



ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КЛЕЩИ-ВАТТМЕТР

АКИП-4022

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ




Москва

1	МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
1.1	Вводный инструктаж и предупреждения.....	6
1.2	Обращение с прибором при эксплуатации.....	7
1.3	Обращение с прибором по завершении измерений.....	7
2	НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА.....	8
2.1	Информация о сертификации.....	9
3	КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ.....	10
4	ПОДГОТОВКА К ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	11
4.1	Предварительный осмотр и проверка.....	11
4.2	Электропитание прибора.....	11
4.3	Межповерочный интервал (калибровка).....	11
4.4	Хранение.....	11
5	ОБЩИЕ ИНСТРУКЦИИ И УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	12
5.1	Описание прибора.....	12
5.2	Описание функциональных кнопок.....	14
5.3	Описание функций переключателя режимов.....	17
6	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	42
6.1	Операции и средства поверки.....	43
6.2	Требования к квалификации поверителей.....	48
6.3	Требования безопасности.....	48
6.4	Условия поверки и подготовка к ней.....	48
6.5	Операции поверки.....	49
6.6	Оформление результатов поверки.....	55
6.7	Приложение А.....	57
7	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	64
7.1	Общие указания.....	64
7.2	Замена батарей питания.....	64
7.3	Чистка прибора.....	64

8	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СПЕЦИФИКАЦИИ.....	65
8.1	Общие данные	68
9	ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.....	69
9.1	Тара, упаковка и маркировка упаковки	69
9.2	Условия транспортирования	69
10	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	70
11	ПРИЛОЖЕНИЕ: ГАРМОНИКИ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА.	71
11.1	Теоретические аспекты измерений	71
11.2	Предельные значения гармоник	72
11.3	Причины появления гармоник в электросети.	73
11.4	Последствия наличия гармоник в электросети.	74

1 МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ

Клещи-ваттметр **АКИП-4022** (далее – прибор) были разработаны и изготовлены в соответствии с требованиями стандарта МЭК 61010. Для обеспечения безопасности пользователя и во избежание повреждения прибора необходимо выполнять нижеследующие рекомендации и следовать указанным процедурам, тщательно изучить все примечания, которым предшествует символ .



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Нарушение настоящих правил и рекомендаций может привести к повреждению прибора и его компонентов, или же создать угрозу вашей безопасности.

Неукоснительно следуйте Руководству при подготовке к измерениям и в ходе проведения тестов:

Не производить измерений в условиях повышенной влажности или запыленности.

Не выполнять измерений в присутствии взрывоопасных и горючих жидкостей и газов.

Не прислоняться к объектам и оборудованию, подлежащему тестированию при подготовке к измерениям.

Избегать в ходе теста любых прикосновений к металлоконструкциям, имеющим соединение с землей, измерительным проводам (даже не используемых для тестирования), шинам и корпусам оборудования и т.д.

Не выполнять прибором никаких измерений в случае обнаружения неисправностей и наличия на нем внешних признаков повреждения, таких как, деформация корпуса, трещины, сколы, следы утечки жидкостей, отсутствия индикации на дисплее или невозможности считывания показаний.






Не использовать внешний сетевой источник питания если обнаружена деформация или трещины (сколы) на корпусе прибора, повреждения проводов или штепсельного выключателя (электророзетки).

В виду опасности поражения электрическим током будьте особенно внимательны и осторожны при измерении напряжения превышающего 25 В для плавательных бассейнов, строительных площадок, внутренних дворовиков жилых зданий и 50 В для всех других мест.

Использовать измерительные провода и принадлежности только из состава комплекта прибора или поставленные заводом-изготовителем прибора.

Не допускайте нахождения пальцев руки за пределами упора безопасности (см. рис.1 п.2) при выполнении измерений силы тока и напряжения с использованием чехла-фиксатора.

В настоящем Руководстве по эксплуатации используются следующие символы:

	Предостережение: обратитесь к инструкции. Неправильное использование может повредить прибор или его компоненты
	Опасное высоковольтное напряжение: существует опасность поражения током
	Исполнение прибора с двойной изоляцией корпуса
	Переменное напряжение или ток
	Постоянное напряжение или ток



Изготовитель оставляет за собой право вносить в схему и конструкцию прибора не принципиальные изменения, не влияющие на его технические данные. При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных, документов не проводится.

Содержание данного **Руководства по эксплуатации** не может быть воспроизведено в какой-либо форме (копирование, воспроизведение и др.) в любом случае без предшествующего разрешения компании изготовителя или официального дилера.

Внимание:



1. Все изделия запатентованы, их торговые марки и знаки зарегистрированы. Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию (внести не принципиальные изменения, не влияющие на его технические характеристики). При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных, документов не проводится.
2. В соответствии с **ГК РФ** (ч.IV, статья 1227, п. 2): **«Переход права собственности на вещь не влечет переход или предоставление интеллектуальных прав на результат интеллектуальной деятельности»**, соответственно приобретение данного средства измерения не означает приобретение прав на его конструкцию, отдельные части, программное обеспечение, руководство по эксплуатации и т.д. Полное или частичное копирование, опубликование и тиражирование руководства по эксплуатации запрещено.

Информация о сертификации

Клещи-ваттметр АКИП-4022 прошли испытания для целей утверждения типа и включены в Государственный реестр средств измерений РФ за № 30408-05.

1.1 Вводный инструктаж и предупреждения

- Клещи-ваттметр **4022 (АКИП)** разработаны для использования в средах со степенью загрязнения **2**.
- Прибор может использоваться для измерения переменного напряжения и тока в электроустановках до 600 В (Ф-3) и для измерения постоянного напряжения до 600 В (между терминалами: **⊥** и «+»).
- Используйте общепринятые меры безопасности и предосторожности, направленные на:
 - Защиту от опасных ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ.
 - Защиту прибора от НЕПРАВИЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ.
- **ТОЛЬКО** использование измерительных проводов из комплекта прибора гарантирует соблюдение требований безопасности. Провода и принадлежности должны быть в исправном состоянии, в случае необходимости они подлежат замене аналогичными аксессуарами.
- Не проводите в цепях и токоведущих проводниках измерений напряжения и токов, превышающих пределы измерений прибора.
- Не выполняйте измерений при параметрах окружающей среды выходящих за установленные пределы (см. рабочие условия эксплуатации, параграф 6.2.1.).
- Убедитесь, что батареи питания установлены правильно (полярность соответствует).
- Перед подсоединением измерительных проводов к тестируемой цепи убедитесь, что переключатель режимов установлен в надлежащее для измерения положение.
- Убедитесь, что на ЖК-индикаторе отображается режим или функция измерений, выбранные в данный момент переключателем прибора.

1.2 Обращение с прибором при эксплуатации



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Несоблюдение настоящих правил и рекомендаций может привести к повреждению прибора и/или его компонентов или создать угрозу жизни и здоровья оператора.

Перед изменением режимов и пределов измерений отключайте клещи-ваттметр от цепи или токоведущего проводника.

При проведении измерений не касайтесь посторонних цепей и металлических конструкций.

Не измеряйте сопротивление в случае обнаружения напряжения в цепи. Даже если цепь имеет защиту, постороннее внешнее напряжение может вызвать сбой в работе прибора.

При измерении силы тока клещами, отключите измерительные провода от входных гнезд прибора.

При измерении силы тока любые другие токоведущие цепи могут оказывать мешающее воздействие на процедуру измерения и увеличивать погрешность.

При измерении силы тока всегда располагайте измеряемый проводник строго в центре зоны обхвата (в соответствии с метками) для обеспечения наиболее точных измерений (см. 4.1.2.)

В ходе измерений, если значение на дисплее остается неизменным, убедитесь, что режим УДЕРЖ работоспособен (т.е. обеспечивается возможность текущих измерений и фиксирование показаний).

1.3 Обращение с прибором по завершении измерений

После проведения измерений выключите токовые клещи-ваттметр (положение ВЫКЛ). Если прибор не используется в течение длительного времени, удалите элементы питания из батарейного отсека.

2 НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Прибор **АКИП-4022** может выполнять следующие виды измерений:

- Переменное напряжение (V AC) с TRMS преобразованием (*автовывбор*: перем. (AC) / пост. (DC)).
- Постоянное напряжение (V DC) (*автовывбор*: AC / DC).
- Переменный ток (I AC) с TRMS преобразованием.
- Суммарный коэффициент гармоник по току и напряжению (THD%)
- Гармоники напряжения (от постоянного тока (dc) до 25-й)) .
- Гармоники тока (от 1-й до 25-й).
- Частоту напряжения (вх. гнезда).
- Частоту тока (т/клещи).
- Сопротивление (R).
- Тест непрерывности («прозвонка цепи»).
- Определение порядка чередования фаз (только одним испытательным щупом).
- Активной, реактивной, полной **мощности** и коэффициента мощности в однофазных системах.
- Активной, реактивной, полной **мощности** и коэффициента мощности в трехфазных системах.
- Активной, реактивной (i/c), полной **энергии** в однофазных системах.
- Активной, реактивной (i/c), полной **энергии** в трехфазных системах.

Измеряемый параметр или режим выбирается с помощью роторного переключателя на **7 положений** (включая положение **выкл**). На лицевой панели расположены следующие кнопки управления: "Г↑/ энергия", "Г↓/ макс/ мин/ пик", " гарм/ функц" и "🔊/удерж". Для их использования обратитесь к разделу 4.2. Выбранный режим отображается на высококонтрастном ЖК-дисплее с указанием единиц измерения и индикацией функционального режима.

Внимание: Наилучшее отображение информации обеспечивается при обзоре дисплея под «наклонном» (~ 45 ° к поверхности прибора).

Примечание. Если не указано иное, настоящее руководство распространяется на приборы с любыми серийными номерами.

2.1 Информация о сертификации

Прибор **АКИП-4022** прошёл испытания для целей утверждения типа и включен в Государственный реестр средств измерений РФ за № **30408-05**.

3 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Клещи-ваттметр АКИП-4022	1 шт
Измерительные провода	2 шт
Зажим «крокодил»	2 шт
Источники питания	1,5В x 2 шт (установлены)
Чехол-фиксатор	1 шт
Транспортная сумка	1 шт
Руководство по эксплуатации	1 шт

4 ПОДГОТОВКА К ЭКСПЛУАТАЦИИ.

4.1 Предварительный осмотр и проверка


Данный прибор был подвергнут механической и электрической проверке перед отгрузкой потребителю. Изготовителем приняты все меры контроля для оценки его качества, работоспособности и соответствия нормам (стандартам) безопасности.

После получения прибора рекомендуется выполнить проверку его исправности, чтобы обнаружить любое возможное повреждение или неисправность, полученные во время доставки.

Проверьте наличие принадлежностей и аксессуаров, содержащихся в комплекте поставки. (см. Раздел 6.3.1.)

4.2 Электропитание прибора

Прибор снабжен 2-я батареями AAA. Срок службы источников электропитания приборов ~ **90 часов**.

Символ "" появляется, когда батареи находятся в разряженном состоянии. Замените их в соответствии с порядком указанным в разделе 5.2.

Примечание: функция «Автовывключение питания» (APO) – блокируется на весь период проведения замеров: в режиме измерения «ЭНЕРГИЯ» (в 1Ф и 3Ф режимах) и в режиме измерения МИН/ МАКС/ СРЕД/ ПИК.

4.3 Межповерочный интервал (калибровка)

Измеритель **4022** обеспечивает соблюдение указанных в спецификации технические характеристики и значения погрешности измерений. Такое техническое состояние и нормированные параметры гарантируются в течение одного года с момента изготовления (выпуска из производства). В дальнейшем измеритель, при необходимости, может подвергаться процедурам поверки или калибровки.

4.4 Хранение

Для гарантированного соответствия технических характеристик указанных в спецификации после периода длительного хранения (в условиях окружающей среды выходящих за нормированные значения) необходимо до начала использования прибора обеспечить его нахождение в нормальных рабочих условиях (см. раздел 6.2.1.).

5 ОБЩИЕ ИНСТРУКЦИИ И УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1 Описание прибора

5.1.1 Описание органов индикации и кнопок управления

ОПИСАНИЕ:

1. Клеши преобразователя тока (разводные)
2. Ограничитель безопасности
3. Кнопка удержания показаний (**УДЕРЖ**) и подсветки (💡)
4. Курок механизма развода клещей
5. Поворотный переключатель режимов измерений
6. Кнопка **ЭНЕРГИЯ/Г↑**
7. Кнопка **🔄 ФУНКЦ/ГАРМ**
8. Кнопка **МАКС/МИН/ПИК /Г↓**
9. ЖК-дисплей
10. Общий вход (**⊥ (COM)**).
11. Вход для режимов **V/Ω (+)** (измерение напряжения или сопротивления).

