

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
АО «ОКБ «Аэрокосмические системы»


_____ В.В. Шадрин

«28» _____ 2019 г.



М.П.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии»

ФГУП «ВНИИМС»


_____ Н.В. Иванникова

«28» _____ 2019 г.



М.П.

**Комплексы многофункциональные для тестирования
кабельных соединений «МТК КС»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
АСДБ.00.39.0001МП

г. Москва

2019 г.

Настоящая методика распространяется на комплексы многофункциональные для тестирования кабельных соединений «МТК КС», изготавливаемые АО «ОКБ «Аэрокосмические системы», г. Дубна, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

На поверку представляют комплекс с конкретным вариантом исполнения (далее – комплекс), укомплектованный в соответствии с паспортом, и комплект следующей технической и нормативной документации:

- руководство по эксплуатации АСДБ.00.39.0001РЭ;
- руководство по эксплуатации АСДБ.хх.хх.ххххРЭ на конкретный вариант исполнения комплекса, если такое предусмотрено в комплекте поставки (где хх.хх.хххх – номер эксплуатационного документа);
- руководство оператора АСДБ.00080-хх 34 01 (где хх – номер версии программного обеспечения «Управление МТК КС»);
- паспорт АСДБ.00.39.0001ПС;
- методика поверки АСДБ.00.39.0001МП.

Интервал между поверками – 2 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки комплекса должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Первичная поверка	Периодическая поверка
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Проверка функционирования	7.2	да	да
3 Проверка соответствия программного обеспечения	7.3	да	да
4 Определение метрологических характеристик	7.4		
4.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока с амплитудой пульсации не превышающей $\pm 5\%$ от установленного значения напряжения в режиме измерений тока утечки через изоляцию	7.4.1		
4.1.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	7.4.1.1	да	да
4.1.2 Определение коэффициента пульсации	7.4.1.2	да	нет
4.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока с амплитудой пульсации не превышающей $\pm 5\%$ от установленного значения напряжения в режиме измерений электрического сопротивления изоляции	7.4.2		
4.2.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	7.4.2.1	да	да
4.2.2 Определение коэффициента пульсации	7.4.2.2	да	нет

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Пункт методики поверки	Первичная поверка	Периодическая поверка
4.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы номинальной частотой 50 Гц с коэффициентом несинусоидальности напряжения не превышающим $\pm 5\%$ в режиме измерений тока утечки через изоляцию	7.4.3		
4.3.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока	7.4.3.1	да	да
4.3.2 Определение коэффициента несинусоидальности	7.4.3.2	да	нет
4.4 Определение абсолютной погрешности измерений тока утечки через изоляцию при приложении напряжения постоянного тока	7.4.4	да	да
4.5 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления по 2-х и 4-х проводной схемам	7.4.5	да	да
4.6 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления изоляции	7.4.6	да	да

1.2 При несоответствии характеристик поверяемых комплексов установленным требованиям по любому из пунктов таблицы 1, к дальнейшей поверке их не допускают и последующие операции не проводят, за исключением оформления результатов по п. 8.

1.3 Допускается возможность проведения периодической поверки комплексов для меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» Описания типа, на основании письменного заявления владельца средства измерений, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке комплексов.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки комплекса должны быть применимы основные и вспомогательные средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Основные и вспомогательные средства поверки

Наименование и тип средства поверки	Метрологические характеристики
Мультиметр цифровой DMM 4050	Рег. № 43826–10
Мультиметр цифровой FLUKE 87V	Рег. № 33404–12
Осциллограф цифровой ADS модификации ADS-2121MV	Рег. № 49918–12
Магазин электрического сопротивления Р4834	Рег. № 11326–90 Диапазон установки электрического сопротивления от 0,01 до 111111,11 Ом Класс точности 0,02
Магазин электрического сопротивления Р4831	Рег. № 6332–77 Диапазон установки электрического сопротивления от 0,001 до 11111,111 Ом Класс точности 0,02

