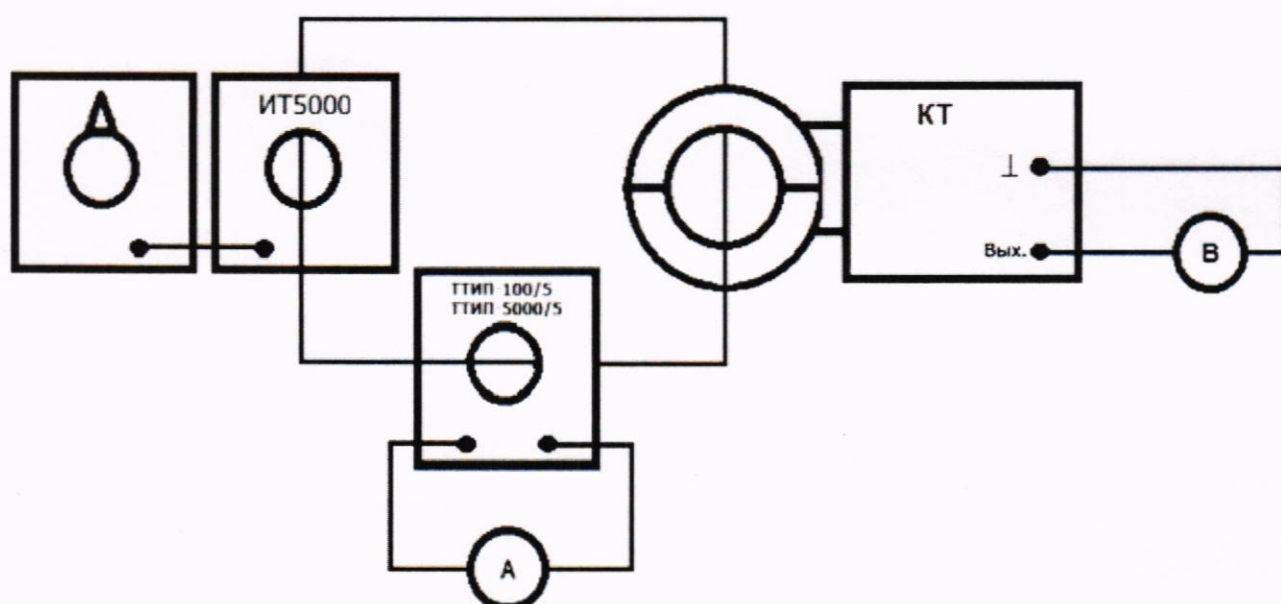


Рисунок 10 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы переменного тока для клещей токоизмерительных КТ-***-П-Д54

где: ИТ5000 – регулируемый источник тока ИТ5000;
 ТТИП-100/5, ТТИП-5000/5 – трансформаторы тока измерительные переносные ТТИП-100/5 или ТТИП-5000/5;
 КТ – клещи токоизмерительные КТ-***-П-Д54;
 А – прибор электроизмерительный multifunctional «Энергомонитор-61850»;
 В – мультиметр цифровой Fluke 8846A в режиме вольтметра.

