

«УТВЕРЖДАЮ»



Директор ООО «НПП Марс-Энерго»

Гиниятуллин И.А.

09 20 12 г.

Методика измерений потерь электрической энергии
в линии электроснабжения прибором «Энерготестер ПКЭ»

Согласовано

Заместитель директора ГЦИ СИ

«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Е.П. Кривцов

« 20 09 12 г.



Руководитель лаборатории

Электроэнергетики ВНИИМ

Е. З. Шапиро

« 10 09 12 г.

МИ аттестована ГЦИ СИ «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 27 сентября 2012г.

Свидетельство об аттестации МИ № 315/2203-(01.00250-2008)-2012

РАЗРАБОТАНО:

ООО «НПП Марс-Энерго»

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Заместитель директора

С.Р. Сергеев

Главный метролог

Ю.В. Ошарин

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ТРЕБОВАНИЯ К ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
2. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА	6
3. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ	7
4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	7
5. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ	7
6. УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ	7
7. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
8. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ.....	9
9. ОБРАБОТКА (ВЫЧИСЛЕНИЕ) РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	10
10. КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	10
11.ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	11
Приложение 1	12
Приложение 2. Список документов, на которые даны ссылки в МИ	14

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ устанавливает методику измерений (далее — МИ) фактических потерь электрической энергии в линии электроснабжения электрических сетей класса 0,4 кВ (далее – линии) путем прямых одновременных измерений активной энергии на заданном интервале времени в начале и конце линии. Отличительной особенностью настоящей МИ является то, что, в отличие от известных методов расчёта потерь, она не требует знания параметров линии (длины, сечения, удельного сопротивления, температуры нагрева проводников, сопротивления изоляции и т.д.), вносящих доминирующую составляющую в погрешность определения потерь. Суть МИ состоит в том, что измерения энергии в двух точках линии производятся синхронно двумя однотипными приборами.

В настоящем документе приняты следующие обозначения и сокращения:

МИ – методика измерений;

СИ - средство измерений;

W_1 - активная электрическая энергия в конце линии, измеренная на интервале времени τ ;

W_2 - активная электрическая энергия в начале линии, измеренная на интервале времени τ ;

τ - интервал времени измерения активной электрической энергии для определения потерь;

ΔW_n - абсолютные потери электрической энергии в линии электроснабжения;

δW_n - относительные потери электрической энергии в линии электроснабжения;

δ_n - абсолютная погрешность измерений относительных потерь;

γ_n – допускаемая относительная погрешность измерений мощности (энергии) n -го средства измерений (паспортная характеристика СИ);

K_p – суммарный коэффициент мощности;

N_i - показания i -го СИ (прибора) в кВт*час;

Под абсолютными потерями, как измеряемой величиной, в рамках настоящей МИ следует понимать разность значений активной электрической энергии в начале и в конце линии, измеренные на одном и том же интервале времени (формула 1):

$$\Delta W_n = W_2 - W_1 \quad (1)$$

где: W_2 - активная энергия в начале линии, измеренная на интервале времени τ ;

W_1 - активная энергия в конце линии, измеренная на том же интервале времени τ .

Под относительными потерями, как измеряемой величиной, в рамках настоящей МИ

следует понимать отношение разности значений активной электрической энергии в начале и в конце линии, измеренные на одном и том же интервале времени, к значению активной электрической энергии в начале линии (формула 2):

$$\delta W_{л} = [(W_2 - W_1) / W_2] \cdot 100\% \quad (2)$$

Началом линии в данной МИ принято считать кабельные наконечники отходящей кабельной линии или контактные соединения автоматического выключателя линии, отходящей в сторону потребителя, расположенные, например, на распределительной подстанции.

Концом линии принято считать кабельные наконечники приходящей кабельной линии или контактные соединения автоматического выключателя линии, приходящей на сторону потребителя, расположенные, например, на вводном устройстве здания или в распределительном щите.

Фактические технологические потери складываются, в основном, из потерь в изоляции кабелей (для воздушной линии - от токов утечки по изоляторам) и потерь на активном сопротивлении проводников. Кроме технологических потерь в состав измеренных по данной МИ потерь могут добавиться коммерческие потери различного происхождения, например, связанные с несанкционированным подключением потребителей.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительных потерь определяется как:

$$\delta_i = 1.1 \cdot \sqrt{\gamma_2^2 + \gamma_1^2} \quad (3)$$

где: γ_1 и γ_2 – границы допускаемых относительных погрешностей измерений мощности (энергии) приборов П1 и П2 в соответствии с таблицей 2.1.

