



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



А.Д. Меньшиков

«05» декабря 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**УСТАНОВКА ДЛЯ РЕГУЛИРОВКИ И ПОВЕРКИ СЧЕТЧИКОВ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ELMA-8325B**

Методика поверки

РТ-МП-1045-551-2024

г. Москва
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на установку для регулировки и поверки счетчиков электрической энергии ELMA-8325B (далее по тексту – установка) используемую в качестве рабочего средства измерений или в качестве рабочего эталона в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электроэнергетических величин и устанавливает методы ее первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические требования

| Диапазон измерений | Пределы допускаемой абсолютной (относительной) погрешности/доверительные границы абсолютной (относительной) погрешности |
|---|---|
| 1 | 2 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений напряжения переменного тока | 0,2% |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока | 0,05% |
| Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений силы переменного тока | 0,2% |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока | 0,05% |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между напряжением и током первой гармоники | 0,03° |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока, Гц | 0,005 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной мощности при $\cos\varphi=1$ | 0,05% |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений реактивной мощности при $\sin\varphi=1$ | 0,05% |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений полной мощности | 0,05% |
| Требования к эталону 2 разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436, подсистема воспроизведения единиц электрической мощности (Приложение А), при доверительной вероятности 0,95 | $\delta = 5 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-3}$ |

Продолжение таблицы 1

| 1 | 2 |
|---|--|
| Требования к эталону 2 разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436, подсистема воспроизведения единиц напряжения и силы тока основных гармоник несинусоидального напряжения и тока (Приложение Б), при доверительной вероятности 0,95 | $\delta = 5 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-3}$ |
| Требования к эталону 2 разряда по Приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436, подсистема воспроизведения единиц углов сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока в одной фазе и углов сдвига фаз между основными гармониками двух напряжений или двух токов в трехфазной сетях (Приложение В), при доверительной вероятности 0,95 | $\Delta = 0,03^\circ - 0,1^\circ$ |

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы электрической мощности в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 23 июля 2021 г. №1436, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 153-2019;
- передача единицы времени, частоты и национальной шкалы времени, в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 №2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются методы: прямых измерений, непосредственного сличения.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операции при | | Номер пункта методики |
|--|--|-----------------------|-----------------------|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Внешний осмотр средства измерений | Да | Да | 7 |
| Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Да | Да | 8.1 |
| Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Да | Да | 8.2 |
| Проверка программного обеспечения | Да | Да | 8.3 |
| Определение метрологических характеристик | Да | Да | 9 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 10 |

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды от +20 до +30 °С;
- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К поверке допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, опыт поверки средств измерений, изучившие эксплуатационные документы на поверяемое средства измерений, основные средства измерений и настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяются средства поверки (основные и вспомогательные), указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Основные средства поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средств измерений) | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +20 °С до +30 °С с абсолютной погрешностью ± 1 °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью ± 2 % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ кПа | Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13; |
| п.9 Определение метрологических характеристик | Эталоны единицы электрической мощности в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц, подсистема воспроизведения единиц электрической мощности, согласно ГПС для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц, и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда, утвержденной приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436 | Установка для поверки электросчетчиков МТЕ в составе с компаратором K2006, рег. № 17750-08 |
| | Эталоны единицы частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 №2360 в диапазоне от 0 до 300 кГц | Частотомер универсальный CNT-90 рег. № 70888-18 |
| Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. | | |

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Помещение для проведения поверки должно соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

6.2 При проведении поверки необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и требования безопасности, определенные в эксплуатационных документах на оборудование, применяемое при поверке.

6.3 К работе на оборудовании допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие удостоверение о проверке знаний. Специалист, осуществляющий поверку, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого СИ требованиям:

- комплектность установки в соответствии с описанием типа;
- отсутствие механических повреждений корпуса и соединительных элементов, нарушающих работу установки или затрудняющих поверку;
- все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;
- место нанесения знака утверждения типа в соответствии с описанием типа;
- разъемы не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

Установка, не соответствующая перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подвергается и бракуется.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.27.0-75;

- проверить наличие действия срока поверки основных средств поверки.

Средства поверки и поверяемая установка должны быть подготовлены к работе согласно эксплуатационным документам.

Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 должен быть проведен перед началом поверки.

8.2 Опробование

Опробование установки производится в следующем порядке:

- включить питание при помощи соответствующей клавиши;
- проверить работоспособность дисплея и клавиш управления; режимы, отображаемые на дисплее, при нажатии соответствующих клавиш должны соответствовать руководству по эксплуатации.

Результат считается положительным, если корректно отображается информация на дисплее установки. В противном случае установка признается непригодной к применению и дальнейшей поверке не подлежит.

8.3 Идентификация программного обеспечения

Для трехфазного генератора сигналов SG 2330B и эталонного счетчика RS 2330A на дисплее отображается информация текущей версии программного обеспечения. Вывод на дисплей информации осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результат поверки считается положительным, если номера версий программного обеспечения соответствуют указанным в Таблице А1 Приложения А.

9 Определение метрологических характеристик

9.1 Определение относительной погрешности воспроизведений/измерений напряжения переменного тока:

- подключить компаратор мощности К2006 к выходным цепям установки по трехфазной четырехпроводной схеме;
- установить на трехфазном генераторе сигналов SG 2330В значения, приведенные в таблице А.2 Приложения А;
- зафиксировать полученные значения на эталонном счетчике RS 2330А и записать в таблицу А.2 Приложения А;
- вычислить значения относительной погрешности воспроизведений/измерений напряжения переменного тока $\delta_{\text{воспр}} U / \delta_{\text{изм}} U$, по формулам 1 и 2;

$$\delta_{\text{воспр}} U = \frac{U_{\text{уст}} - U_{\text{действ}}}{U_{\text{действ}}} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$\delta_{\text{изм}} U = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{действ}}}{U_{\text{действ}}} \cdot 100\% \quad (2)$$

где $U_{\text{уст}}$ – установленное значение напряжения на трехфазном генераторе сигналов SG-2330В, В;

$U_{\text{действ}}$ – измеренное значение напряжения на компараторе мощности К2006, В;

$U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения на эталонном счетчике RS 2330А, В.

Результаты операции поверки считают удовлетворительными, если полученные значения относительной погрешности воспроизведения/измерений напряжения переменного тока не превышают указанных в таблице А.2 Приложения А.

9.2 Определение относительной погрешности воспроизведения/измерений силы переменного тока:

- подключить компаратор мощности К2006 к выходным цепям установки по трехфазной четырехпроводной схеме;
- установить на трехфазном генераторе сигналов SG 2330В значения, приведенные в таблице А.3 Приложения А;
- зафиксировать полученные значения на эталонном счетчике RS 2330А и записать в таблицу А.3 Приложения А;
- вычислить значения относительной погрешности воспроизведения/измерений силы переменного тока $\delta_{\text{воспр}} I / \delta_{\text{изм}} I$, по формулам 3 и 4;

$$\delta_{\text{воспр}} I = \frac{I_{\text{уст}} - I_{\text{действ}}}{I_{\text{действ}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

$$\delta_{\text{изм}} I = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{действ}}}{I_{\text{действ}}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где $I_{\text{уст}}$ – установленное значение силы переменного тока на трехфазном генераторе сигналов SG-2330, А;

$I_{\text{действ}}$ – измеренное значение силы переменного тока на компараторе мощности K2006, А;
 $I_{\text{изм}}$ – измеренное значение силы переменного тока на эталонном счетчике RS 2330А, А.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения относительной погрешности воспроизведения/измерений силы переменного тока не превышают указанных в таблице А.3 Приложения А.

9.3 Определение абсолютной погрешности измерений фазных углов между напряжением и током первой гармоники:

- подключить компаратор мощности K2006 к выходным цепям по трехфазной четырехпроводной схеме;
- задать на трехфазном генераторе сигналов SG-2330 значения согласно таблице А.4 Приложения А;
- зафиксировать полученные значения на эталонном счетчике RS 2330А и записать в таблицу А.4 Приложения А;
- вычислить значения абсолютной погрешности измерений фазного угла $\Delta_{\text{изм}}\varphi$, градус, по формуле;

$$\Delta_{\text{изм}}\varphi = \varphi_{\text{изм}} - \varphi_{\text{действ}} \quad (5)$$

где $\varphi_{\text{изм}}$ – измеренное значение фазного угла эталонном счетчике RS 2330А, градус;

$\varphi_{\text{действ}}$ – действительное значение фазного угла на компараторе мощности K2006, градус.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения абсолютной погрешности измерений фазных углов между напряжением и током первой гармоники не превышают указанных в таблице А.4 Приложения А.