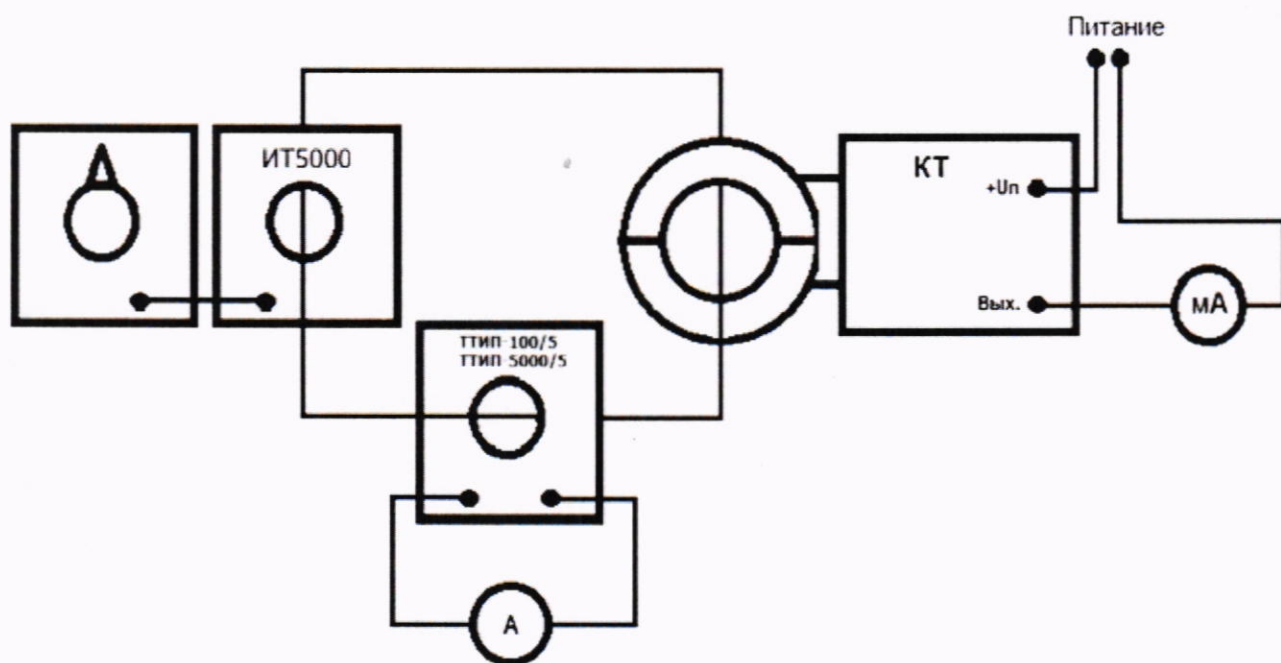


Рисунок 11 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы переменного тока для клещей токоизмерительных КТ-***-П-4/20-Д54

где: ИТ5000 – регулируемый источник тока ИТ5000;
 ТТИП-100/5, ТТИП-5000/5 – трансформаторы тока измерительные переносные ТТИП-100/5 или ТТИП-5000/5;
 КТ – клещи токоизмерительные КТ-***-П-4/20-Д54;

А – прибор электроизмерительный multifunctional «Энергомонитор-61850»;
 мА – мультиметр цифровой Fluke 8846A в режиме миллиамперметра.

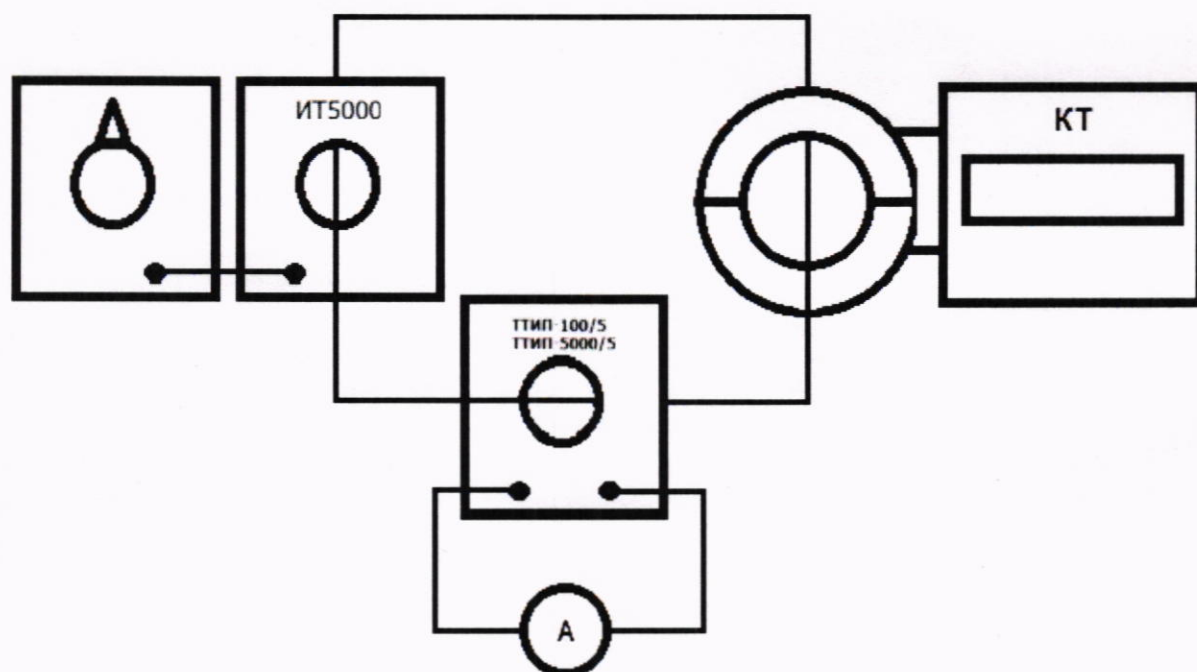


Рисунок 12 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы переменного тока для клещей токоизмерительных КТ-100-В, КТ-1000-В