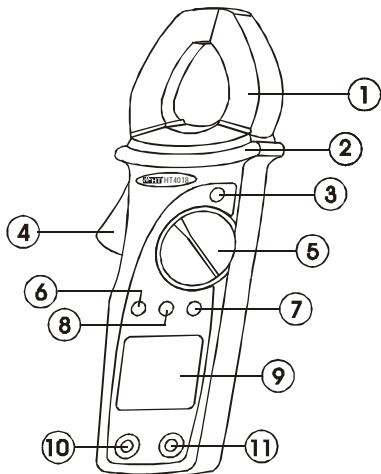
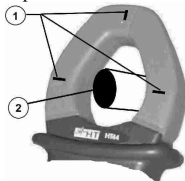


Рис. 1: Описание прибора

5.1.2 Метки совмещения (точности позиционирования при измерении)

Поместите провод между губками токовых клещей в точке пересечения воображаемых линий (см. отметки на боковой поверхности) для обеспечения технических условий наиболее точного размещения (позиционирования) при измерении.



ОПИСАНИЕ:

1. Метки позиционирования провода
2. Измеряемый провод

Рис. 2: Расположение проводника

5.1.3 Резиновый наконечник для крепления испытательных щупов

Резиновый наконечник (чехол-фиксатор) поставляется вместе с прибором. Он крепится в верхней части измерителя мощности непосредственно на клещах токового преобразователя и может надежно удерживать любой из двух испытательных щупов (см. рис. 3.)




Рис. 3: Использование защитного наконечника для крепления испытательных щупов

Чехол-фиксатор, входящий в комплект поставки прибора имеет важное практическое применение. С его помощью пользователь может одной рукой безопасно проводить измерения сразу двумя испытательными щупами и одновременно при этом просматривать полученные значения на дисплее.

5.1.4 Функция Автовыключения питания (AUTO POWER OFF)

В целях продления срока службы аккумуляторных батарей, измеритель АКИП-4022 автоматически выключается **через 5 минут** после последнего изменения положения (поворота) переключателя или нажатия на любую кнопку.

При активизации этой функции на дисплее появится символ .

Для выхода из функции установите поворотный переключатель в положение **ВЫКЛ**, а затем поверните селекторный переключатель в любое положение при нажатой кнопке **ФУНКЦ**.

Для восстановления функции автовыключения следует повернуть селекторный переключатель в положение **ВЫКЛ**, а затем выбрать требуемый режим/функцию измерений.


- Примечание:**
1. В режиме измерения ЭНЕРГИИ (в 1Ф и 3Ф режимах) функция «Автовыключение питания» (АРО) – блокируется на весь период проведения замеров.
 2. В режиме измерения МИН/МАКС/СРЕД/ПИК функция «Автовыключение» - блокируется.
 3. Рекомендуется перед началом измерений заменить источники питания новыми.

5.2 Описание функциональных кнопок


5.2.1 Кнопка ФУНКЦ


Кнопка позволяет пользователю циклически при нажатии на определенную кнопку прокручивать **режимы измерений**:

- $V \approx$: нажмите кнопку **ФУНКЦ** для выбора между измерением **напряжения** (автовыбор АС/DC) или **частоты переменного напряжения**
- $A \approx$: нажмите кнопку **ФУНКЦ** для выбора между измерением **силы переменного тока** или **частоты переменного тока**

- **1Ф:** нажмите кнопку **ФУНКЦ** для измерений активной, реактивной, полной мощности, коэффициента мощности и электроэнергии в однофазных системах
- **3Ф:** нажмите кнопку **ФУНКЦ** измерений активной, реактивной, полной мощности, коэффициента мощности и электроэнергии в трехфазных сбалансированных системах.
- : нажмите кнопку **ФУНКЦ** для начала процедуры определения порядка чередования фаз

Нажмите и удерживайте **более 1 сек** кнопку **ФУНКЦ** для активирования режима **«Измерение гармоник»** (ток/ напряжение). С помощью переключателя режимов производится выбор следующих положений:

V : нажмите и удерживайте кнопку **ФУНКЦ** в течение 1-ой секунды с тем, чтобы активировать измерение гармоник напряжения. При нажатии на кнопки **Г↑** и **Г↓** на дисплее отобразятся индивидуальные значения соответствующих гармоник.

A : нажмите и удерживайте кнопку **ФУНКЦ** в течение 1-ой секунды с тем, чтобы активировать измерение гармоник тока. При нажатии на кнопки **Г↑** и **Г↓** на дисплее отобразятся индивидуальные значения гармоник.

Отключение функционального режима **«Измерение гармоник»:**


- Путем нажатия и удержания кнопки **ФУНКЦ** в течение > 1 секунды.
- Установкой переключателя режимов в другое положение.

Более подробное описание кнопки **ФУНКЦ** дано в разделах по измерениям.

5.2.2 Кнопка **УДЕРЖ** /

Эта кнопка при кратковременном нажатии (до 1 с) включает функцию **HOLD/Удержание**. При этом на дисплее высветится символ **"H"** (УДЕРЖ). Для выхода из этой функции:

- Повторно нажмите на кнопку **УДЕРЖ**
- Поверните поворотный переключатель режимов в другое положение.

Для активизации **подсветки дисплея** нажмите и удерживайте кнопку  > 1 секунды. Подсветка автоматически погаснет через 5 секунд после смены положения переключателя или нажатия любой кнопки.

5.2.3 Кнопка МАКС/ МИН/ ПИК

При нажатии и удержании кнопки **МАКС/ МИН/ ПИК** в течение > 1-ой секунды, активируются режимы измерения максимального (**MAX**), минимального (**MIN**), среднего (**AVG**) и пикового (**PK**) значений. Все эти значения будут постоянно обновляться вне зависимости от того, какое и сколько значений будут отображаться на экране. При постоянном нажатии на кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** каждое значение будет отображаться на дисплее с соответствующей частотой.

Для выхода из этой функции:

- снова нажмите и удерживайте кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** в течение 1-ой секунды
- установите переключатель в другое положение

5.2.4 Кнопка ЭНЕРГИЯ

Нажмите и удерживайте **более 1 сек** кнопку **ЭНЕРГИЯ** для активирования режима «**Измерение ЭНЕРГИИ**» (в «**1Ф**» или «**3Ф**» электросети). С помощью поворотного переключателя производится выбор следующих положений:

1Ф: нажатием на кнопку **ЭНЕРГИЯ** производят измерения активной, реактивной, полной электрической мощности/ энергии в однофазных системах. При нажатии на кнопку **ФУНКЦ** на дисплее будет отображаться значение каждого параметра поочередно.

3Ф: нажатием на кнопку **ЭНЕРГИЯ** производят измерения активной, реактивной, полной электрической мощности/ энергии в трехфазных сбалансированных системах. При нажатии на кнопку **ФУНКЦ** на дисплее будет отображаться значение каждого параметра поочередно.

5.3 Описание функций переключателя режимов

5.3.1 Измерение напряжения переменного/постоянного тока

ВНИМАНИЕ



- Максимальное входное напряжение 600В. Не пытайтесь проводить измерения напряжения, превышающего пределы, указанные в данном руководстве, иначе возможно поражение электротоком или повреждение прибора.
- Прибор не сможет измерить значение переменного тока, если его значение будет ниже 1,5 В.

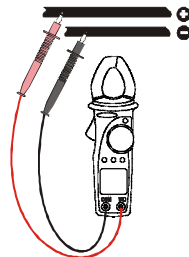
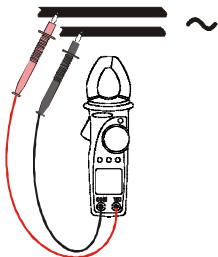



Рис. 4: измерение напряжения переменного тока Рис. 5: измерение напряжения постоянного тока

1. Установите переключатель режимов в положение “ $V \sim$ ”.
2. Подключите красный провод в гнездо $V/\Omega +$, а черный провод в гнездо \perp . Для облегчения процесса измерения, используйте резиновый испытательный наконечник-фиксатор в соответствии со схемой крепления испытательного щупа (см. рис. 3).

3. Подключите испытательные щупы к цепи (см. рис. 4 и 5). Прибор автоматически выберет: переменное (АС) или постоянное напряжение (DC). На дисплее отобразится значение измеренного напряжения. Для переменного напряжения значение частоты будет показано на вспомогательном дисплее.
4. Символ “-“ указывает на отрицательную полярность постоянного напряжения (DC).
5. Символ "O.L" означает, что измеренное напряжение превышает предел измерений прибора.
6. При необходимости нажмите кнопку **УДЕРЖ**, фиксируя тем самым измеренное значение на дисплее. Для выхода из этой функции, повторно нажмите на кнопку **УДЕРЖ**.
7. В случае если измерения производятся в темной обстановке, нажмите и удерживайте кнопку  в течение > 1-ой секунды для активации подсветки дисплея. Через 5 секунд подсветка отключится автоматически.

При нажатии и удержании кнопки **МАКС/ МИН/ ПИК** в течение > 1-ой секунды, активируются значения максимального (MAX), минимального (MIN), среднего (AVG) и пикового (PK) измерения. Все эти значения будут постоянно обновляться вне зависимости от того, какое и сколько значений будут отображаться на экране. При нажатии на кнопку **МАКС/МИН/ПИК** значения будут отображаться на дисплее циклически. Для выхода из этой функции, снова нажмите и удерживайте кнопку **МАКС/МИН/ПИК** в течение 1-ой секунды или просто установите переключатель в другое положение.

5.3.2 Измерение частоты напряжения (с использованием измерительных щупов)

ВНИМАНИЕ



- Максимальное входное напряжение 600В. Не пытайтесь проводить измерения напряжения, превышающего пределы, указанные в данном руководстве, иначе возможно поражение электротоком или повреждение прибора.
- Прибор не сможет измерить значение переменного тока, если его значение будет ниже 1,5В.

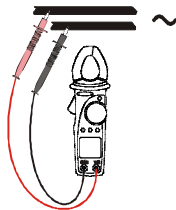



Рис. 6: измерение частоты напряжения

1. Установите переключатель режимов в положение “ $V \approx$ ”.
2. Для выбора функции **Гц/ Частота** (в режиме **АС/переменное напряжение**), нажмите кнопку **ФУНКЦ.** Для возврата к функции измерения напряжения снова нажмите кнопку **ФУНКЦ.**
3. Подключите красный провод в гнездо V/Ω , а черный провод в гнездо \perp . Для облегчения процесса измерения, используйте резиновый чехол-наконечник для крепления испытательного щупа (см. рис. 3).
4. Подключите испытательные щупы к цепи (см. рис.6). На дисплее отобразится значение измеренной частоты.
5. Символ “**OL**” означает, что измеренное значение превышает предел измерений прибора.
6. В случае если возникнут сложности при прочтении значений на дисплее, нажмите кнопку **УДЕРЖ**, фиксируя тем самым измеренное значение. Для выхода из этой функции, повторно нажмите на кнопку **УДЕРЖ**.
7. В случае если измерения производятся в темной обстановке, нажмите и удерживайте кнопку  в течение 1-ой секунды с тем, чтобы активировать подсветку. Через 5 секунд подсветка отключится автоматически.

При нажатии и удержании кнопки **МАКС/МИН/ПИК** хотя бы в течение 1-ой секунды, активируются значения максимального (MAX), минимального (MIN), среднего (AVG) и пикового (PK) измерения. Все эти

значения будут постоянно обновляться в не зависимости от того, какое и сколько значений будут отображаться на экране. При нажатии на кнопку **МАКС/МИН/ПИК** значения будут отображаться на дисплее циклически. Для выхода из этой функции, снова нажмите и удерживайте кнопку **МАКС/МИН/ПИК** в течение 1-ой секунды или просто установите переключатель в другое положение.

5.3.3 Измерение гармоник напряжения

ВНИМАНИЕ



- Максимальное входное напряжение 600В. Не пытайтесь проводить измерения напряжения, превышающего пределы, указанные в данном руководстве, иначе возможно поражение электротоком или повреждение прибора.
- Измерение гармоник напряжения возможно только при переменном напряжении на входе.

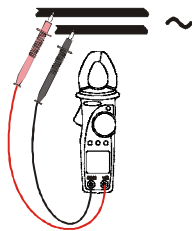




Рис. 7: анализ гармоник напряжения

1. Установите переключатель режимов в положение “**V** ”.