Продолжение таблицы 2

Наименование и тип средства поверки	Метрологические характеристики
Мера-имитатор Р40114	Рег. № 10980–87 Номинальное сопротивление: – одной ступени – 10^8 Ом; – при параллельном соединении – 10^7 Ом; – при последовательном соединении – 10^8 Ом. Класс точности 0,02
Вольтметр С505	Рег. № 10194–85 Диапазон измерений напряжения: – постоянного тока от 0 до 150 В; – переменного тока от 0 до 150 В. Класс точности 0,5
Вольтметр С506	Рег. № 10194–85 Диапазон измерений напряжения: – постоянного тока от 0 до 300 В; – переменного тока от 0 до 300 В. Класс точности 0,5
Вольтметр С508	Рег. № 10194–85 Диапазон измерений напряжения: – постоянного тока от 0 до 600 В; – переменного тока от 0 до 600 В. Класс точности 0,5
Вольтметр С510	Рег. № 10194–85 Диапазон измерений напряжения: – постоянного тока от 0 до 1 кВ; – переменного тока от 0 до 1 кВ. Класс точности 0,5
Вольтметр С511	Рег. № 10194–85 Диапазон измерений напряжения: – постоянного тока от 0 до 3 кВ; – переменного тока от 0 до 3 кВ. Класс точности 0,5
Активная нагрузка	Номинальное сопротивление 20 кОм, мощность не менее 2 Вт Номинальное сопротивление 75 кОм, мощность не менее 2 Вт Номинальное сопротивление 750 кОм, мощность не менее 2 Вт
Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ–4	Рег. № 303–91 Диапазон измерений температуры от 0 до +50 °С, ПГ ±0,1 °С
Барометр–анероид метеорологический БАММ–1	Рег. № 5738–76 Диапазон измерений атмосферного давления от 80 до 106 кПа, ПГ ±0,2 кПа
Психрометр М–34–М	Рег. № 10069–11 Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 10 до 100 %, ПГ ±6 %
<i>Примечания:</i>	
1 Вместо указанных в таблице 2 основных и вспомогательных средств поверки, разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.	
2 Все средства измерений должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке.	
3 Все источники питания должны быть аттестованы и иметь действующие аттестаты.	

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей средств измерений электрических величин.

3.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ



4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ), а также требования ГОСТ 12.1.019–79, ГОСТ 12.3.019–80, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», и требования безопасности, приведенные в руководствах по эксплуатации на применяемое оборудование.

4.2 Общие положения техники безопасности оператора

ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ может присутствовать на разъеме сетевого питания.

Во избежание опасности поражения электрическим током оператор не должен контактировать с этим разъемом или любыми проводниками, подсоединенными к нему, когда комплекс находится как в режиме работы, так и в режиме ожидания. Во время эксплуатации комплекса на этом разъеме или поврежденных проводах сетевого кабеля может присутствовать напряжение, опасное для жизни (220/230 В).

4.3 Символы, нанесенные на оборудование:

 – ОПАСНОСТЬ – высокое напряжение;
 – клемма защитного заземления.

4.4 Заземление комплекса

Комплекс представляет собой изделие класса безопасности I (с заземленным корпусом) согласно ГОСТ 12.2.091–2012. Корпус комплекса заземлен посредством заземляющего провода в шнуре питания. Во избежание поражения электрическим током следует вставить вилку шнура питания в надлежащим образом разведенную розетку с заземляющим контактом и только после этого производить подключение к измерительным каналам. Наличие защитного заземления, выполняемого посредством шнура питания, является необходимым для безопасной работы. Корпус комплекса также содержит крепежный элемент для подключения к внешнему контуру защитного заземления. Крепежный элемент находится на передней панели комплекса и обозначен соответствующим символом. Подключение защитного заземления на передней панели комплекса к внешнему контуру заземления необходимо обязательно выполнять при отсутствии заземляющего провода в розетке сети питания. Подключение защитного заземления на передней панели комплекса к внешнему контуру заземления рекомендуется выполнять даже при наличии заземления в розетке сети питания в целях повышения показателей безопасной эксплуатации и помехозащищенности комплекса.