где: ИТ5000 – регулируемый источник тока ИТ5000;
 ТТИП-100/5, ТТИП-5000/5 – трансформаторы тока измерительные переносные ТТИП-100/5 или ТТИП-5000/5;
 КТ – клещи токоизмерительные КТ-100-В, КТ-1000-В;
 А – прибор электроизмерительный multifunctional «Энергомонитор-61850».

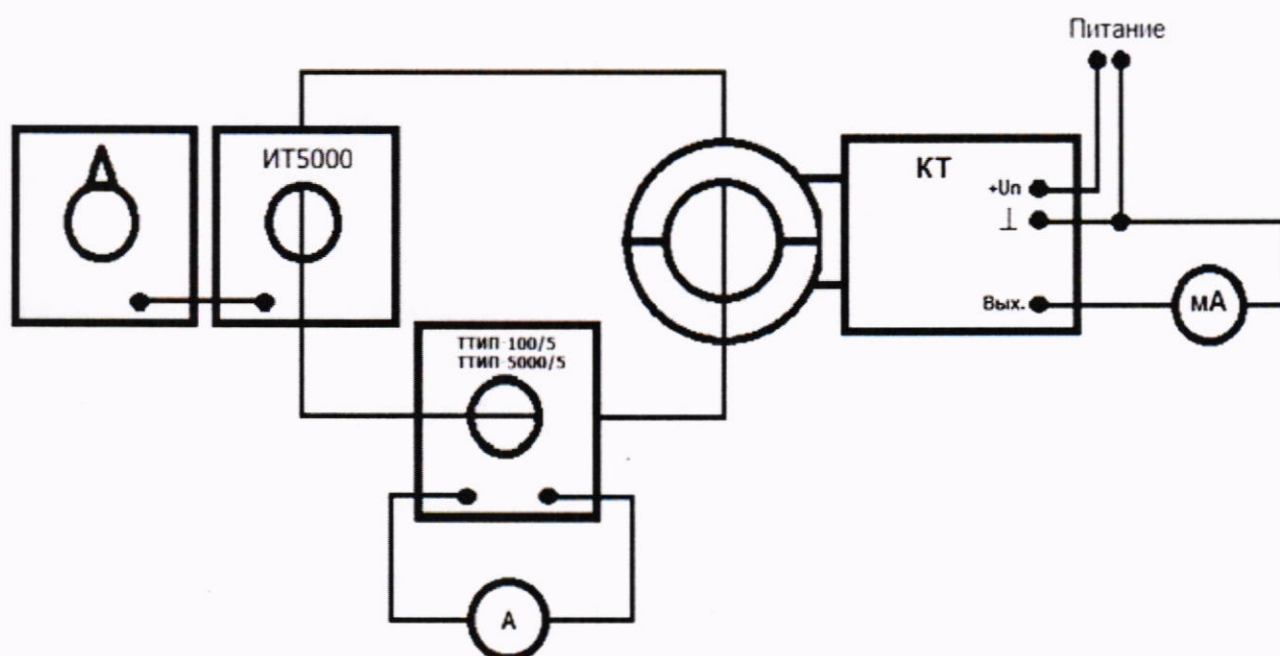


Рисунок 13 – Схема измерений при определении погрешности преобразования силы переменного тока для клещей токоизмерительных КТ-400-У-4/20-Д25

где: ИТ5000 – регулируемый источник тока ИТ5000;
 ТТИП-100/5, ТТИП-5000/5 – трансформаторы тока измерительные переносные
 ТТИП-100/5 или ТТИП-5000/5;
 КТ – клещи токоизмерительные КТ-400-У-4/20-Д25;
 А – прибор электроизмерительный multifunctional «Энергомонитор-61850»;
 мА – мультиметр цифровой Fluke 8846А в режиме миллиамперметра.