2. Нажмите кнопку **ФУНКЦ** и удерживайте более 1-ой секунды до тех пор, пока на дисплее не появится символ “**THD%**”.
3. Подключите красный провод в гнездо **V/Ω**, а черный провод в гнездо **┴**. Для облегчения процесса измерения используйте резиновый чехол-наконечник (вставьте в него один испытательный щуп (см. рис. 3)).
4. Подключите испытательные щупы к цепи (см. рис. 6). На дисплее отобразится значение коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения. На дисплее высветится символ “**THD%**”.
5. С помощью кнопок **Г↑** и **Г↓** выбрать любую из возможных значений гармоник от постоянного тока (DC) до 25-ой гармоники. На вспомогательном дисплее будет показан порядковый номер гармоники. Процентное значение данной гармоники от суммарного коэффициента искажения напряжения отображается на основном дисплее (например, **НЗ%** означает третью гармонику 50 Гц).
6. Нажмите кнопку **ФУНКЦ** для переключения на абсолютные значения гармоник напряжения (от постоянного тока до 25-й). На вспомогательном дисплее будет показан порядковый номер гармоники. Абсолютное значение напряжения данной гармоники отображается на основном дисплее (например, **НЗ** означает третью гармонику).
7. При необходимости (трудность считывания показаний на дисплее) нажмите кнопку **УДЕРЖ**. Для выхода из этой функции, повторно нажмите на кнопку **УДЕРЖ**.
8. В условиях недостаточной видимости нажмите и удерживайте кнопку  в течение > 1-ой секунды для включения подсветки дисплея. Через 5 секунд подсветка отключится автоматически.
9. Для выхода из этого режима и возврата к функции измерения напряжения (см. раздел 1.3.1), нажмите кнопку **ФУНКЦ**.

5.3.4 Измерение сопротивления и «прозвонка» цепи



ВНИМАНИЕ

Перед началом проведения измерения сопротивления, обесточьте цепь и при необходимости разрядите все конденсаторы.

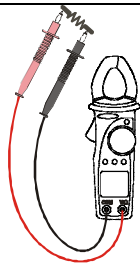



Рис. 8: Схема подключения при измерении сопротивления и прозвонки цепи

1. Установите переключатель режимов в положение “ Ω ”.
2. Подключите красный провод в гнездо V/Ω , а черный провод в гнездо \perp . Для удобства измерения используйте резиновый испытательный наконечник (см. рис. 3).
3. Подключите щупы к цепи (см. рис. 8). На дисплее отобразится значение измеренного сопротивления.
4. В случае если измеренное значение будет меньше **40 Ом**, раздастся звуковой сигнал.
5. Символ “**O.L**” означает, что измеренное напряжение превышает предел измерений прибора.
6. При необходимости (трудность считывания показаний на дисплее) нажмите кнопку **УДЕРЖ**. Для выхода из этой функции, повторно нажмите на кнопку **УДЕРЖ**.
7. В условиях недостаточной видимости нажмите и удерживайте кнопку  в течение 1-ой секунды для включения подсветки дисплея. Через 5 секунд подсветка отключится автоматически.

При нажатии и удержании в течение 1-ой секунды кнопки **МАКС/ МИН/ ПИК**, активируется режим фиксирования максимального (MAX), минимального (MIN), среднего (AVG) и пикового (PK) значения. Все эти значения будут постоянно обновляться вне зависимости от того, какое и сколько значений будут отображаться на экране. При нажатии на кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** соответствующие режимы будут отображаться на дисплее циклически. Для выхода из этой функции, снова нажмите и удерживайте кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** в течение > 1-ой секунды или установите переключатель в другое положение.

5.3.5 Измерение силы переменного тока



ВНИМАНИЕ

Перед началом проведения любого измерения, отсоедините все испытательные щупы от цепи и от измерительных входных клемм/зажимов.




ПРАВИЛЬНО



НЕПРАВИЛЬНО

Рис. 9: Подключение для измерения переменного тока

1. Установите переключатель режимов в положение “A \sim ”.

2. Откройте зажимные клещи и зажмите только один провод. Обратите внимание на метки позиционирования (см. раздел 5.1.2. и рис.9). Значения тока и частоты будут отображены на основном и вспомогательном дисплеях.
3. Символ "O.L" означает, что измеренное напряжение превышает предел измерений прибора.
4. При необходимости (трудность считывания показаний на дисплее) нажмите кнопку **УДЕРЖ**. Для выхода из этой функции, повторно нажмите на кнопку **УДЕРЖ**.
5. В условиях недостаточной видимости нажмите и удерживайте кнопку  в течение 1-ой секунды для включения подсветки дисплея. Через 5 секунд подсветка отключится автоматически.

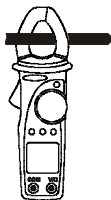
При нажатии и удержании в течение 1-ой секунды кнопки **МАКС/ МИН/ ПИК**, активируется режим фиксирования максимального (MAX), минимального (MIN), среднего (AVG) и пикового (PK) значения. Все эти значения будут постоянно обновляться вне зависимости от того, какое и сколько значений будут отображаться на экране. При нажатии на кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** соответствующие режимы будут отображаться на дисплее циклически. Для выхода из этой функции, снова нажмите и удерживайте кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** в течение > 1-ой секунды или установите переключатель в другое положение.

5.3.6 Измерение частоты (переменный ток)

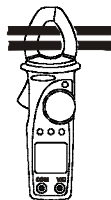


ВНИМАНИЕ

Перед началом проведения любого измерения, отсоедините все испытательные щупы от цепи и от измерительных входных клемм/зажимов.




ПРАВИЛЬНО



НЕПРАВИЛЬНО

Рис. 10: измерения частоты переменного тока (клещи)

1. Установите переключатель режимов в положение “A \sim ”.
2. Для выбора функции **Hz**, нажмите кнопку **ФУНКЦ**.
3. Обхватите клещами только один провод. Обратите внимание на метки позиционирования (см. раздел 5.1.2. и рис.10). Значение частоты тока будет отображено на основном дисплее.
4. Символ “**O.L**” означает, что измеренное значение превышает предел измерений прибора.
5. При необходимости нажмите кнопку **УДЕРЖ**. Для выхода из этой функции (продолжения текущих измерений), повторно нажмите на кнопку **УДЕРЖ**.
6. В условиях недостаточной видимости нажмите и удерживайте кнопку  в течение 1-ой секунды для включения подсветки дисплея. Через 5 секунд подсветка отключится автоматически.
7. Для выхода из этого режима и возврата к функции текущих измерений (см. раздел 1.3.5), нажмите кнопку **ФУНКЦ**.

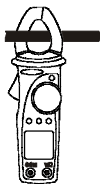
При нажатии и удержании в течение 1-ой секунды кнопки **МАКС/ МИН/ ПИК**, активируется режим фиксирования максимального (MAX), минимального (MIN), среднего (AVG) и пикового (PK) значения. Все эти значения будут постоянно обновляться вне зависимости от того, какое и сколько значений будут отображаться на экране. При нажатии на кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** соответствующие режимы будут отображаться на дисплее циклически. Для выхода из этой функции, снова нажмите и удерживайте кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** в течение > 1-ой секунды или установите переключатель в другое положение.

5.3.7 Измерение гармоник ПЕРЕМЕННОГО тока

ВНИМАНИЕ



Перед началом проведения любого измерения, отсоедините все испытательные щупы от цепи и от измерительных входных клемм/ зажимов.




ПРАВИЛЬНО



НЕПРАВИЛЬНО

Рис. 11: Измерение гармоник тока

1. Установите переключатель режимов в положение “А  в течение 1-ой секунды для включения подсветки дисплея. Через 5 секунд подсветка отключится автоматически.

5.3.8 Измерение мощности и энергии в однофазных системах (1Ф)

ВНИМАНИЕ



Максимальное входное напряжение 600В. Не пытайтесь проводить измерения напряжения, превышающего пределы, указанные в данном руководстве, иначе возможно поражение электротоком или повреждение прибора.

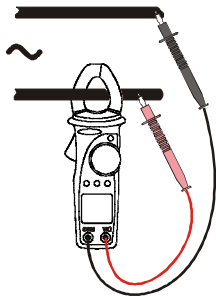



Рис. 12: измерение мощности и энергии в однофазных системах

Измерение МОЩНОСТИ в однофазных системах (1Ф)

1. Установите переключатель режимов в положение "1Ф".
2. Обхватите клещами только один провод по меткам позиционирования (см. раздел 5.1.2. и рис.12).
3. Подключите красный провод в гнездо V/Ω , а черный провод в гнездо L .
4. Подключите щупы к цепи (см. рис. 12). На дисплее отобразится значение измеренной активной мощности и символ "AC".
5. Символ " \triangle " означает, что входное напряжение и/или текущее измеренное значение выше пределов измерений, поэтому, полученные значения мощности могут быть неверны.
6. При нажатии на кнопку **ФУНКЦ** циклически будут отображены следующие параметры:
 - Активная мощность (кВт);
 - Реактивная мощность (кВАР, емкостная **C**, индуктивная **I**);
 - Полная мощность (кВА);
 - **Pf** = Коэффициент мощности (**Pfi**-коэффициент индуктивной мощности или **Pfc**-коэффициент емкостной мощности).

7. В случае затруднений при считывании значений на дисплее, нажмите кнопку **УДЕРЖ**. Для выхода из этой функции, повторно нажмите на кнопку **УДЕРЖ**.

8. В случае если измерения производятся в темной обстановке, нажмите и удерживайте кнопку  в течение 1-ой секунды с тем, чтобы активировать подсветку. Через 5 секунд подсветка отключится автоматически.

При нажатии и удержании кнопки **МАКС/ МИН/ ПИК** хотя бы в течение 1-ой секунды, активируются значения максимального (MAX), минимального (MIN) и среднего (AVG) измерения. Все эти значения будут постоянно обновляться вне зависимости от того, какое и сколько значений будут отображаться на экране. При нажатии на кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** значения будут отображаться на дисплее циклически. Для выхода из этой функции, снова нажмите и удерживайте кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** в течение 1-ой секунды или просто установите переключатель в другое положение.

5.3.8.1 Измерение ЭНЕРГИИ в однофазных системах (1Ф)


1. Установите переключатель режимов в положение “1Ф”.
2. Откройте зажимные клещи и обхватите только один провод. Обратите внимание на метки позиционирования (см. раздел 5.1.2. и рис.12).
3. Подключите красный провод в гнездо **V/Ω**, а черный провод в гнездо **⊥**.
4. Подключите испытательные щупы с цепью (см. рис. 12). На дисплее отобразится значение измеренной активной мощности и символ “**АС**”.
5. Символ "**Δ**" означает, что входное напряжение и/или текущее значение выше значений, указанных на мерной шкале прибора и, поэтому, полученные значения мощности могут быть неверны.
6. Для перехода в режим измерения энергии нажмите и удерживайте кнопку **ЭНЕРГИЯ** в течение 1-ой секунды.
7. При нажатии на кнопку **ФУНКЦ** циклически будут отображены следующие параметры:
 - Активная энергия (кВт*ч);
 - Реактивная энергия (кВАР*ч, емкостная **C**, индуктивная **D**);
 - Полная энергия (кВА*ч);

- **Время/TIME** продолжительности процесса измерения (**00:00**) с указанием энергии.

8. Для запуска измерения энергии (запуск таймера*) нажмите кнопку **ЭНЕРГИЯ**. В нижней части дисплея появится сообщение “**MEASURING**” (Измерение). Для остановки процесса измерения снова нажмите кнопку **ЭНЕРГИЯ**. При этом сообщение “**MEASURING**” не отображается на дисплее.

***Примечание:** Таймер на дисплее имеет 2 окна индикации: «**00:00**» - для отображения минут (макс. «**59м:59с**» с последующим обнулением); счетчик часов «**000 Н**» - одновременно с обнулением, каждый целый час регистрации в младший разряд добавляется «**1**».

9. В случае затруднений при считывании значений на дисплее, нажмите кнопку **УДЕРЖ**, фиксируя тем самым измеренное значение. Для выхода из этой функции, повторно нажмите на кнопку **УДЕРЖ**.

10. В случае если измерения производятся в темной обстановке, нажмите и удерживайте кнопку  в течение 1-ой секунды с тем, чтобы активировать подсветку. Через 5 секунд подсветка отключится автоматически.

10. Для выхода из режима измерения энергии нажмите кнопку **ЭНЕРГИЯ** и удерживайте ее в таком положении в течение 1-ой секунды.

5.3.9 Измерение Мощности/ Энергии в трехфазных сбалансированных системах

ВНИМАНИЕ



Максимальное входное напряжение 600В. Не пытайтесь проводить измерения напряжения, превышающего пределы, указанные в данном руководстве, иначе возможно поражение электротоком или повреждение прибора.