4.5 Во избежание риска возникновения пожара необходимо использовать только плавкие предохранители, поставляемые производителем в комплекте ЗИП при покупке комплекса. Марка, тип, номинальное напряжение и номинальный ток предохранителей указаны в описании комплекта ЗИП.

4.6 Следует использовать штатный шнур питания из комплекта поставки комплекса или шнур, соответствующий действующим стандартам по безопасности.

4.7 В цепях питания используемых средств измерений должны быть предохранители или автоматические выключатели.

4.8 Переходные жгуты и провода, предназначенные для сборки испытательных цепей, должны быть снабжены наконечниками и маркировкой, соответствующей обозначениям на схемах испытаний.

4.9 Средства поверки должны быть заземлены гибким медным проводом сечением не менее 4 мм^2 . Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно осуществляться ранее других соединений. Отсоединение заземления при разборке измерительной схемы должно производиться после всех отсоединений.

4.10 Помещение для поверки должно иметь:

- шину заземления;
- аварийное освещение или переносные светильники с автономным питанием;
- средства пожаротушения;
- средства для оказания первой помощи пострадавшим.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Поверка производится при нормальных условиях по ГОСТ 22261:

• температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25;
• относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80;
• атмосферное давление, кПа	от 84 до 106;
• частота питающей сети, Гц	от 48 до 52;
• напряжение питающей сети, В	(220/380±5);
• коэффициент несинусоидальности напряжения питающей сети, %, не более:	±5.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- комплекс должен быть выдержан не менее 2 часов при нормальных условиях внешней среды, если перед поверкой он содержался в условиях, отличающихся от указанных.
- выполнены операции по подготовке к работе, предусмотренные руководствами по эксплуатации применяемых средств измерений.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

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

- комплектность должна соответствовать паспорту.
- все органы коммутации должны обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
- не должно быть механических повреждений корпуса комплекса, органов управления, измерительных проводов, комплектующих изделий.
- наличие и различимость маркировки (все надписи должны быть четкими и ясными);
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений, следов окисления и загрязнений;
- заземляющий зажим должен иметь соответствующее обозначение;
- площадки под заземляющие зажимы должны быть без повреждений, чистыми, гладкими, без следов окисления и признаков коррозии;
- соединения должны быть надежно закреплены и не иметь повреждений.
- заземляющие контакты вилки силового кабеля должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать надежный электрический контакт.

При наличии дефектов поверка прекращается и комплекс бракуется.

7.2 Проверка функционирования

Проверку функционирования органов индикации, управления и световой сигнализации проводят в ручном режиме в следующей последовательности:

- включить питание каждой стойки комплекса в указанной последовательности путем нажатия/переключения следующих функциональных элементов, расположенных на передних панелях стойки: автоматический выключатель СЕТЬ в положение ВКЛ, источник бесперебойного питания нажатием на кнопку I, выключатель питающей сети ПИТАНИЕ в положение ВКЛ; убедиться, что на передних панелях каждой стойки комплекса загорелись два зеленых индикатора СЕТЬ, на каждом источнике бесперебойного питания загорелся зеленый индикатор, обозначенный символом «~»; все прочие индикаторы на источнике бесперебойного питания должны быть погашены;
- включить ПЭВМ, дождаться завершения загрузки операционной системы Windows на ПЭВМ;
- запустить программное обеспечение (ПО) «Управление МТК КС» с ярлыка на рабочем столе, дождаться завершения загрузки ПО и завершения проверки конфигурации комплекса;
- убедиться в отсутствии сообщений об ошибках по завершению проверки конфигурации комплекса;
- убедиться, что на светосигнальных колоннах всех стоек комплекса загорелся зеленый индикатор готовности;
- убедиться, что на передней панели каждой стойки комплекса погашены все красные индикаторы АВАРИЯ.

Проверку работоспособности коммутационных устройств (реле) в режиме переключения измерительного канала на тестирующие выходы комплекса проводят при помощи стандартных средств ПО «Управление МТК КС» в следующей последовательности:

- выполнить вход в ПО для учетной записи «Администратор»;

Примечание: Для входа в ПО под любой учетной записью необходимо заполнить поля «Логин» и «Пароль», после чего нажать на кнопку ВВОД в окне ПО или на клавиатуре ПЭВМ. Вновь изготавливаемые комплексы имеют следующие стандартные настройки учетных записей:

- 1) Учетная запись «Администратор», логин «admin», пароль «1111»;
- 2) Учетная запись «Техник», логин «tech», пароль «1111»;
- 3) Учетная запись «Тестировщик», логин «tester», пароль «1111».