2. Устанавливая на выходе калибратора универсального 9100 (или регулируемого источника тока ИТ5000) значения силы тока, провести измерения в точках, соответствующих от 10 % до 15 %, от 20 % до 30 %, от 40 % до 60 %, от 70 % до 80 % и от 90 % до 110 % от верхнего предела диапазона преобразования силы переменного тока.
3. Рассчитать погрешность по формулам (9), (11), (13), (15), (16).

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Основная приведенная погрешность преобразования силы постоянного тока рассчитывается по формулам:

Для клещей токоизмерительных КТ-10-У-Д25, КТ-20-У-Д25, КТ-50-У-Д25, КТ-100-У-Д25, КТ-200-У-Д25, КТ-***-У-Д54:

$$\gamma_I = \frac{I_X - I_0}{I_N} \cdot 100\% \quad (1)$$

где I_X – значение входного тока, А, преобразуемое клещами, рассчитанное исходя из результата измерений выходного напряжения U_X мультиметром цифровым Fluke 8846А и функции преобразования входного тока по формуле:

$$I_X = \frac{U_X \cdot I_N}{U_N} \quad (2)$$

U_N – напряжение на выходе клещей при силе тока на входе, равной верхнему пределу преобразования, В (см. таблицу 6);

I_0 – значение выходного тока калибратора универсального 9100, А;

I_N – нормирующее значение, равное верхнему пределу диапазона преобразования, А.

Для клещей токоизмерительных КТ-10-У-4/20-Д25, КТ-20-4/20-У-Д25, КТ-50-4/2-У-Д25, КТ-100-4/20-У-Д25, КТ-200-4/20-У-Д25, КТ-***-У-4/20-Д54:

$$\gamma_I = \frac{I_X - I_0}{I_N} \cdot 100\% \quad (3)$$

где I_0 – значение выходного тока калибратора универсального 9100, А;

I_X – значение входного тока, А, преобразуемое клещами, рассчитанное исходя из результата измерений выходного тока i мультиметром цифровым Fluke 8846А и функции преобразования входного и выходного тока по формуле:

$$I_X = \frac{(i - i_0) \cdot I_N}{\Delta i} \quad (4)$$

где i – измеренное значение выходного тока (показания мультиметра цифрового Fluke 8846A в режиме миллиамперметра), мА;

i_0 – начальное значение выходного тока, 4 мА;

Δi – диапазон изменений выходного тока, 16 мА;

I_N – нормирующее значение, равное верхнему пределу диапазона преобразования, А.

*Примечание: Допускается для формирования входного тока I_X использовать ампервитки с помощью встроенной в клещи токоизмерительные КТ-***-У-Д54, КТ-***-У-4/20-Д54 обмотки с количеством витков $N=50$. Это позволяет использовать для проверки источник с выходной силой тока в N раз меньше, чем описано выше. Для контроля входной силы тока использовать приборы, обеспечивающие необходимую точность.*

Таблица 8 – Параметры схемы измерений для клещей токоизмерительных КТ-400-У-Д25, КТ-400-У-4/20-Д25

Верхний предел диапазона преобразования силы тока, А	Максимальный выходной ток источника питания Gen 25-400, А	Число витков кабеля, охватывающего измерительный контур клещей, n	Номинальный первичный ток шунта 75ШИСВ.1, А	Коэффициент преобразования шунта 75 ШИСВ.1, $K_{ш}$, 1/Ом
400	400	1	1000	13333,33(3)

Для клещей токоизмерительных КТ-400-У-Д25:

$$\gamma_I = \frac{I_X - U_V \cdot K_{ш} \cdot n}{I_N} \cdot 100\% \quad (5)$$

где I_X – значение входного тока, А, преобразуемое клещами, рассчитанное исходя из результата измерений выходного напряжения U_X вольтметром универсальным цифровым GDM-78261 и функции преобразования входного тока по формуле:

$$I_X = \frac{U_X \cdot I_N}{U_N} \quad (6)$$

U_N – напряжение на выходе клещей при силе тока на входе, равной верхнему пределу преобразования, В (см. таблицу 6);

U_V – показания мультиметра цифрового Fluke 8846A в режиме милливольтметра, В;

$K_{ш}$ – коэффициент преобразования шунта измерительного стационарного взаимозаменяемого 75.ШИСВ.1-1000, 1/Ом (см. таблицу 8);

n – число витков кабеля, охватывающего измерительный контур клещей, в данном случае $n=1$;

I_N – нормирующее значение, равное верхнему пределу диапазона преобразования, А.