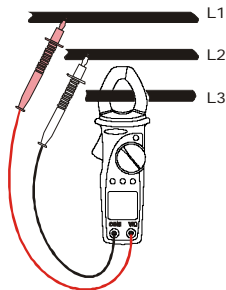



Рис. 13: Измерение мощности/ энергии на трехфазных сбалансированных системах

5.3.9.1 Измерение МОЩНОСТИ в трехфазных сбалансированных системах

1. Установите переключатель режимов в положение “3Φ”.
2. Откройте клещи и зажмите фазовый провод **L3**. Обратите внимание на метки позиционирования (см. раздел 5.1.2. и рис.13).
3. Подключите красный провод в гнездо **V/Ω**, а черный провод в гнездо **⊥**.
4. Подключите красный испытательный щуп с фазовым проводом **L1**, а черный испытательный щуп с фазовым проводом **L2** (см. рис. 13). На дисплее отобразится значение измеренной активной мощности и символ “**АС**”.
5. Символ “**Δ**” означает, что входное напряжение и/или текущее значение выше значений, указанных на мерной шкале прибора и, поэтому, полученные значения мощности могут быть неверны.
6. При нажатии на кнопку **ФУНКЦ** циклически будут отображены следующие параметры **МОЩНОСТИ**:
 - Активная Мощность (кВт);
 - Реактивная Мощность (кВАР) (емкостная **C**, индуктивная **I**);
 - Полная Мощность (кВА);

- Коэффициент мощности (**Pfi** -коэффициент индуктивной мощности или **Pfc**-коэффициент емкостной мощности; раздельно по каждому значению).


7. В случае затруднений при считывании значений на дисплее, нажмите кнопку **УДЕРЖ**. Для выхода из этой функции, повторно нажмите на кнопку **УДЕРЖ**.

8. В случае если измерения производятся в темной обстановке, нажмите и удерживайте кнопку  в течение 1-ой секунды с тем, чтобы активировать подсветку. Через 5 секунд подсветка отключится автоматически.

При нажатии и удержании кнопки **МАКС/ МИН/ ПИК** хотя бы в течение 1-ой секунды, активируются значения максимального (MAX), минимального (MIN) и среднего (AVG) измерения. Все эти значения будут постоянно обновляться вне зависимости от того, какое и сколько значений будут отображаться на экране. При нажатии на кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** значения будут отображаться на дисплее циклически. Для выхода из этой функции, снова нажмите и удерживайте кнопку **МАКС/ МИН/ ПИК** в течение 1-ой секунды или просто установите переключатель в другое положение.

5.3.9.2 Измерение ЭНЕРГИИ в трехфазных сбалансированных системах (3Ф)

1. Установите переключатель режимов в положение “**3Ф**”.
2. Откройте клещи и обхватите фазовый провод **L3**. Обратите внимание на метки позиционирования (см. раздел 5.1.2. и рис.13).
3. Подключите красный провод в гнездо **V/Ω**, а черный провод в гнездо **⊥**.
4. Подключите красный испытательный щуп к фазовому проводу **L1**, а черный испытательный щуп к фазовому проводу **L2** (см. рис. 13). На дисплее отобразится значение измеренной активной мощности и символ “**АС**”.
5. Символ “**Δ**” означает, что входное напряжение и/или текущее значение превышает предел измерения прибора, поэтому, полученные значения мощности могут быть неверны.
6. Для перехода в режим измерения энергии нажмите и удерживайте кнопку **ЭНЕРГИЯ** в течение 1-ой секунды.
7. При нажатии на кнопку **ФУНКЦ** циклически будут отображены следующие параметры:

- Активная Энергия (кВт*ч);
 - Реактивная Энергия (кВАР*ч, емкостная С, индуктивная I);
 - Полная Энергия (кВА*ч);
 - Время/ **TIME** продолжительности процесса измерения (**00:00**) с указанием вида энергии.
8. Для запуска измерения энергии (запуск таймера*) нажмите кнопку **ЭНЕРГИЯ**. В нижней части дисплея появится сообщение “**MEASURING**”(Измерение). Для остановки процесса измерения снова нажмите кнопку **ЭНЕРГИЯ**. При этом сообщение “**MEASURING**” исчезнет с дисплея.
- *Примечание:** На дисплее таймер имеет 2 окна индикации: «**00:00**» - для отображения минут (макс. «**59м:59с**» с последующим обнулением); «**000 Н**» (счетчик часов) - одновременно с обнулением, каждый целый час регистрации в младший разряд добавляется «1».
9. В случае затруднений при считывании значений на дисплее, нажмите кнопку **УДЕРЖ**. Для выхода из этой функции, повторно нажмите на кнопку **УДЕРЖ**.
10. В случае если измерения производятся в темной обстановке, нажмите и удерживайте кнопку  в течение 1-ой секунды с тем, чтобы активировать подсветку. Через 5 секунд подсветка отключится автоматически.
11. Для выхода из режима измерения энергии нажмите кнопку **ЭНЕРГИЯ** и удерживайте ее в таком положении в течение 1-ой секунды.

5.3.10 Определение порядка чередования фаз



ВНИМАНИЕ

Максимальное входное напряжение 600В. Не пытайтесь проводить измерения напряжения, превышающего пределы, указанные в данном руководстве, иначе возможно поражение электротоком или повреждение прибора.

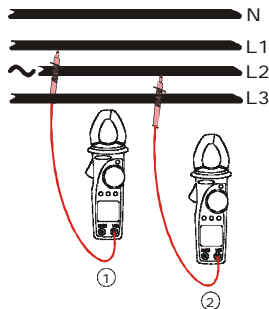


Рис. 14: определение порядка чередования фаз

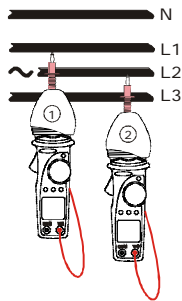



Рис. 15: определение порядка чередования фаз с резиновым чехлом-фиксатором

1. Установите переключатель режимов в положение “”.
2. Подключите красный провод в гнездо **V/Ω**.
3. На вспомогательном дисплее появится символ “**1PH**” (**1 фаза**). Прибор готов к работе.
4. Подключите красный щуп к фазовому проводу **L1** (см. рис. 14, 1-ое измерение). При необходимости используйте резиновый испытательный наконечник-фиксатор, (см. рис.15, **1-ое измерение**).



ВНИМАНИЕ

Во время измерения: прибор должен находиться в руках оператора. Из-за возможности срыва процесса измерений тестовый кабель прибора не должен располагаться вблизи токоведущих проводников (источников напряжения).

5. В случае если входное напряжение будет >80 В, раздастся звуковой сигнал и на основном дисплее появится символ “PH”. Не нажимайте никакую кнопку, а продолжайте держать тестовый щуп на фазовом проводе **L1**.



ВНИМАНИЕ

В случае если входное напряжение будет менее **80 В**, то на дисплее символ “PH” **не отображается** и определить порядок чередования фаз будет невозможно.


6. Через секунду на дисплее появится сообщение “MEASURING”(Измерение), указывающее на то, что прибор готов к выполнению первого измерения.
7. Для удаления сообщения с дисплея, нажмите кнопку **ФУНКЦ**.
8. При отсоединении испытательного конца на вспомогательном дисплее появится символ “2PH”. Прибор готов для проведения второго измерения.
9. Подключите испытательный щуп к фазовому проводу **L2** (см. рис. 14 или рис. 15, **2-ое измерение**).
10. В случае если входное напряжение будет >80 В, раздастся звуковой сигнал и на основном дисплее появится символ “PH”. Не нажимая никаких кнопок продолжайте держать тестовый щуп на фазовом проводе **L2**.



ВНИМАНИЕ

В случае если входное напряжение будет менее **80В**, то на дисплее символ “PH” **не отображается** и определить порядок чередования фаз будет невозможно.

11. Через секунду на дисплее появится сообщение “MEASURING” (Измерение), указывающее на то, что прибор готов для снятия своего второго измерения.
12. Для удаления сообщения с дисплея, нажмите кнопку **ФУНКЦ**.

	ВНИМАНИЕ
	Если пауза между <i>первым</i> и <i>вторым</i> нажатием на кнопку ФУНКЦ более 10 секунд , на дисплее прибора появится сообщение “SEC”, после чего необходимо повторить все измерения с самого начала. Для выхода из этой функции и возобновления этапа №1, установите поворотный переключатель режимов в любое положение.

13. В случае если две проверенные фазы имеют правильную последовательность чередования фаз, на дисплее прибора отобразится надпись “1.2.3.”, в противном случае будет сообщение “2.1.3.”.

	ВНИМАНИЕ
	Выявленное напряжение НЕ ЯВЛЯЕТСЯ напряжением фаза-нейтраль , а является напряжением между проводом и оператором, держащим прибор. Это значение может быть ниже, чем фаза нейтрального напряжения. ЕСЛИ ВЫ НЕ УВЕРЕНЫ, ЧТО ФАЗОВЫЙ ПРОВОД НЕ НАХОДИТСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ, НЕ ПРИКАСАЙТЕСЬ К НЕМУ. В случае если оператор изолирован от земли (изолированный пол, обувь на резиновой подошве, и т.д.), прибор может работать с ошибками. Рекомендуется повторить измерение как минимум дважды, чтобы убедиться в правильности полученных данных.

5.3.10.1 Определение совпадения фаз (синхронности фаз)

Целью данного измерения является выявления совпадающих фаз в 2-х проводах перед началом процесса их параллельного подключения (соединения).

	ВНИМАНИЕ
---	-----------------

Максимальное входное напряжение 600В. Не пытайтесь проводить измерения напряжения, превышающего пределы, указанные в данном руководстве, иначе возможно поражение электротоком или повреждение прибора.

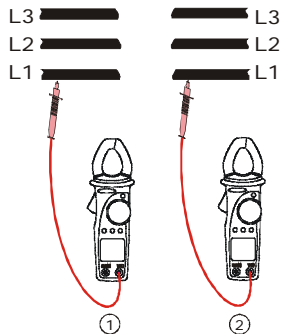


Рис. 16: выявление фазы

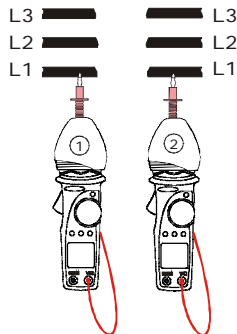



Рис. 17: выявление фазы с резиновым чехлом-фиксатором

1. Установите переключатель режимов в положение “”.
2. Подключите красный провод в гнездо **V/Ω**.
3. На вспомогательном дисплее появится символ “**IPH**”. Прибор готов для работы.
4. Подключите красный щуп к фазовому проводу **L1** (см. рис. 16, 1-ое измерение). При необходимости используйте резиновый испытательный чехол-фиксатор (см. рис.17, 1-ое измерение).



ВНИМАНИЕ

	Во время измерений: Прибор должен находиться в руках оператора. Тестовый кабель прибора не должен располагаться вблизи токоведущих проводников (источников напряжения) из-за возможности срыва процесса измерений.
--	--

5. В случае если входное напряжение будет превышать 80В, раздастся звуковой сигнал и на основном дисплее появится символ “PH”. Не нажимайте никакую кнопку, а продолжайте держать тестовый щуп на фазовом проводе L1.



ВНИМАНИЕ

В случае если входное напряжение будет менее 80В, на дисплее не появится символ “PH” и определить порядок чередования фаз будет невозможно.

6. Через секунду на дисплее появится сообщение “MEASURING”/Измерение, указывающее на то, что прибор готов для снятия своего первого измерения.
7. Для того чтобы это сообщение исчезло с дисплея, нажмите кнопку **ФУНКЦ.**
8. При отсоединении испытательного конца на вспомогательном дисплее появится символ “2PH”. Прибор готов для снятия второго измерения.
9. Подключите испытательный щуп со вторым проводом (см. рис. 14 или рис. 15, 2-ое измерение).
10. В случае если входное напряжение будет превышать 80В, раздастся звуковой сигнал и на основном дисплее появится символ “PH”. Не нажимайте никакую кнопку, а продолжайте держать тестовый щуп на фазовом проводе L1.



ВНИМАНИЕ

В случае если входное напряжение будет < 80В, на дисплее не появится символ “PH” и определить порядок чередования фаз будет невозможно.

11. Через секунду на дисплее появится сообщение “MEASURING”/Измерение, указывающее на то, что прибор готов для снятия своего второго измерения.

12. Для того чтобы это сообщение исчезло с дисплея, нажмите кнопку **ФУНКЦ.**



ВНИМАНИЕ

Если вы будете ждать более 10 секунд между первым и вторым нажатием на кнопку **ФУНКЦ.**, на дисплее прибора появится сообщение “**SEC**”, после чего необходимо будет повторить все измерения с самого начала. Для выхода из этой функции и возобновления этапа №1, установите поворотный переключатель в любое положение.

13. В случае если фазы двух тестируемых проводов (кабелей) совпадают, на дисплее прибора отобразится “**1.1.-.**”, в противном случае выводится сообщение: “**2.1.3.**” или “**1.2.3.**”, означающее, что эти два провода относятся к двум различным фазам.

14.