9.4 Определение относительной погрешности воспроизведения/измерений активной, реактивной, полной мощности:

- подключить компаратор мощности K2006 к выходным цепям по трехфазной четырехпроводной схеме;
- на эталонном счетчике RS 2330А настроить конфигурацию импульсных выходов: f_{out1} – активная, f_{out2} – реактивная, f_{out3} – полная (Main Menu → Measurement → Energy → Impulse);
- подключить импульсные выходы f_{out1} , f_{out2} , f_{out3} к компаратору мощности K2006;
- задать на трехфазном генераторе сигналов SG-2330 значения сигналов согласно таблице А.5 Приложения А;
- зафиксировать полученные значения на эталонном счетчике (Reference Standard) RS 2330А и записать в таблицу А.6 Приложения А;

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения относительной погрешности воспроизведений/измерений активной, реактивной, полной мощности не превышают указанных в таблице А.6 Приложения А.

9.5 Определение абсолютной погрешности измерения частоты напряжения переменного тока:

- подключить частотомер универсальный CNT-90 к выходным цепям;
- задать на трехфазном генераторе сигналов SG 2330В напряжение переменного тока в размере 10 В и установить значения частоты напряжения переменного тока согласно таблице А.7 Приложения А;
- зафиксировать полученные значения на эталонном счетчике (Reference Standard) RS 2330А и записать в таблицу А.7 Приложения А;

– вычислить значения абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока $\Delta_{изм}f$ по формуле

$$\Delta_{изм}f = f_{изм} - f_{действ} \quad (6)$$

где $f_{изм}$ – измеренное значение частоты переменного тока на эталонном счетчике (Reference Standard) RS 2330A, Гц;

$f_{действ}$ – действительное значение частоты переменного тока на частотомере универсальном CNT-90, Гц.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока не превышают указанных в таблице А.7 Приложения А.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия установки метрологическим требованиям, являются:

- обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в пунктах 7, 8, 9 и соответствие метрологических характеристик установки.

10.2 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия установки требованиям к рабочим эталонам являются:

- соответствие метрологических характеристик установки требованиям, указанных в пунктах 9.1, 9.2, 9.3, 9.4 настоящей методики поверки;

- применение при поверке эталона соответствующего разряда по требованию государственной поверочной схемы электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц, утвержденной приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436;

- соответствие метрологических характеристик установки требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц для рабочих эталонов 2-го разряда, утвержденной приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки заносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений ФГИС «АРШИН».

11.2 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.3 В случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин.

11.4 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются, рекомендуемая форма представления результатов поверки приведена в приложение А.

Начальник лаборатории № 551
ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»



Ю.Н. Ткаченко

Инженер по метрологии 1 категории
лаборатории № 551



М.В.Орехов

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(РЕКОМЕНДУЕМОЕ)

Форма представления результатов поверки УСТАНОВКИ ДЛЯ РЕГУЛИРОВКИ И
ПОВЕРКИ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ELMA-8325B

| | |
|---|--|
| Вид поверки: | Первичная/периодическая |
| Наименование, тип (модификация) средства измерений, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ, год выпуска | Установка для регулировки и поверки счетчиков электрической энергии, ELMA-8325B г.в. 2021 |
| Основные метрологические характеристики СИ: | В соответствии с описанием типа |
| Заводской номер: | 2081060188 |
| Наименование документа, на основании которого выполнена поверка: | РТ-МП-1045-551-2024 |
| Условия проведения поверки: | |
| температура окружающего воздуха, °C | |
| относительная влажность воздуха, % | |
| атмосферное давление, кПа | |
| Применяемые эталоны, стандартные образцы: | |

1. Внешний осмотр: соответствует/не соответствует
2. Опробование: соответствует/не соответствует
3. Идентификация программного обеспечения: соответствует/не соответствует