Примечание. δ_n –рассчитывается с учётом дополнительной температурной погрешности СИ, которая составляет 0,05%/К.

2. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

2.1. При выполнении измерений применяют средства измерений (СИ), указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Средства измерений

Наименование средства измерений	Метрологические характеристики СИ, используемые в настоящей МИ		Наименование измеряемой величины
	Диапазон измерений	Границы погрешности измерений	
1 Прибор для измерений электроэнергетических величин и показателей качества электроэнергии «Энерготестер ПКЭ» - 2 шт. с входными преобразователями тока - токоизмерительные клещи повышенной точности с номинальными токами (I_n): 10; 100; 1000А	$0.1 I_n \leq I \leq 1.5 I_n$ $K_p 0.2L \dots 1 \dots 0.2C$ $K_p 0.5L \dots 1 \dots 0.5C$	Относительная (γ) $\pm[1.0+0.1 (P_n/P) - 1]\%$ $\pm 1.0 \%$	активная мощность (P) (энергия (W))
		Абсолютная ± 2.0 с/сут	Текущее время
	от -1.0 до +1.0	Абсолютная ± 0.01	Коэффициент мощности (K_p)

2.2. СИ должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3. Допускается применение модификаций прибора «Энерготестер ПКЭ» с погрешностями не хуже указанных в таблице 2.1 .

3. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Определение значений потерь электрической энергии выполняется путём прямых одновременных измерений активной энергии на заданном интервале времени в начале и конце линии двумя приборами «Энерготестер ПКЭ».

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При выполнении измерений соблюдают требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 [3], ГОСТ 12.2.007.0-75 [4], «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» [5], «Межотраслевыми Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок. РД-153-34.0-03.150-00 (ПОТ РМ-016-2001)» [6].

4.2 Средства измерений должны удовлетворять требованиям безопасности по ГОСТ 22261-94 [7].

5. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

5.1. К выполнению измерений допускаются лица, подготовленные в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ», «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми Правилами по охране труда (ТБ) при эксплуатации электроустановок», имеющие квалификационную группу не ниже III до 1000 В и обученные проведению измерений при учете электроэнергии.

5.2. К обработке результатов измерений допускаются лица с образованием не ниже среднего специального.

6. УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. При выполнении измерений соблюдают условия, приведенные в эксплуатационной документации приборов «Энерготестер ПКЭ».

7. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. Внесите в протокол (прилож.1) паспортные данные и обозначения точек присоединения линии и предельный фазный ток линии.

7.2 Включите средства измерений и подготовьте их к работе в соответствии с

инструкциями по эксплуатации. Синхронизируйте внутренние часы приборов «Энерготестер ПКЭ» (далее П1 и П2). Для этого в меню «настройки» выберите режим «часы». Введите одинаковое время (в т.ч. одинаковые минуты) в оба прибора и одновременно нажмите кнопки «ENT» на двух приборах П1 и П2. Выйдите из меню «настройки» и выключите приборы.

Примечание 1. При наличии у модификации прибора приемника GPS возможна синхронизация двух приборов с Международной шкалой координированного времени (UTC). Для этого подключите антенну GPS к каждому прибору, в меню «настройки» выберите режим «синхронизация с GPS». После появления на дисплее прибора сообщения о синхронизации убедитесь, что дата и время на дисплеях у П1 и П2 совпадают.

Примечание 2. Встроенные часы приборов работают при выключенном адаптере питания и после нормального выключения приборов.

7.3 Соберите схему измерений, представленную на рисунке 7.1, для каждой из фаз линии. В схеме используются токоизмерительные клещи из комплекта приборов в соответствии с их маркировкой.