ВНИМАНИЕ

- Выявленное напряжение **НЕ ЯВЛЯЕТСЯ** напряжением **фаза-нейтраль**, а является напряжением между проводом и оператором, держащим прибор. Это значение может быть ниже, чем фаза нейтрального напряжения. **ЕСЛИ ВЫ НЕ УВЕРЕНЫ, ЧТО ФАЗОВЫЙ ПРОВОД НЕ НАХОДИТСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ, НЕ ПРИКАСАЙТЕСЬ К НЕМУ.**
- В случае если оператор изолирован от земли (изолированный пол, обувь на резиновой подошве, и т.д.), прибор может работать с ошибками. Рекомендуется повторить измерение как минимум дважды, чтобы убедиться в правильности полученных данных.

5.3.10.2 Определение наличия фазового напряжения (индикация фазы)



ВНИМАНИЕ

Максимальное входное напряжение 600В. Не пытайтесь проводить измерения напряжения, превышающего пределы, указанные в данном руководстве, иначе возможно поражение электротоком или повреждение прибора.

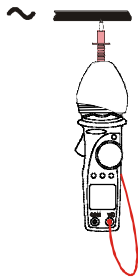
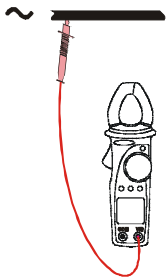





Рис. 18: Определение напряжения

рис.19: Определение напряжения при помощи чехла-фиксатора

1. Установите переключатель режимов в положение “”.
2. Подключите красный провод в гнездо **V/Ω**.
3. Подключите красный щуп к фазовому проводу L1 (см. рис. 18, 1ое измерение). При необходимости используйте резиновый испытательный наконечник, к которому подключите красный испытательный щуп (см. рис.19, 1ое измерение).
4. Если входное напряжение будет превышать 80 В, раздастся предупреждающий акустический сигнал и на основном дисплее появится символ “РН”.

	ВНИМАНИЕ
	<p>Во время измерений: Прибор должен находиться в руках оператора. Тестовый кабель прибора не должен располагаться вблизи токоведущих проводников (источников напряжения) из-за возможности срыва процесса измерений.</p>
	ВНИМАНИЕ

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Выявленное напряжение НЕ ЯВЛЯЕТСЯ напряжением фаза-нейтраль, а является напряжением между проводом и оператором, держащим прибор. Это значение может быть ниже, чем фаза нейтрального напряжения. <i>ЕСЛИ ВЫ НЕ УВЕРЕНЫ, ЧТО ФАЗОВЫЙ ПРОВОД НЕ НАХОДИТСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ, НЕ ПРИКАСАЙТЕСЬ К НЕМУ.</i>• В случае если оператор изолирован от земли (д/э пол, обувь на резиновой подошве, и т.д.), возможны искажения в работе. Рекомендуется повторить измерение как минимум дважды, чтобы убедиться в правильности полученных данных. |
|--|---|

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Федеральное государственное учреждение
РОССИЙСКИЙ ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ И СЕРТИФИКАЦИИ
(РОСТЕСТ-МОСКВА)

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
Заместитель генерального директора
ФГУ «Ростест-Москва»
А.С. Евдокимов
2005 г.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Клещи - ваттметры электроизмерительные
А-КИП 4022

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-108/447-2005

Государственная система обеспечения единства измерений

Клещи - ваттметры электроизмерительные АКИП-4022

Методика поверки

Дата введения в действие: «___»_____2005 г.

Настоящая методика поверки (далее по тексту – «методика») распространяется на клещи - ваттметры электроизмерительные **АКИП-4022** (далее по тексту – «клещи») и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Рекомендуемый межповерочный интервал – один год.

6.1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 1 и должны использоваться средства поверки, указанные в таблице 2

Таблица 1 – Операции поверки

№ п/п	Операции поверки	№ п/п МП
1.	Внешний осмотр	5.5.1
2.	Опробование	5.5.2
3.	Определение метрологических характеристик	5.5.3
3.1	Определение погрешности измерения напряжения постоянного тока	5.5.3.1
3.2	Определение погрешности измерения напряжения переменного тока	5.5.3.2
3.3	Определение погрешности измерения силы переменного тока	5.5.3.3
3.4	Определение погрешности измерения сопротивления	5.5.3.4
3.5	Определение погрешности измерения частоты	5.5.3.5
3.6	Определение погрешности измерения активной мощности.	5.5.3.6
3.7	Определение диапазона и погрешности измерения коэффициента мощности.	5.5.3.7
3.8	Определение погрешности измерения силы тока гармонических составляющих.	5.5.3.8
3.9	Определение погрешности измерения напряжения гармонических составляющих.	5.5.3.9

1.2 При несоответствии характеристик поверяемых клещей установленным требованиям по любому из пунктов таблицы 1 их к дальнейшей поверке не допускают и последующие операции не проводят, за исключением оформления результатов по 6.2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки.		
5.5.3.1-5.5.3.9	Калибратор универсальный Fluke 5520A		
	Наименование воспроизводимой величины	Диапазоны воспроизведения	Погрешность
	Напряжение постоянного тока	-330 мВ...330 мВ -3.3...3.3 В -33...33 В -330...330 В -1020...1020 В	$\Delta = \pm(20 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1 \text{ мкВ})$ $\Delta = \pm(11 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2 \text{ мкВ})$ $\Delta = \pm(12 \cdot 10^{-6} \cdot U + 15 \text{ мкВ})$ $\Delta = \pm(18 \cdot 10^{-6} \cdot U + 150 \text{ мкВ})$ $\Delta = \pm(18 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1500 \text{ мкВ})$
	Напряжение переменного тока	1...32.999 мВ; 10...44.99 Гц 1...32.999 мВ; 45 Гц...10 кГц	$\Delta = \pm(800 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \text{ мкВ})$ $\Delta = \pm(150 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \text{ мкВ})$
33...329.999 мВ; 10...44.99 Гц 33...329.999 мВ; 45 Гц...10 кГц		$\Delta = \pm(300 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \text{ мкВ})$ $\Delta = \pm(145 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \text{ мкВ})$	
0.33...3.29999 В 10...44.99 Гц 0.33...3.29999 В 45 Гц...10 кГц		$\Delta = \pm(300 \cdot 10^{-6} \cdot U + 50 \text{ мкВ})$ $\Delta = \pm(120 \cdot 10^{-6} \cdot U + 25 \text{ мкВ})$	
3.3...32.9999 В 10 Гц...44.99 Гц 3.3...32.9999 В 45 Гц...10 кГц		$\Delta = \pm(300 \cdot 10^{-6} \cdot U + 650 \text{ мкВ})$ $\Delta = \pm(150 \cdot 10^{-6} \cdot U + 200 \text{ мкВ})$	
33...329.999 В 45 Гц...1 кГц 33...329.999 В 1 кГц...10 кГц		$\Delta = \pm(190 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2000 \text{ мкВ})$ $\Delta = \pm(200 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6000 \text{ мкВ})$	
330...1020 В 45 Гц...1 кГц		$\Delta = \pm(300 \cdot 10^{-6} \cdot U + 10000 \text{ мкВ})$	

	Сила постоянного тока	-32.9999...32.9999 мА -329.999...329.999 мА -1.09999...1.09999 А -2.99999...2.99999 А -10.9999...10.9999 А -20.4999...20.4999 А	$\Delta = \pm(100 * 10^{-6} * I + 0.2 \text{ мкА})$ $\Delta = \pm(100 * 10^{-6} * I + 2 \text{ мкА})$ $\Delta = \pm(200 * 10^{-6} * I + 40 \text{ мкА})$ $\Delta = \pm(380 * 10^{-6} * I + 40 \text{ мкА})$ $\Delta = \pm(500 * 10^{-6} * I + 330 \text{ мкА})$ $\Delta = \pm(500 * 10^{-6} * I + 330 \text{ мкА})$
	Сила переменного тока	3.3...32.9999 мА 20...44.99 Гц 3.3...32.9999 мА 45Гц...1кГц	$\Delta = \pm(0.09 * 10^{-2} * I + 2 \text{ мкА})$ $\Delta = \pm(0.04 * 10^{-2} * I + 2 \text{ мкА})$
		33...329.999 мА 20...44.99 Гц 33...329.999 мА 45Гц...1кГц	$\Delta = \pm(0.09 * 10^{-2} * I + 20 \text{ мкА})$ $\Delta = \pm(0.04 * 10^{-2} * I + 20 \text{ мкА})$
		0.33...2.99999 А 10...44.99 Гц 0.33...1.09999 А 45Гц...1кГц	$\Delta = \pm(0.18 * 10^{-2} * I + 100 \text{ мкА})$ $\Delta = \pm(0.05 * 10^{-2} * I + 100 \text{ мкА})$
		3...10.9999 А 45...100Гц 3...10.9999 А 100Гц...1кГц 11...20,4999 А....100Гц...1кГц	$\Delta = \pm(0.06 * 10^{-2} * I + 2000 \text{ мкА})$ $\Delta = \pm(0.10 * 10^{-2} * I + 2000 \text{ мкА})$ $\Delta = \pm(0.10 * 10^{-2} * I + 2000 \text{ мкА})$
Частота	0.01Гц...2МГц 29мкВ...1025В	$\Delta = \pm(2.5 * 10^{-6} * f + 5 \text{ мкГц})$	

	Электрическое сопротивление	0...10.9999 Ом 11...32.9999 Ом 33...109.9999 Ом 110...329.9999 Ом 0.33...1.099999 кОм 1.1...3.299999 кОм 1.1...3.299999 МОм 3.3...10.99999 МОм 11...32.99999 МОм	$\Delta = \pm(40 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0.001 \text{ Ом})$ $\Delta = \pm(30 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0.0015 \text{ Ом})$ $\Delta = \pm(28 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0.0014 \text{ Ом})$ $\Delta = \pm(28 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0.002 \text{ Ом})$ $\Delta = \pm(28 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0.002 \text{ Ом})$ $\Delta = \pm(28 \cdot 10^{-6} \cdot R + 0.02 \text{ Ом})$ $\Delta = \pm(60 \cdot 10^{-6} \cdot R + 30 \text{ Ом})$ $\Delta = \pm(130 \cdot 10^{-6} \cdot R + 50 \text{ Ом})$ $\Delta = \pm(250 \cdot 10^{-6} \cdot R + 2500 \text{ Ом})$
	Напряжение гармонических составляющих	33 – 329,99 В 45-440 Гц 33 – 329,99 В 440-660 Гц 33 – 329,99 В 0,66-1,2 кГц	$\Delta = \pm(2 \cdot 10^{-3} \cdot U_{(n)} + 20 \text{ мВ})$ $\Delta = \pm(2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{(n)} + 20 \text{ мВ})$ $\Delta = \pm(3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{(n)} + 25 \text{ мВ})$

Таблица 2 – продолжение

	Сила тока гармонических составляющих	3 – 20,5 А	45-900 Гц 0,9-2 кГц	$\Delta = \pm(10^{-2} \cdot I_{(n)} + 10 \text{ мА})$ $\Delta = \pm(10^{-2} \cdot I_{(n)} + 10 \text{ мА})$
Токоизмерительная катушка из комплекта ЗИП к FLUKE 5520A FLUKE 5500A/COIL 1. Кол-во витков $\omega=50$. Коэффициент трансформации $K_{TP}=50$. Кл.т. 0,01. $I_{вх, max}=20 \text{ А}$, $I_{вых, max}=1000 \text{ А}$				

Примечание Допускается применять другие средства поверки, метрологические и технические характеристики которых не хуже приведенных в таблице 2.

6.2 Требования к квалификации поверителей

К поверке клещей - ваттметров электроизмерительных допускают лиц, аттестованных на право поверки средств измерений электрических величин.

Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь удостоверение на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска не ниже III.

6.3 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75, ГОСТ 12.3.019-80, "Правил эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденных Главгосэнергонадзором.

Должны также быть обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки.

6.4 Условия поверки и подготовка к ней

5.4.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С 18.....28;
- атмосферное давление, кПа 85.....105;
- относительная влажность воздуха, % 30.....80;

- электропитание - однофазная сеть, В 198...242;
- частота, Гц 49,5.....50,5;
- коэффициент несинусоидальности не более 5 %.

5.4.2 Средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

6.5 Операции поверки

6.5.1 Внешний осмотр

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

- комплектности прибора в соответствии с руководством по эксплуатации, включая руководство по эксплуатации и методику поверки;
- не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления, все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;
- все разъемы не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектовверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

6.5.2 Опробование

Проверяется работоспособность ЖКИ и клавиш управления; режимы, отображаемые на ЖКИ, при нажатии соответствующих клавиш и переключении переключателя режимов измерений, должны соответствовать руководству по эксплуатации.

6.5.3 Определение метрологических характеристик

6.5.3.1 Определение погрешности измерения напряжения постоянного тока.

Поверяемые клещи подключают к калибратору FLUKE 5520 А, соблюдая правильность подключения. Разъем « \perp » клещей, маркированный черным цветом должен быть подключен к разъему «**LO**» основного выхода калибратора (выход NORMAL). Разъем «**V/Ω**» клещей, маркированный красным цветом должен быть подключен к разъему «**HI**» основного выхода калибратора.