Для клещей токоизмерительных КТ-400-У-4/20-Д25:

$$\gamma_I = \frac{I_X - U_V \cdot K_{ш} \cdot n}{I_N} \cdot 100\% \quad (7)$$

где I_X – значение входного тока, А, преобразуемое клещами, рассчитанное исходя из результата измерений выходного тока i вольтметром универсальным цифровым GDM-78261 и функции преобразования входного и выходного тока по формуле:

$$I_X = \frac{(i - i_0) \cdot I_N}{\Delta i} \quad (8)$$

где i – измеренное значение выходного тока (показания вольтметра универсального цифрового GDM-78261 в режиме миллиамперметра), мА;

i_0 – начальное значение выходного тока, 4 мА;

Δi – диапазон изменений выходного тока, 16 мА;

U_V – показания мультиметра цифрового Fluke 8846A в режиме милливольтметра, В;

$K_{ш}$ – коэффициент преобразования шунта измерительного стационарного взаимозаменяемого 75.ШИСВ.1-1000, 1/Ом (см. таблицу 8);

n – число витков кабеля, охватывающего измерительный контур клещей в данном случае $n=1$;

I_N – нормирующее значение, равное верхнему пределу диапазона преобразования, А.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность прибора соответствует требованиям п. 10.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований прибор бракуется и направляется в ремонт.

11.2 Основная приведенная погрешность преобразования силы переменного тока рассчитывается по формулам:

Для клещей токоизмерительных КТ-10-У-Д25, КТ-20-У-Д25, КТ-50-У-Д25, КТ-100-У-Д25, КТ-200-У-Д25:

$$\gamma_I = \frac{I_X - I_0}{I_N} \cdot 100\% \quad (9)$$

где I_X – значение входного тока, А, преобразуемое клещами, рассчитанное исходя из результата измерений выходного напряжения U_X мультиметром цифровым Fluke 8846A и функции преобразования входного тока по формуле:

$$I_X = \frac{U_X \cdot I_N}{U_N} \quad (10)$$

U_N – напряжение на выходе клещей при силе тока на входе, равной верхнему пределу преобразования, В (см. таблицу 6);

I_0 – значение выходного тока калибратора универсального 9100, А;

I_N – нормирующее значение, равное верхнему пределу диапазона преобразования, А.

Для клещей токоизмерительных КТ-10-У-4/20-Д25, КТ-20-4/20-У-Д25, КТ-50-4/2-У-Д25, КТ-100-4/20-У-Д25, КТ-200-4/20-У-Д25, КТ-***-У-4/20-Д54:

$$\gamma_I = \frac{I_X - I_0}{I_N} \cdot 100\% \quad (11)$$

где I_0 – значение выходного тока калибратора универсального 9100, А;

I_X – значение входного тока, А, преобразуемое клещами, рассчитанное исходя из результата измерений выходного тока i мультиметром цифровым Fluke 8846A и функции преобразования входного и выходного тока по формуле:

$$I_X = \frac{(i - i_0) \cdot I_N}{\Delta i} \quad (12)$$

где i – измеренное значение выходного тока (показания мультиметра цифрового Fluke 8846A в режиме миллиамперметра), мА;

i_0 – начальное значение выходного тока, 4 мА;

Δi – диапазон изменений выходного тока, 16 мА;

I_N – нормирующее значение, равное верхнему пределу диапазона преобразования, А.

*Примечание: Допускается для формирования входного тока I_X использовать ампервитки с помощью встроенной в клещи токоизмерительные КТ-***-У-Д54, КТ-***-У-4/20-Д54 обмотки с количеством витков $N=50$. Это позволяет использовать для поверки источник с выходной силой тока в N раз меньше, чем описано выше. Для контроля входной силы тока использовать приборы, обеспечивающие необходимую точность.*

Таблица 9 – Параметры схемы измерений для клещей токоизмерительных КТ-300-У-Д54, КТ-400-У-Д25, КТ-500-У-Д54, КТ-750-У-Д54, КТ-1000-У-Д54, КТ-***-П-Д54, КТ-1000-В

Верхний предел диапазона преобразования силы тока, А	Максимальный выходной ток источника тока ИТ5000, А	Номинальный первичный ток трансформатора тока ТТИП-100/5 или ТТИП-5000/5, А	Число витков кабеля, охватывающего измерительный контур клещей, n	Коэффициент трансформации трансформатора тока ТТИП-100/5 или ТТИП-5000/5, K_T
20	20	20	1	4
50	50	50	1	10
100	100	100	1	20
200	200	200	1	40
300	300	300	1	60
400	400	400	1	80
500	500	500	1	100
750	750	750	1	150
1000	1000	1000	1	200