Таблица А.1 – Идентификационные данные программного обеспечения

| Идентификационные данные (признаки) | Значение | |
|---|---|---------------------------------|
| Идентификационное наименование ПО | ПО трехфазного генератора сигналов SG 2330B | ПО эталонного счетчика RS 2330A |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | Firmware SG | Firmware RS |
| Цифровой идентификатор ПО | 9.56 | 9.19 |

4. Определение относительной погрешности воспроизведений/измерений напряжения переменного тока:

Таблица А.2 – Проверка диапазона воспроизведения/измерения и определение относительной погрешности воспроизведения/измерения напряжения переменного тока

| $U_{уст.}$, В | $U_{изм.}$, В | $U_{действ.}$, В | Полученные значения относительной погрешности $\delta_{изм} U$, % | Полученные значения относительной погрешности $\delta_{воспр} U$, % | Пределы допускаемой относительной погрешности $\delta_{изм} U$, % | Пределы допускаемой относительной погрешности $\delta_{воспр} U$, % |
|----------------|----------------|-------------------|--|--|--|--|
| фаза А | | | | | | |
| 30 | | | | | ±0,05 | ±0,2 |
| 57,7 | | | | | ±0,05 | ±0,2 |
| 127 | | | | | ±0,05 | ±0,2 |
| 230 | | | | | ±0,05 | ±0,2 |
| 300 | | | | | ±0,05 | ±0,2 |

Продолжение таблицы А.2

| U _{уст} , В | U _{изм} , В | U _{действ} , В | Полученные значения относительной погрешности $\delta_{изм}U$, % | Полученные значения относительной погрешности $\delta_{воспр}U$, % | Пределы допускаемой относительной погрешности $\delta_{изм}U$, % | Пределы допускаемой относительной погрешности $\delta_{воспр}U$, % |
|-------------------------|-------------------------|----------------------------|---|---|---|---|
| фаза В | | | | | | |
| 30 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 57,7 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 127 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 230 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 300 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| фаза С | | | | | | |
| 30 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 57,7 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 127 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 230 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 300 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |

5. Определение относительной погрешности воспроизведения/измерений силы переменного тока:

Таблица А.3 – Проверка диапазона воспроизведения/измерения и определение относительной погрешности воспроизведения/измерения силы переменного тока

| I _{уст} , А | I _{изм} , А | I _{действ} , А | Полученные значения относительной погрешности $\delta_{изм}I$, % | Полученные значения относительной погрешности $\delta_{воспр}I$, % | Пределы допускаемой относительной погрешности $\delta_{изм}I$, % | Пределы допускаемой относительной погрешности $\delta_{воспр}I$, % |
|----------------------|----------------------|-------------------------|---|---|---|---|
| фаза А | | | | | | |
| 0,01 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,05 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,1 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,25 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 1 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 2,5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 7,5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 10 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 20 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 50 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 100 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 120 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| фаза В | | | | | | |
| 0,01 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,05 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,1 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,25 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 1 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 2,5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |

Продолжение таблицы А.3

| $I_{уст}, A$ | $I_{изм}, A$ | $I_{действ}, A$ | Полученные значения относительной погрешности $\delta_{изм}I, \%$ | Полученные значения относительной погрешности $\delta_{воспр}I, \%$ | Пределы допускаемой относительной погрешности $\delta_{изм}I, \%$ | Пределы допускаемой относительной погрешности $\delta_{воспр}I, \%$ |
|--------------|--------------|-----------------|---|---|---|---|
| фаза В | | | | | | |
| 7,5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 10 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 20 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 50 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 100 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 120 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| фаза С | | | | | | |
| 0,01 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,05 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,1 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,25 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 0,5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 1 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 2,5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 7,5 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 10 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 20 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 50 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 100 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |
| 120 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,2$ |

6. Определение абсолютной погрешности измерений фазных углов между напряжением и током первой гармоники:

Таблица А.4 – Проверка диапазона измерения и определение абсолютной погрешности измерений фазных углов между напряжением и током первой гармоники

| Измерения фазы угла между напряжением и током | | | | | | |
|---|--------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|--|--|
| $U_{уст}, В$ | $I_{уст}, А$ | $\varphi_{уст}, ^\circ$ | $\varphi_{изм}, ^\circ$ | $\varphi_{действ}, ^\circ$ | Полученные значения абсолютной погрешности $\Delta\varphi, ^\circ$ | Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta\varphi, ^\circ$ |
| Фаза А | | | | | | |
| 230 | 5 | 0 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 60 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 90 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 180 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 240 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 270 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 330 | | | | $\pm 0,03$ |
| Фаза В | | | | | | |
| 230 | 5 | 0 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 60 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 90 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 180 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 240 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 270 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 330 | | | | $\pm 0,03$ |