Переключатель режимов работы (измерений) на клещах устанавливают в положение « $\overline{\text{V}}_{\sim}$ ». На калибраторе устанавливают полярность воспроизводимого напряжения постоянного тока и значения в точках, указанных в таблице А.1 Приложения А. Фиксируют показания клещей и результат заносят в эту же таблицу.

Абсолютную погрешность измерения определяют по формуле (1):

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{уст}} \quad (1)$$

где: $X_{\text{уст}}$ – значение, установленное на калибраторе

$X_{\text{изм}}$ – показания клещей.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых по данным таблицы А.1 Приложения А

6.5.3.2 Определение погрешности измерения напряжения переменного тока.

Поверяемые клещи подключают к калибратору FLUKE 5520 А, соблюдая правильность подключения. Разъем « \perp » клещей, маркированный черным цветом должен быть подключен к разъему «**LO**» основного выхода калибратора. Разъем «**V/Ω**» клещей, маркированный красным цветом должен быть подключен к разъему «**HI**» основного выхода калибратора.

Переключатель режимов работы (измерений) на клещах устанавливают в положение « $\overline{\text{V}}_{\sim}$ ». На калибраторе устанавливают значения напряжения и частоты в точках, указанных в таблице А.2 Приложения А. Фиксируют показания клещей и результат заносят в таблицу А.2.

Абсолютную погрешность измерения определяют по формуле (1).

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых по данным таблицы А.2 Приложения А.

6.5.3.3 Определение погрешности измерения силы переменного тока

Поверяемые клещи подключают к токоизмерительной катушке COIL 5500 из комплекта ЗИП к калибратору FLUKE 5520A. Для обеспечения требуемой точности измерений провода катушки должны располагаться между губками токовых клещей в точке пересечения воображаемых линий (см. отметки на боковой поверхности клещей). Токоизмерительную катушку подключают к выходным токовым разъемам калибратора FLUKE 5520A (выход AUX). Кнопка «**L**COMP» на калибраторе должна быть в положении «**ON**».

Переключатель режимов работы (измерений) на клещах устанавливают в положение «**A~**». На выходе токоизмерительной катушки устанавливают значения силы тока и частоты в точках, указанных в таблице А.3 Приложения А. При установке значений силы тока следует учитывать, что значение силы тока на выходе токоизмерительной катушки будет в 50 раз больше чем установленное значение на калибраторе.

Фиксируют показания клещей и результат заносят в таблицу А.3.

Абсолютную погрешность измерения определяют по формуле (1), где Хуст - значение, установленное на выходе токоизмерительной катушки.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых по данным таблицы А.3 Приложения А.

6.5.3.4 Определение погрешности измерения сопротивления

Поверяемые клещи подключают к калибратору FLUKE 5520 А, соблюдая правильность подключения. Разъем «**L**» клещей, маркированный черным цветом должен быть подключен к разъему «**LO**» основного выхода калибратора. Разъем «**V/Ω**» клещей, маркированный красным цветом должен быть подключен к разъему «**HI**» основного выхода калибратора.

Переключатель режимов работы (измерений) на клещах устанавливают в положение «**Ω**». На калибраторе устанавливают значения сопротивления в точках, указанных в таблице А.4 Приложения А. Фиксируют показания клещей и результат заносят в таблицу А.4.

Абсолютную погрешность измерения определяют по формуле (1).

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых по данным таблицы А.4 Приложения А.

6.5.3.5 Определение погрешности измерения частоты.

Поверяемые клещи подключают к калибратору FLUKE 5520 А, соблюдая правильность подключения. Разъем «**L**» клещей, маркированный черным цветом должен быть подключен к разъему «**LO**» основного выхода калибратора (выход NORMAL). Разъем «**V/Ω**» клещей, маркированный красным цветом должен быть подключен к разъему «**HI**» основного выхода калибратора.

Переключатель режимов работы (измерений) на клещах устанавливают в положение «**V** $\overline{\sim}$ ». На

калибраторе устанавливают значения частоты в точках, указанных в таблице А.5 Приложения А. Для выбора функции **Hz** нажимают кнопку «**ФУНКЦ**». Фиксируют показания клещей (при необходимости нажимают на кнопку «**УДЕРЖ**») и результат заносят в таблицу А.5.

Абсолютную погрешность измерения определяют по формуле (1).

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых по данным таблицы А.5 Приложения А.

6.5.3.6 Определение погрешности измерения активной мощности.

Поверяемые клещи подключают к токоизмерительной катушке COIL 5500 из комплекта ЗИП к калибратору FLUKE 5520А. Токоизмерительную катушку подключают к выходным токовым разъемам калибратора FLUKE 5520А. Кнопка «**LCOMP**» на калибраторе должна быть в положении «**ON**». Разъем «**L**» клещей, маркированный черным цветом подключают к разъему «**LO**» основного выхода калибратора (выход NORMAL). Разъем «**V/Ω**» клещей, маркированный красным цветом подключают к разъему «**HI**» основного выхода калибратора.

Переключатель режимов работы (измерений) на клещах устанавливают в положение «**1Ф**». На калибраторе устанавливают значения напряжения и силы тока частотой 50 Гц в точках, указанных в таблице А.6 Приложения А. При установке значений силы тока следует учитывать, что значение силы тока на выходе

токоизмерительной катушки будет в 50 раз больше чем установленное значение на калибраторе.

Фиксируют показания клещей и результат заносят в таблицу А.6.

Абсолютную погрешность измерения определяют по формуле (1), где $X_{уст}$ – значение активной мощности, установленное на выходе калибратора, вычисленное по формуле:

$$X_{уст} = U_{уст} \cdot I_{уст} \quad (2)$$

где: $U_{уст}$ – установленное значение напряжения на калибраторе,

$I_{уст}$ – установленное значение силы тока на выходе токоизмерительной катушки.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых по данным таблицы А.6 Приложения А.

6.5.3.7 Определение диапазона и погрешности измерения коэффициента мощности.

Поверяемые клещи подключают к токоизмерительной катушке COIL 5500 из комплекта ЗИП к калибратору FLUKE 5520A. Токоизмерительную катушку подключают к выходным токовым разъемам калибратора FLUKE 5520A. Кнопка «**LCOMP**» на калибраторе должна быть в положении «**ON**». Разъем «**L**» клещей, маркированный черным цветом подключают к разъему «**LO**» основного выхода калибратора (выход **NORMAL**). Разъем «**V/Ω**» клещей, маркированный красным цветом подключают к разъему «**HI**» основного выхода калибратора.

Переключатель режимов работы (измерений) на клещах устанавливают в положение «**1Ф**». На калибраторе устанавливают значения напряжения 220 В, силы тока 0,2 А (10 А на выходе токоизмерительной катушки), частоты 50 Гц, значения фазового угла между сигналами основной частоты в каналах напряжения и тока в точках, указанных в таблице А.7 Приложения А.

Для измерения коэффициента мощности 3 раза нажимают кнопку «**ФУНКЦ**» до появления надписи **Pf** на дисплее прибора.

Фиксируют показания клещей (при необходимости нажимают на кнопку «**УДЕРЖ**») и результат заносят в таблицу А.7.

Абсолютную погрешность измерения определяют по формуле (1), где $X_{уст}$ – значение коэффициента мощности, установленное на выходе калибратора, вычисленное по формуле:

$$X_{уст} = \cos(\varphi_{UI}) \quad (3)$$

где: φ_{UI} – фазовый угол между сигналами основной частоты в каналах напряжения и тока калибратора.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых по данным таблицы А.7 Приложения А.

6.5.3.8 Определение погрешности измерения силы тока гармонических составляющих.

Поверяемые клещи подключают к токоизмерительной катушке СОИЛ 5500 из комплекта ЗИП к калибратору FLUKE 5520А. Токоизмерительную катушку подключают к выходным токовым разъемам калибратора FLUKE 5520А. Кнопка «**LCOMP**» на калибраторе должна быть в положении «**ON**».

Переключатель режимов работы (измерений) на клещах устанавливают в положение «**A~**». На выходе токоизмерительной катушки устанавливают значения силы тока 220 А, частоты 50 Гц. На калибраторе устанавливают несинусоидальный сигнал, состоящий из первой и n – ой гармонической составляющей, номер гармонической составляющей и значения коэффициента n -ой гармонической составляющей силы тока устанавливают в точках, указанных в таблице А.11 Приложения А. Значения фазового угла между первой и n -ой гармонической составляющей устанавливают: 0° для 2 и 24 гармонической составляющей, 90° для 3 и 15 гармонической составляющей, -90° для 5 и 10 гармонической составляющей, 180° для 7 гармонической составляющей.


На клещах нажимают кнопку «**ФУНКЦ**» и удерживают не менее 1 секунды до появления на дисплее символа **THD%**. С помощью кнопок «**Г↑**» и «**Г↓**» выбирают номер гармонической составляющей n , установленный на калибраторе. Для измерения силы тока гармонической составляющей нажимают «**ФУНКЦ**». Фиксируют показания клещей при измерении силы тока 2, 3, 5, 7, 10, 15 и 24 гармонической составляющей и результат заносят в таблицу А.8.

Абсолютную погрешность измерения определяют по формуле (1), где $X_{уст}$ – значение силы тока n -ой гармонической составляющей, установленное на выходе токоизмерительной катушки для действующего значения силы тока 220 А и значения коэффициента n -ой гармонической составляющей, указанного в таблице А.8. Значения $X_{уст}$ указаны в таблице А.8 в столбце “проверяемая точка”.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых по данным таблицы А.8 Приложения А.

6.5.3.9 Определение погрешности измерения напряжения гармонических составляющих.

Проверяемые клещи подключают к калибратору FLUKE 5520 А, соблюдая правильность подключения. Разъем « \leftarrow » клещей, маркированный черным цветом должен быть подключен к разъему «**LO**» основного выхода калибратора. Разъем «**V/Ω**» клещей, маркированный красным цветом должен быть подключен к разъему «**HI**» основного выхода калибратора.

Переключатель режимов работы (измерений) на клещах устанавливают в положение «**V** ». На

калибраторе устанавливают значения напряжения 220 В, частоты 50 Гц. На калибраторе устанавливают несинусоидальный сигнал, состоящий из первой и n – ой гармонической составляющей, значения коэффициента n-ой гармонической составляющей напряжения устанавливают в точках, указанных в таблице А.12 Приложения А. Значения фазового угла между первой и n-ой гармонической составляющей устанавливают: 0° для 2 и 24 гармонической составляющей, 90° для 3 и 15 гармонической составляющей, -90° для 5 и 10 гармонической составляющей, 180° для 7 гармонической составляющей.

На клещах нажимают кнопку «**ФУНКЦ**» и удерживают не менее 1 секунды до появления на дисплее символа **THD%**. С помощью кнопок «**Г↑**» и «**Г↓**» выбирают номер гармонической составляющей n, установленный на калибраторе. Для измерения напряжения гармонической составляющей нажимают «**ФУНКЦ**». Фиксируют показания клещей при измерении напряжения 2, 3, 5, 7, 10, 15 и 24 гармонической составляющей и результат заносят в таблицу А.9 Приложения А.

Абсолютную погрешность измерения определяют по формуле (1), где Хуст – значение напряжения n-ой гармонической составляющей, установленное на выходе калибратора для действующего значения напряжения 220 В и значения коэффициента n-ой гармонической составляющей, указанного в таблице А.9. Значения Хуст указаны в таблице А.9 в столбце “проверяемая точка”.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых по данным таблицы А.9 Приложения А.

6.6 Оформление результатов поверки

5.6.1 Положительные результаты поверки клещей - ваттметров электроизмерительных оформляют

свидетельством о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94.

5.6.2 При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики клещи - ваттметры электроизмерительные к дальнейшей эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94. В извещении указывают причину непригодности и приводят указание о направлении клещей в ремонт или невозможности их дальнейшего использования.