Для клещей токоизмерительных КТ-300-У-Д54, КТ-400-У-Д25, КТ-500-У-Д54, КТ-750-У-Д54, КТ-1000-У-Д54, КТ-***-П-Д54:

$$\gamma_I = \frac{I_X - I_A \cdot K_T}{I_N} \cdot 100\% \quad (13)$$

где I_X – значение входного тока, А, преобразуемое клещами, рассчитанное исходя из результата измерений выходного напряжения U_X мультиметром цифровым Fluke 8846A и функции преобразования входного и выходного тока по формуле:

$$I_X = \frac{U_X \cdot I_N}{U_N} \quad (14)$$

U_N – напряжение на выходе клещей при силе тока на входе, равной верхнему пределу преобразования, В (см. таблицу 6);

I_A – показания прибора электроизмерительного многофункционального «Энергомонитор-61850», А;

K_T – коэффициент трансформации трансформатора тока ТТИП-100/5 или ТТИП-5000/5 (см. таблицу 9);

I_N – нормирующее значение, равное верхнему пределу диапазона преобразования, А.

Для клещей токоизмерительных КТ-100-В, КТ-1000-В:

$$\gamma_I = \frac{I_X - I_A \cdot K_T}{I_N} \cdot 100\% \quad (15)$$

где I_X – значение входного тока, А, преобразуемое клещами, отображаемое на их индикаторе;

I_A – показания прибора электроизмерительного multifunctional «Энергомонитор-61850», А;

K_T – коэффициент трансформации трансформатора тока ТТИП-100/5 или ТТИП-5000/5 (см. таблицы 9 или 10);

I_N – нормирующее значение, равное верхнему пределу диапазона преобразования, А.

Таблица 10 – Параметры схемы измерений для клещей токоизмерительных КТ-100-В

Верхний предел диапазона преобразования силы тока, А	Максимальный выходной ток источника тока ИТ5000, А	Номинальный первичный ток трансформатора тока ТТИП-100/5, А	Число витков кабеля, охватывающего измерительный контур клещей, n	Коэффициент трансформации трансформатора тока ТТИП-100/5, K_T
10	1	5	1	1
10	3	5	1	1
10	5	5	1	1
10	8	10	1	2
10	10	10	1	2
100	25	25	1	5
100	50	50	1	10
100	75	75	1	15
100	100	100	1	20

Для клещей токоизмерительных КТ-400-У-4/20-Д25, КТ-***-П-4/20-Д54:

$$\gamma_I = \frac{I_X - I_A \cdot K_T \cdot n}{I_N} \cdot 100\% \quad (16)$$

где I_X – значение входного тока, А, преобразуемое клещами, рассчитанное исходя из результата измерений выходного тока i мультиметром цифровым Fluke 8846А и функции преобразования входного и выходного тока по формуле:

$$I_X = \frac{(i - i_0) \cdot I_N}{\Delta i} \quad (17)$$

i – измеренное значение выходного тока (показания мультиметра цифрового Fluke 8846А в режиме миллиамперметра), мА;

i_0 – начальное значение выходного тока, 4 мА;

Δi – диапазон изменений выходного тока, 16 мА;

I_A – показания прибора электроизмерительного multifunctional «Энергомонитор-61850», А;

K_T – коэффициент трансформации трансформатора тока ТТИП-100/5 или ТТИП-5000/5 (см. таблицу 9);

I_N – нормирующее значение, равное верхнему пределу диапазона преобразования, А;

n – число витков кабеля, охватывающего измерительный контур клещей.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность прибора соответствует требованиям п. 10.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований прибор бракуется и направляется в ремонт.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки прибора передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством. Знак поверки в виде оттиска клейма наносится в паспорт прибора.

12.2 По заявлению владельца прибора или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда прибор подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

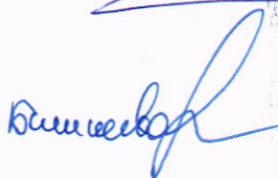
12.3 По заявлению владельца прибора или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда прибор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



М.С. Казаков

Инженер 1 категории
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



Е.А. Башкеева