Продолжение таблицы А.4

| $U_{уст}, В$ | $I_{уст}, А$ | $\varphi_{уст}, ^\circ$ | $\varphi_{изм}, ^\circ$ | $\varphi_{действ}, ^\circ$ | Полученные значения абсолютной погрешности $\Delta\varphi, ^\circ$ | Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta\varphi, ^\circ$ |
|--------------|--------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|--|--|
| Фаза С | | | | | | |
| 230 | 5 | 0 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 60 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 90 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 180 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 240 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 270 | | | | $\pm 0,03$ |
| | | 330 | | | | $\pm 0,03$ |

7. Определение относительной погрешности воспроизведения/измерений активной, реактивной, полной мощности:

Таблица А.5 – Задаваемые значения на трехфазном генераторе сигналов SG-2330

| № п/п | Схема подключения | $U_{уст}, В$ | $I_{уст}, А$ | $\varphi(U)_{уст}, ^\circ$ | $f_{уст}, Гц$ | $C, \text{имп./кВт}$ |
|----------|----------------------|--------------|--------------|----------------------------|---------------|----------------------|
| 1 | 3Ф4П | 57,7 | 0,02 | 0 | 50 | 36000 |
| 2 | | | | 90 | | |
| 3 | | | 0,05 | 0 | | |
| 4 | | | | 60 | | |
| 5 | | | | 323,13 | | |
| 6 | | | | 90 | | |
| 7 | | | 0,2 | 0 | | |
| 8 | | | | 60 | | |
| 9 | | | | 323,13 | | |
| 10 | | | | 90 | | |
| 11 | | | 0,5 | 0 | | |
| 12 | | | | 60 | | |
| 13 | | | | 323,13 | | |
| 14 | | | | 90 | | |
| 15 | | | 1 | 0 | | |
| 16 | | | | 60 | | |
| 17 | | | | 323,13 | | |
| 18 | | | | 90 | | |
| 19 | | | 5 | 0 | | |
| 20 | | | | 60 | | |
| 21 | | | | 323,13 | | |
| 22 | | | | 90 | | |
| 23 | | | 10 | 0 | | |
| 24 | | | | 60 | | |
| 25 | | | | 323,13 | | |
| 26 | | | | 90 | | |
| 27 | | 230 | 0,02 | 0 | | |
| 28 | | | | 90 | | |
| 29 | | | 0,05 | 0 | | |
| 30 | | | | 60 | | |
| 31 | | | | 323,13 | | |
| 32 | | | | 90 | | |

Продолжение таблицы А.5

| № п/п | Схема подключения | U _{уст} , В | I _{уст} , А | $\varphi(UI)_{уст.}, ^\circ$ | f _{уст} , Гц | C, имп./кВт |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------|
| 33 | 3Ф4П | 230 | 0,2 | 0 | 50 | 36000 |
| 34 | | | | 60 | | |
| 35 | | | | 323,13 | | |
| 36 | | | | 90 | | |
| 37 | | | 0,5 | 0 | | |
| 38 | | | | 60 | | |
| 39 | | | | 323,13 | | |
| 40 | | | | 90 | | |
| 41 | | | 1 | 0 | | |
| 42 | | | | 60 | | |
| 43 | | | | 323,13 | | |
| 44 | | | | 90 | | |