Начальник лаборатории №447

ГЦИ СИ ФГУ «Ростест-Москва»

Е.В.Котельников

6.7 Приложение А

Протоколы результатов поверки

Таблица А.1 – Протокол результатов поверки клещей - ваттметра электроизмерительных при измерении напряжения постоянного тока

№	Наименование операции поверки	Содержание требований, значения характеристик по технической документации				Результаты поверки		Заключение о соответствии
		3	4	5	6	7	8	
1	Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	Предел измерений 599,9 В	Разрешение (В)	Проверяемая точка	Предел допускаемой погрешности	Показания поверяемого прибора	Погрешность	Соответствует
1	№ прибора		0,1	30,0	0,6			
			0,1	120,0	1,5			
			0,1	300,0	3,3			
			0,1	450,0	4,8			
			0,1	570,0	6,0			
			0,1	-30,0	0,0			
			0,1	-120,0	0,9			
			0,1	-300,0	2,7			
0,1	-450,0	4,2						
0,1	-570,0	5,4						

Таблица А.2 – Протокол результатов поверки клещей - ваттметра электроизмерительных при измерении напряжения переменного тока

№	Наименование операции поверки	Содержание требований, значения характеристик по технической документации				Результаты поверки		Заключение о соответствии	
		3	4	5	6	7	8		
2	Определение погрешности измерений напряжения переменного тока на частотах № прибора	Предел измерений	Разрешение (В)	Проверяемая точка	Предел допускаемой погрешности	Показания поверяемого прибора	Погрешность	Соответствует	
									40 Гц
		50 Гц	599,9 В	0,1	300	3,3			
				0,1	570	6			
		200 Гц	599,9 В	0,1	15	0,5			
				0,1	300	3,3			
				0,1	570	6			
				0,1	15	1,1			
		399,0 Гц	599,9 В	0,1	300	15,3			
				0,1	570	28,8			

Таблица А.3 – Протокол результатов поверки клещей - ваттметра электроизмерительных при измерении силы переменного тока

№	Наименование операции поверки	Содержание требований, значения характеристик по технической документации				Результаты поверки		Заключение о соответствии	
		3	4	5	6	7	8		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3	Определение погрешности измерений силы переменного тока на частотах	Предел измерений	Разрешение (А)	Проверяемая точка	Предел допускаемой погрешности	Показание поверяемого прибора	Погрешность	Соответствует	
									40 Гц
	№ прибора	50 Гц	399,9 А	0,1	200,0	2,3			
				0,1	380,0	4,1			
		200 Гц	399,9 А	0,1	20,0	0,5			
				0,1	200,0	2,3			
				0,1	380,0	4,1			
		399,0 Гц	399,9 А	0,1	20,0	1,3			
	0,1			200,0	10,3				
				0,1	380,0	19,3			

Таблица А.4 – Протокол результатов поверки клещей - ваттметра электроизмерительных при измерении сопротивления

№	Наименование операции поверки	Содержание требований, значения характеристик по технической документации				Результаты поверки		Заключение о соответствии	
		3	4	5	6	7	8		9
4	Определение погрешности измерений сопротивления	Предел измерений	Разрешение (Ом)	Проверяемая точка	Предел допускаемой погрешности	Показания поверяемого прибора	Погрешность	Соответствует	
			0,1	50,0	1,0				
			0,1	250,0	3,0				
	№ прибора	499,9 Ом	0,1	490,0	5,4				
			999 Ом	1	550	10,5			
				1	750	12,5			
		1		985	14,9				
		2000 Ом	3	1100	26				
			3	1500	30				
			3	1950	34,5				

Таблица А.5 – Протокол результатов поверки клещей - ваттметра электроизмерительных при измерении частоты

№	Наименование операции поверки	Содержание требований, значения характеристик по технической документации				Результаты поверки		Заключение о соответствии
		3	4	5	6	7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Определение погрешности измерений частоты	Предел измерений	Разрешение (Гц)	Проверяемая точка	Предел допускаемой погрешности	Показания поверяемого прибора	Погрешность	Соответствует
	№ прибора			0,1	45,0	0,7		
				0,1	200,0	1,5		
0,1	395,0	2,5						

Таблица А.6 – Протокол результатов поверки клещей - ваттметра электроизмерительных при измерении активной мощности

№	Наименование операции поверки	Содержание требований, значения характеристик по технической документации					Результаты поверки		Заклучение о соответствии		
		3	4	5	6	7	8	9			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
8	Определение погрешности измерения активной мощности	Предел измерений	Разрешение (кВт)	Напряжение Ток	Проверяемая точка (кВт)	Предел допускаемой погрешности	Показания поверяемого прибора	Погрешность	Соответствует		
	№ прибора				99,99 кВт	0,01	30В, 20А			0,60	0,05
						0,01	30В, 200А			6,00	0,24
						0,01	30В, 380А			11,40	0,43
						0,01	300В, 20А			6,00	0,24
						0,01	300В, 200А			60,00	2,13
						0,01	570В, 20А			11,40	0,43
	240 кВт				0,1	300В, 380А	114,0			4,29	
					0,1	570В, 200А	114,0			4,29	
0,1		570В, 380А	216,6	7,88							

Таблица А.7 – Протокол результатов поверки клещей - ваттметра электроизмерительных при измерении коэффициента мощности

№	Наименование	Содержание требований, значения	Результаты поверки	Заклучение о
---	--------------	---------------------------------	--------------------	--------------

операции поверки		характеристик по технической документации							соответствии					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
9	Определение погрешности измерения коэффициента мощности	Предел измерений	Разрешение	Фазовый сдвиг между током и напряжением, градус	Проверяемая точка	Предел допускаемой погрешности	Показания поверяемого прибора	Погрешность	Соответствует					
	№ прибора			0,01						75	0,26	0,03		
				0,01						45	0,71	0,03		
				0,01						0	1,00	0,03		
				0,01						-45	0,71	0,03		
0,01	-75	0,26	0,03											

Таблица А.8 – Протокол результатов поверки клещей - ваттметра электроизмерительных при измерении силы тока гармонических составляющих

№	Наименование операции поверки	Содержание требований, значения характеристик по технической документации					Результаты поверки		Заключение о соответствии
		3	4	5	6	7	8	9	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	Определение погрешности измерения силы тока гармонических составляющих	№ гармоники, n	Коэффициент n-ой гармонической составляющей, %	Разрешение (А)	Проверяемая точка	Предел допускаемой погрешности	Показания поверяемого прибора	Погрешность	Соответствует
	№ прибора	2	2	0,1	2,2	0,7			
		3	50	0,1	98,4	10,3			
		5	30	0,1	63,2	6,8			
		7	30	0,1	63,2	6,8			
		10	30	0,1	63,2	6,8			
		15	10	0,1	21,9	2,7			
		24	10	0,1	21,9	2,7			
24	2	0,1	2,2	0,8					

Таблица А.9 – Протокол результатов поверки клещей - ваттметра электроизмерительных при измерении напряжения гармонических составляющих

№	Наименование операции	Содержание требований, значения характеристик по технической документации	Результаты поверки	Заключение о соответствии
---	-----------------------	---	--------------------	---------------------------


поверки									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	Определение погрешности измерения напряжения гармонических составляющих	№ гармоник и, п	Коэффициент n-ой гармонической составляющей, %	Разрешение (В)	Проверяемая точка	Предел допускаемой погрешности	Показани я поверяем ого прибора	Погре шность	Соответствует
	№ прибора	2	50	0,1	98,4	10,3			
		2	2	0,1	2,2	0,7			
		3	50	0,1	98,4	10,3			
		5	30	0,1	63,2	6,8			
		7	30	0,1	63,2	6,8			
		10	30	0,1	63,2	6,8			
		15	10	0,1	21,9	2,7			
		24	10	0,1	21,9	2,7			
24	2	0,1	2,2	0,8					

7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1 Общие указания

1. Настоящий прибор – является точным и прецизионным измерителем. Строго следуйте инструкциям по его использованию и хранению, изложенным в РЭ, во избежание любых повреждений (порчи) или создания возможных опасных ситуаций во время его применения.
2. Не используйте прибор при неблагоприятных окружающих условиях - высокой температуре или влажности. Не подвергайте прямому воздействию солнечного света.
3. Убедитесь в выключении прибора по окончании измерений. В случае длительного хранения извлеките источники питания из прибора во избежание вытекания электролита и приведения прибора или его внутренней схемы в неисправное состояние.

7.2 Замена батарей питания

Когда на дисплее отображается предупреждающее сообщение символ  это означает что, батарея разряжена. В этом случае прекратите выполнение тестирования и замените батареи питания установленным порядком.



ВНИМАНИЕ:

Только квалифицированные технические специалисты могут выполнять эту операцию. Прежде чем приступить к процедуре замены батарей питания необходимо убедиться, что все измерительные провода и наконечники отключены от входных терминалов прибора.

1. Выключить прибор (положение **ВЫКЛ**).
2. Отсоединить все измерительные провода от входных терминалов прибора.
3. Отвинтить винт крышки отсека батарей питания и снимите ее.
4. Удалить батареи, заменив их 2-я новыми того же типа (1,5В ААА), с соблюдением необходимой полярности установки.
5. Установить крышку отсека батарей питания и завернуть винты.

7.3 Чистка прибора

Используйте для чистки внешней поверхности прибора мягкую сухую ткань (ветошь). Никогда не используйте намоченную ткань, растворители, воду, абразивные материалы и т.д.

8 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СПЕЦИФИКАЦИИ

Погрешность измерений обозначена в виде [% x Инд + числен. зн.]. Это относится к следующему состоянию атмосферных условий: температура 23°C ± 5°C при относительной влажности < 75 %.

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ПАРАМЕТРЫ	ЗНАЧЕНИЯ		
ПОСТОЯННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (DC)	Диапазон измерений	0,1 В...600 В		
	Разрешение	0,1В		
	Погрешность измерения	± (1,0% + 3 ед. счета)		
	Входной импеданс	1 МОм		
ПЕРЕМЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (TRMS)	Диапазон измерений	1,6 В...600 В (при макс. коэфф. амплит. = 1,41)		
	Разрешение	0,1В		
	Погрешность измерения	40...200 Гц	± (1,0% + 3 ед. счета)	
		200...400 Гц	± (5,0% + 3 ед. счета)	
Входной импеданс	1 МОм			
ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ <i>в режиме (макс/ мин/ усредн/ пик)</i>	Значения	макс/ мин/ усредн	пиковые	
	Диапазон измерений	10...600 В	10...850 В	
	Разрешение	0,1В	1 В	
	Погрешность измерения	± (5,0% + 10 ед. счета)		
	Время отклика	500 мс	1 мс	
ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК (TRMS)	Диапазон измерений	0...400 А (при макс. коэфф. амплит. = 2,0)		
	Разрешение	0,1 А		
	Погрешность измерения	40...200 Гц	± (1,0% + 3 ед. счета)	
		200...400 Гц	± (5,0% + 3 ед. счета)	

	Защита входа	600 А скз		
ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	Значения	макс/ мин/ усредн		пиковые
	Диапазон измерений	10...400 А		10...800 А
	Разрешение	0,1 А		1 А
	Погрешность измерения	± (5,0% + 10 ед. счета)		
	Время отклика	500 мс		1 мс
СОПРОТИВЛЕНИЕ (АВТОВЫБОР)	Пределы измерений	0...499,9 Ом	500...999,9 Ом	1000...2000 Ом
	Разрешение	0,1 Ом	1 Ом	3 Ом
	Погрешность измерения	± (1,0% + 5 ед. счета)		
	Прозвонка (f сигн. 2 кГц)	до 40 Ом		
	Защита входа	600 В пост./ перем. (скз)		
ЧАСТОТА (НАПРЯЖЕНИЕ / ТОК)	Диапазон измерений	40 Гц...399,9 Гц (0,5В...600 В/ 0,5 А...400 А)		
	Разрешение	0,1 Гц		
	Погрешность измерения	± (0,5% + 1 ед. счета)		
ГАРМОНИКИ (НАПРЯЖЕНИЕ / ТОК)	Диапазон измерений	1...15	16...25	
	Разрешение	0,1 В/ 0,1А		
	Погрешность измерения	± (10% + 5 ед. счета)		± (15% + 5 ед. счета)
МОЩНОСТЬ	Диапазон измерений (кВт, кВАР, кВА)	0,01...99,99		100...1000
	Разрешение (кВт, кВАР, кВА)	0,01		0,1
	Погрешность измерения	± (3,5% + 3 ед. счета)		
КОЭФФ. МОЩНОСТИ (PF)	Диапазон измерений	0,2...1,00		
	Разрешение	0,01		
	Погрешность измерения	± 3°		

ЭНЕРГИЯ	Диапазон измерений (кВт*ч, кВАР*ч, кВА*ч)	0,01...99,99	100...1000	
	Разрешение (кВт, кВАР, кВА)	0,01	0,1	
	Погрешность измерения	± (3,5% + 3 ед. счета)		
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРЯДКА ЧЕРЕДОВАНИЯ ФАЗ И СОВПАДЕНИЯ ФАЗ В СОЕДИНЯЕМЫХ ФИДЕРАХ	Диапазон измерений	50...600 В (в полосе частот 40...69 Гц)		
	Входной импеданс	1 МОм		
	Защита входа	600 В (скз)		
РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ ПИКОВЫХ, МАКС./МИН./СРЕДН. ЗНАЧЕНИЙ				
СОПРОТИВЛЕНИЕ И ПРОЗВОНКА ЦЕПИ	Пределы измерений	0...499,9 Ом	500...999,9 Ом	1000...2000 Ом
	Разрешение	0,1 Ом	1 Ом	3 Ом
	Погрешность измерения	± (1,0% + 5 ед. счета)		
	Время отклика	1 с		
ЧАСТОТА (НАПРЯЖЕНИЕ / ТОК)	Диапазон измерений	40 Гц...399,9 Гц	(Макс. Δf/ Δt = 0,5 Гц/сек)	
	Разрешение	0,1 Гц		
	Погрешность измерения	± (0,5% + 1 ед. счета)		
	Время отклика	1 с		
МОЩНОСТЬ	Диапазон измерений (кВт, кВАР, кВА)	0,01...99,99	100...1000	
	Разрешение (кВт, кВАР, кВА)	0,01	0,1	
	Погрешность измерения	± (3,5% + 3 ед. счета) для Sin сигнала U=230...400В; I > 1А; f= 50..60 Гц; коэфф. мощн. = 0,8i..0,8с		
	Время отклика	1 с		
КОЭФФ. МОЩНОСТИ	Диапазон измерений	0,2...1,00		