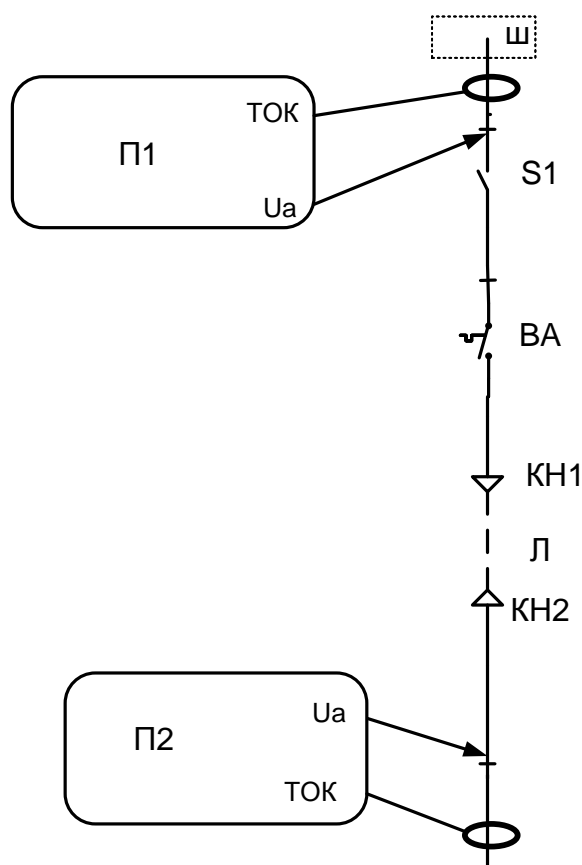


Рис. 7.1. Схема присоединений (показано для одной фазы А).

П1 и П2 – приборы; Ш - шина; S1- выключатель, ВА – выключатель автоматический; КН1 - кабельный наконечник конца линии; КН2 - кабельный наконечник начала линии; Л- линия электроснабжения.

7.3.1 Щупы напряжения измерительные из комплекта прибора «Энерготестер ПКЭ» (далее - П1) подключить в конце линии к болтовому соединению выключателя S1 (см. рисунок 7.1) или, при его отсутствии, - выключателя автоматического ВА.

7.3.2 Выберите из комплекта токоизмерительных клещей клещи с номинальным током не менее предельного фазного тока линии и подключите их к П1 в соответствии с Руководством по эксплуатации. Токоизмерительные клещи установить на участок кабеля между болтовым соединением выключателя S1 и шиной или, при его отсутствии, - между болтовым соединением выключателя автоматического ВА и шиной. Подключение щупов и токоизмерительных клещей выполнять к одноименным фазам линии. Щуп нейтрали подключить к нулевому проводнику или к ближайшей клемме заземляющего устройства.

7.3.3. Аналогично п.п. 7.3.1 и 7.3.2 подключите прибор П2 в начале линии.

7.4 Работы производятся с помощью двух приборов П1 и П2. Включите приборы. В приборах установите схему подключения, соответствующую схеме сети, и выберите в меню приборов номинальный ток подключенных клещей.

7.5 Предварительно измерьте с помощью П1 величину фазных токов (пункт меню прибора «Измерения-Мощность»). При величине тока менее 10% от номинального значения, необходимо заменить клещи П1 и П2 на другой комплект клещей с меньшим номинальным током. Измерьте значения суммарного коэффициента мощности (K_p) и занесите в протокол, форма которого представлена в приложении 1.

Внимание! Если измеренная величина фазных токов менее 10% от номинального значения для токоизмерительных клещей с наименьшим номинальным током, и/или K_p менее 0,2 - дальнейшие измерения не производить.

7.6 Определите правильность чередования фаз напряжений и токов у подключенных приборов П1 и П2 (пункт меню прибора «Измерения-Углы»).

7.7. Убедитесь в работоспособности собранной схемы, измерив с помощью П1 и П2 текущие значения фазных токов и напряжений (пункт меню прибора «Измерения-Мощность»).

8. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Если с момента выполнения синхронизации часов по п.п. 7.2 прошло более 24 часов, синхронизацию следует выполнить снова у каждого прибора по п.п. 7.2.

8.2. Измерения энергии выполняются на любом интервале времени длительностью от 10 мин до 24 ч.

8.2.1. Войдите в режим 'Энергия' прибора. На экране отображается меню выбора типа запуска. Выберите тип запуска «по времени». Для измерения энергии, например, на интервале «01 час 00 мин 00 с» в обоих приборах установите одинаковые «Время запуска», а также «Время остановки» - на 1 час большее. По достижении указанного «Время запуска» приборы начнут измерение энергии.

8.2.2. Перейдите в экран прибора «Нарастающий итог», нажав клавишу «>». Выполняется измерение активной электрической энергии в сети одновременно двумя приборами, установленными в начале (П2) и в конце (П1) линии в течение 1 часа.

8.2.3. По окончании измерения (по истечении 1 часа) приборы закончат измерение энергии автоматически. На дисплеях в режиме «Нарастающий итог» будут отображаться измеренные значения. Выполните запись в протокол (приложение 1) результатов измерений приборами П1 и П2 значений активной электрической энергии (кВт•час) N_1 и N_2 соответственно.

8.3. Закончите работу на обоих приборах и отключите их от линии.

9. ОБРАБОТКА (ВЫЧИСЛЕНИЕ) РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Обработку (вычисление) результатов измерений падения напряжения выполняют следующим способом.