Таблица А.6 – Проверка диапазона измерения и определение относительной погрешности воспроизведений/измерений активной, реактивной, полной мощности

| № п/п | Полученные значения относительной погрешности | | | Пределы допускаемой относительной погрешности | | |
|----------|---|----------------|----------------|---|----------------------|----------------------|
| | $\delta P, \%$ | $\delta Q, \%$ | $\delta S, \%$ | $\delta_{доп} P, \%$ | $\delta_{доп} Q, \%$ | $\delta_{доп} S, \%$ |
| 1 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 2 | | | | - | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ |
| 3 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 4 | | | | $\pm 0,1$ | $\pm 0,057$ | $\pm 0,05$ |
| 5 | | | | $\pm 0,062$ | $\pm 0,083$ | $\pm 0,05$ |
| 6 | | | | - | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ |
| 7 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 8 | | | | $\pm 0,1$ | $\pm 0,057$ | $\pm 0,05$ |
| 9 | | | | $\pm 0,062$ | $\pm 0,083$ | $\pm 0,05$ |
| 10 | | | | - | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ |
| 11 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 12 | | | | $\pm 0,1$ | $\pm 0,057$ | $\pm 0,05$ |
| 13 | | | | $\pm 0,062$ | $\pm 0,083$ | $\pm 0,05$ |
| 14 | | | | - | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ |
| 15 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 16 | | | | $\pm 0,1$ | $\pm 0,057$ | $\pm 0,05$ |
| 17 | | | | $\pm 0,062$ | $\pm 0,083$ | $\pm 0,05$ |
| 18 | | | | - | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ |
| 19 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 20 | | | | $\pm 0,1$ | $\pm 0,057$ | $\pm 0,05$ |
| 21 | | | | $\pm 0,062$ | $\pm 0,083$ | $\pm 0,05$ |
| 22 | | | | - | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ |
| 23 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 24 | | | | $\pm 0,1$ | $\pm 0,057$ | $\pm 0,05$ |
| 25 | | | | $\pm 0,062$ | $\pm 0,083$ | $\pm 0,05$ |
| 26 | | | | - | $\pm 0,083$ | $\pm 0,05$ |
| 27 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 28 | | | | | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ |
| 29 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 30 | | | | $\pm 0,1$ | $\pm 0,057$ | $\pm 0,05$ |
| 31 | | | | $\pm 0,062$ | $\pm 0,083$ | $\pm 0,05$ |

Продолжение таблицы А.6

| № п/п | Полученные значения относительной погрешности | | | Пределы допускаемой относительной погрешности | | |
|----------|--|----------------|----------------|--|-----------------------------|-----------------------------|
| | $\delta P, \%$ | $\delta Q, \%$ | $\delta S, \%$ | $\delta_{\text{доп}} P, \%$ | $\delta_{\text{доп}} Q, \%$ | $\delta_{\text{доп}} S, \%$ |
| 32 | | | | - | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ |
| 33 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 34 | | | | $\pm 0,1$ | $\pm 0,057$ | $\pm 0,05$ |
| 35 | | | | $\pm 0,062$ | $\pm 0,083$ | $\pm 0,05$ |
| 36 | | | | - | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ |
| 37 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 38 | | | | $\pm 0,1$ | $\pm 0,057$ | $\pm 0,05$ |
| 39 | | | | $\pm 0,062$ | $\pm 0,083$ | $\pm 0,05$ |
| 40 | | | | - | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ |
| 41 | | | | $\pm 0,05$ | - | $\pm 0,05$ |
| 42 | | | | $\pm 0,01$ | $\pm 0,057$ | $\pm 0,05$ |
| 43 | | | | $\pm 0,062$ | $\pm 0,083$ | $\pm 0,05$ |
| 44 | | | | - | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ |

8. Определение абсолютной погрешности измерения частоты напряжения переменного тока:

Таблица А.7 – Проверка диапазона измерения и определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока

| $f_{\text{уст}}, \text{Гц}$ | $f_{\text{изм}}, \text{Гц}$ | $f_{\text{действ}}, \text{Гц}$ | Полученные значения абсолютной погрешности $\Delta f, \text{Гц}$ | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\Delta_{\text{доп}} f, \text{Гц}$ |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|---|
| 45 | | | | $\pm 0,005$ |
| 50 | | | | $\pm 0,005$ |
| 55 | | | | $\pm 0,005$ |
| 60 | | | | $\pm 0,005$ |
| 65 | | | | $\pm 0,005$ |
| 70 | | | | $\pm 0,005$ |

Заключение по результатам поверки: Средство измерений пригодно/не пригодно к применению и соответствует/не соответствует требованиям к рабочему эталону 2 разряда по приказу Росстандарта от 23.07.2021 № 1436.