(PF)	Разрешение	0,01
	Погрешность измерения	$\pm 3^\circ$ для Sin сигнала $U=230\dots400V$; $I > 2A$; $f= 50..60$ Гц; коэфф. мощн. = 0,8i.0,8с
	Время отклика	1 с

8.1 Общие данные

Тип преобразователя	Трансформатор тока
Макс. индицируемое число	9999 (+ десятичная точка и знак)
Скорость измерения	64 изм./ 20 мс
Макс. диаметр провода	30 мм
Источник питания	1,5 В x 2 (тип ААА)
Срок службы источника питания	ок. 90 ч
Автовывключение	5 мин (кроме режимов: измерение «ЭНЕРГИЯ» (в 1Ф и 3Ф) и измерение <i>МИН/ МАКС/ СРЕД/ ПИК</i>)
Условия эксплуатации	0 °С...40 °С, отн. влажность не более 80 %
Габаритные размеры	205 x 64 x 39 мм
Масса	280 г (с эл. питания)

9 ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

9.1 Тара, упаковка и маркировка упаковки

Для обеспечения сохранности прибора при транспортировании применена укладочная коробка с амортизаторами из пенопласта.

Упаковка прибора производится в следующей последовательности:

1. коробку с комплектом комбинированным (ЗИП) уложить в отсек на дно укладочной коробки;
2. прибор поместить в полиэтиленовую упаковку, перевязать шпагатом и поместить в коробку;
3. эксплуатационную документацию поместить в полиэтиленовый пакет и уложить на прибор или между боковой стенкой коробки и прибором;
4. товаросопроводительную документацию в пакете поместить под крышку коробки;
5. обтянуть коробку пластиковой лентой и опломбировать;
6. маркировку упаковки производить в соответствии с ГОСТ 4192—77.

9.2 Условия транспортирования

1. Транспортирование прибора в укладочной коробке производится всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 20 °С до плюс 60 °С и относительной влажности до 95 % при температуре окружающей среды не более плюс 30 °С.
2. При транспортировании самолетом прибор должен быть размещен в отопляемом герметизированном отсеке.
3. При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование прибора.
4. Условия транспортирования приборов по ГОСТ 22261-94.

10 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Фирма - изготовитель (дилер) гарантирует соответствие параметров прибора данным, изложенным в разделе «Технические характеристики» при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, технического обслуживания и хранения, указанных в настоящем Руководстве.

Гарантийный срок эксплуатации – **12 месяцев** со дня продажи прибора.

Адрес сервис-центра: ЗАО «ПриСТ», Москва, ул. Орджоникидзе 8/9, тел. 777-55-91

11 ПРИЛОЖЕНИЕ: ГАРМОНИКИ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА.

11.1 Теоретические аспекты измерений

Любой периодический несинусоидальный сигнал $v(t)$ может быть представлен в виде суммы синусоидальных сигналов (гармоник) с частотами, кратными частоте исходного сигнала. Формула подобного так называемого Фурье-разложения имеет следующий вид:

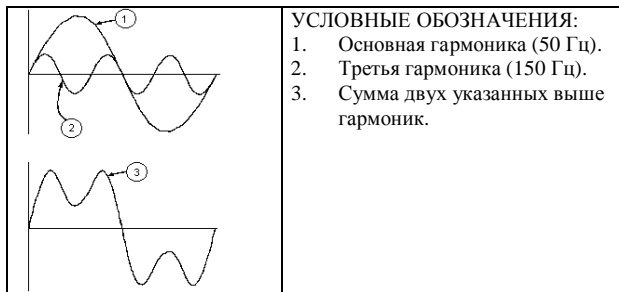
$$v(t) = V_0 + \sum_{k=1}^{\infty} V_k \sin(\omega_k t + \varphi_k) \quad (1),$$

где:

V_0 = усредненное по времени значение сигнала $v(t)$.

V_1 = амплитуда основной гармоники сигнала $v(t)$.

V_k = амплитуда k -той гармоники сигнала $v(t)$.



Результирующий эффект от суммирования двух гармоник.

В стандартном случае (сигнал с частотой, равной частоте сети переменного тока (50 или 60 Гц)) основная гармоника будет иметь частоту 50 Гц или 60 Гц, вторая – 100 Гц или 120 Гц, третья, соответственно, 150 Гц или 180 Гц и т.д. Гармоники являются стандартной проблемой, их не следует путать с различными типами краткосрочных возмущений сигналов – “провалами”, выбросами, пиками и т.д.

Следует заметить, что в формуле (1) суммирование по **k** идет от единицы до бесконечности. В реальности обычно существует верхний предел частоты, после которого суммарный вклад от более высоких гармоник становится пренебрежимо малым.

Для оценки присутствующих в сети гармоник используется коэффициент **THD** (суммарный коэффициент гармоник), рассчитываемый по формуле:

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} V_h^2}}{V_1}$$

(В данном случае суммирование ведется до **40-й** гармоники включительно)

Данный индекс учитывает все имеющиеся гармоники. Чем больше его значение, тем более искаженную форму имеет исходный сигнал.

11.2 Предельные значения гармоник

Национальные стандарты вводят поправки для предельных значений напряжений для гармоник, которые могут появиться за счет колебаний напряжения в сети переменного тока. В обычных условиях в любой день недели 95% среднеквадратичного значения напряжения каждой гармоники за период 10 минут не должно превышать соответствующее значение, указанное в таблице ниже.

Суммарный коэффициент гармоник (**THD**) в исходной сети переменного тока (учитывая все гармоники вплоть до сороковой включительно) должен быть меньше или равен 8%.

Нечетные гармоники		Четные гармоники
Не кратные 3	Кратные 3	

№ гармоники	Относительное напряжение, в % от максимального	№ гармоники	Относительное напряжение, в % от максимального	№ гармоники	Относительное напряжение, в % от максимального
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6..24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

Эти предельные значения, теоретически относящиеся только к сети переменного тока, представляю собой, однако, серию реперных точек, указывающих максимально допустимые значения гармоник, вносимых пользователем в сеть.

11.3 Причины появления гармоник в электросети.

Любое оборудование, изменяющее синусоидальный сигнал или использующее только часть подобного сигнала, приводит к искажению исходного сигнала и, соответственно, к появлению гармонических составляющих (гармоник). Наиболее часто встречающейся ситуацией является появление гармоник, вызванных нелинейными характеристиками подключаемых к сети устройств – например, электрических бытовых приборов, персональных компьютеров или электродвигателей с изменяемой скоростью вращения вала. Гармоники приводят к появлению значительных по току сигналов на частотах, соответствующих нечетным гармоникам исходной частоты. Токи гармоник влияют на ток в нейтрали.

В большинстве стран в сети переменного тока используется трехфазное напряжение с частотой 50/60 Гц, для которого используются первичные трансформаторы по схеме «треугольник» и вторичные трансформаторы-«звезда». Вторичные трансформаторы обычно выдают переменное напряжение 230 вольт (фаза-нейтраль) или

400 вольт (фаза-фаза). Обеспечение баланса нагрузок по фазам всегда являлась серьезной проблемой при проектировании и эксплуатации электрических систем и сетей.

Несколько десятков лет назад в хорошо сбалансированной системе векторная сумма токов нейтрали была нулевой или весьма низкой (с учетом сложности достижения идеального баланса). Используемые устройства представляли собой преимущественно лампы накаливания, небольшие электродвигатели и другие устройства с линейными характеристиками по нагрузке. В результате каждая фаза представляла собой практически синусоидальный ток на частоте 50 Гц, а в нейтрали ток был незначительным.

“Современные” устройства – ПЭВМ, телевизоры, флуоресцентные лампы, видеомэагнитофоны, микроволновые печи и т.д. – обычно потребляют ток только в некоторые определенные моменты каждого периода напряжения, что приводит к появлению нелинейных нагрузок и, соответственно, гармонических возмущений. Все это приводит к появлению нечетных гармоник в сетях переменного тока 50/60 Гц. Соответственно, ток в трансформаторах распределительных устройствах содержит не только основную компоненту частоты 50 Гц, но и значительные компоненты на частотах 150 Гц, 250 Гц и далее вплоть до частоты 750 Гц и даже выше.

Векторная сумма токов в хорошо сбалансированной системе, питающей нелинейные нагрузки, все еще может быть достаточно низкой, но эта сумма не устраняет токи по всем гармоникам. Нечетные производные третьей гармоники, называемые “TRIPLENS” (“нечетные гармоники, кратные трем”) складываются в нейтрали и могут приводить к ее перегреву даже при условии сбалансированности нагрузок.

11.4 Последствия наличия гармоник в электросети.

В обычных условиях **четные** гармоники (вторая, четвертая и т.д.) 50 Гц не приводят к появлению каких-либо существенных проблем для электрооборудования и потребителей.

При проектировании и эксплуатации электрических цепей (систем), содержащих гармонические токи, следует учитывать следующие особенности:

Элементы системы	Характер воздействия кратных гармонических составляющих
Плавкие предохранители	Нагрев внутренних элементов предохранителей. В результате возникающий перегрев может привести к динамическому разрушению (взрыву) внешних

	оболочек плавких предохранителей.
Провода и кабели	<p>Увеличение “корпусного” эффекта, проявляющегося в том, что в многожильных кабелях внутренние жилы имеют более высокий импеданс, чем внешние. Это вызвано тем, что затруднен отвод тепла от внутренних жил многожильного фидера.</p> <p>В результате протекающий ток, обычно распределяющийся по внешней поверхности сечения проводников кабелей, вызывает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перегрев токонесущих элементов кабелей и шин; – ускоренное разрушение материала изоляции кабелей; – повышение падения напряжения на линии.
Провод для нейтральной («0») фазы	Гармоники типа “TRIPLENS” (гармоники, кратные трем, девяти, пятнадцати и т.д.) не гасят друг друга на токопроводе нейтрали, а складываются, что в итоге может привести к перегреву провода нейтрали.
Трансформаторы	<p>Повышение потерь в токонесущих частях трансформаторов из-за более сильных TRMS (среднеквадратичных по времени) токов, циркулирующих по внутренним цепям трансформаторов, а также из-за “корпусного” эффекта, присутствующего и в случае изолированных проводов.</p> <p>Повышение потерь в магнитных сердечниках трансформаторов из-за нарушения гистерезисного цикла (петли) и из-за наведения паразитных токов в магнитном сердечнике трансформаторов.</p> <p>Нагрев изоляционного материала из-за появляющейся составляющей постоянного тока, которая может привести к насыщению магнитного сердечника трансформатора.</p>
Электродвигатели	<p>Повышение потерь из-за перегрева внутренних цепей двигателей и возможное повреждение материала изоляции. Повышение вибрации двигателей, приводящее к снижению КПД и увеличению скорости износа двигателей.</p> <p>Наличие 5-й и 11-й гармоник приводят к возникновению их аномального электромагнитного сложения (нарушение работы регулирующих тиристорov),</p>

	что может привести к росту числа оборотов двигателей.
Компенсирующие емкости	Развитие в цепи “параллельного резонанса” из-за индуктивных нагрузок и наличия компенсирующих емкостных сопротивлений, т.е. когда как минимум одна из гармоник совпадает по частоте с резонансной частотой системы. Это может приводить к очень опасным последствиям в КРУ (вплоть до взрыва используемых компенсирующих емкостей).
Устройства УЗО	Возможное насыщение тороидальных преобразователей, измеряющих дифференциальный ток, которое приводит к ошибкам при его измерении, и как следствие – к нарушению работы УЗО.
Электросчетчики	Повышение скорости вращения диска счетчика, приводящее к ошибкам в измерении тока (особенно в случае нагрузок с низким коэффициентом мощности).
Электрические выключатели	Снижение электрической износостойкости поверхностей контактов.
Устройства беспереб. электропитания (UPS)	Пониженная мощность, выдаваемого устройствами бесперебойного электропитания (UPS).
Электронные устройства	Внутренние повреждения электронных компонентов, выход из строя отдельных блоков.

Для Заметок