9.1. На основании измеренного значения коэффициента мощности (K_p) рассчитайте абсолютную погрешность измерений относительных потерь δ_n по формуле (3).

9.2. Рассчитайте абсолютное значение потерь активной электрической энергии по формуле:

$$\Delta W = N_2 - N_1 \quad (9.1)$$

9.3. Рассчитайте относительное значение потерь активной электрической энергии в линии по формуле:

$$\delta W_n = [(N_2 - N_1) / N_1] \cdot 100\% \quad (9.2)$$

Результаты вычислений внести в протокол, форма которого представлена в приложении 1

10. КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1. Основной целью контроля точности результатов измерений (далее — контроль точности) является проверка правильности выполнения операций и соблюдения условий

измерений, регламентированных МИ, а также проверка удовлетворения требований к погрешностям измерений по разделу 1 настоящей МИ.

10.2. Результатами контроля точности являются выводы о правильности:

- применения поверенных СИ;
- соблюдения условий измерений;
- выполнения операций при подготовке к измерениям;
- выполнения измерений;
- обработки результатов измерений и их оформления.

Основным результатом контроля точности должен являться вывод о соответствии погрешности измерений принятым нормам точности или приписанным характеристикам погрешности измерений.

11.ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

11.1. Результаты измерений оформляют протоколом, форма которого представлена в приложении 1.

11.2. Результаты измерений, оформленные документально по п. 11.1, удостоверяет лицо, проводившее измерения, а при необходимости — административно ответственное лицо, и заверяют печатью предприятия.

11.3. Протоколы измерений могут содержать заключение о соответствии или несоответствии результатов измерений установленным требованиям.

(фирменное наименование испытательной лаборатории)

Протокол испытаний № _____

От «__» _____ 20__ г. (на __ листах)

1 Заказчик испытаний

Наименование:

Адрес:

2 Цель испытаний

Определение потерь активной электрической энергии на указанном участке линии электроснабжения за установленный интервал времени в рабочих условиях эксплуатации

3 Идентификационные данные пункта контроля

Адрес: _____

Место (обозначение) в схеме электроснабжения: _____

Начало линии: _____

Конец линии: _____

4 Сроки проведения испытаний

с ____ ч ____ мин " ____ " _____ 20__ г. по ____ ч ____ мин " ____ " _____ 20__ г.

5 Перечень средств измерений (СИ).

Наименование СИ	Тип СИ	Заводской номер, год выпуска	№ свидетельства о поверке и дата поверки
Прибор 1	«Энерготестер ПКЭ»		
Прибор 2	«Энерготестер ПКЭ»		

Схема присоединения приборов приведена в приложении А к настоящему протоколу.

6 Условия проведения измерений (за весь период измерений)

Температура, °С	Атмосферное давление, мм рт.ст.	Относительная влажность, %	Напряжение питания, В

7 Результаты измерений и вычислений

Наименование	Значение
Кр	
τ - интервал времени измерения (ч:мин)	_____:____
Энергия в конце линии, N_1 (кВт•час)	
Энергия в начале линии, N_2 (кВт•час)	
$\Delta W = N_2 - N_1$ (кВт•час)	
Потери $\delta W_{л} = [(N_2 - N_1) / N_2] \cdot 100$ (%)	

Предел допускаемой погрешности измерений $\delta_n = \pm$ _____

8 Заключение

Значение потерь активной электрической энергии на указанном в п.3 участке линии электроснабжения за интервал времени с _____ по _____ составило :

абсолютные _____ кВт•час

относительные _____ %

Приложения. А, Схема присоединения СИ.

Инженер-испытатель

подпись

ФИО Дата

Техник-испытатель

подпись

ФИО Дата

Приложение 2. Список документов, на которые даны ссылки в МИ

	Обозначение	Наименование
1	ГОСТ Р 8.563-96	ГСИ. Методики выполнения измерений
2	МИ 1967-89	ГСИ. Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений. Общие положения
3	ГОСТ 12.3.019-80	Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности
4	ГОСТ 12.2.007.0-75	Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
5		Правила эксплуатации электроустановок потребителей. — М.: Энергоатомиздат, 1992
6	РД-153-34.0-03.150-00.	Межотраслевые Правила по охране труда (ТБ) при эксплуатации электроустановок. – М: "Энергоатомиздат", 2001
7	ГОСТ 22261-94	Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия
8	МС2.725.003 РЭ	Прибор для измерений электроэнергетических величин и показателей качества электроэнергии «Энерготестер ПКЭ». Руководство по эксплуатации