ПО имеет средства для изменения данных по учетным записям, а также для добавления новых учетных записей. Информация об изменении стандартных настроек содержится в паспорте на комплекс в разделе «Ремонт и учет выполненных работ»;

- на панели управления ПО перейти на вкладку «Настройки оборудования комплекса», далее перейти на вкладку «Тестирование комплекса»;
- в графе «Самоконтроль» отметить поле «Единичный тест», в поле «Задержка между МК, сек» ввести значение «1»;
- запустить тест самоконтроля нажатием на кнопку СТАРТ на панели инструментов;
- дождаться окончания выполнения проверки, зафиксировать наличие или отсутствие ошибок в поле «Результат проверки».

Результаты поверки считаются положительными, если:

- органы индикации, управления и световой сигнализации функционируют в штатном режиме;
- в полученных отчетах тестирования отсутствуют записи о неисправностях тестирующих выходов комплекса.

При невыполнении вышеперечисленных требований поверка прекращается и комплекс бракуется.

7.3 Проверка соответствия программного обеспечения

Проверку идентификационного наименования программного обеспечения проводят в следующей последовательности:

- 1) Включить ПЭВМ, включить питание комплекса, запустить на ПЭВМ программное обеспечение «Управление МТК КС»;
- 2) После загрузки программы в окне «Вход» проверить наименование ПО и номер версии ПО, отображаемый в строке заголовка; внешний вид окна «Вход» показан на рисунке 1;
- 3) Сверить полученные значения с данными, указанными в таблице 3.

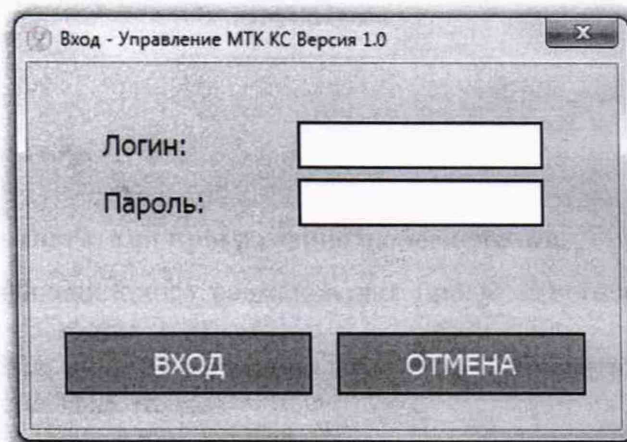


Рисунок 1 – Внешний вид окна «Вход»

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Управление МТК КС
Номер версии ПО	Не ниже 1.0
Цифровой идентификатор файла метрологически значимой части ПО	67D041F3
Другие идентификационные данные (если имеются)	–

Результаты поверки считаются положительными, если наименование ПО совпадает с наименованием, указанным в таблице 3, и версия ПО не ниже версии, указанной в таблице 3.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и комплекс бракуется.

7.4 Определение метрологических характеристик

В зависимости от варианта исполнения, конкретная модификация комплекса может быть снабжена переходными панелями или поставляться без них.

Для модификации комплекса без переходных панелей нумерация тестирующих выходов комплекса в пределах одного соединителя указана на корпусе соединителя, из 37 контактов рабочими выходами являются первые 32 контакта. Нумерация соединителей в пределах одного блока выполняется сверху–вниз слева–направо. Таким образом, номер необходимого выхода комплекса вычисляется по формуле

$$N_{\text{выхода}} = 32 \cdot (N_{\text{соединителя}} - 1) + N_{\text{контакта}}$$

Для модификации комплекса с переходными панелями нумерация тестирующих выходов комплекса указана около соединителей на переходных панелях, а также в руководстве по эксплуатации на конкретный вариант исполнения комплекса.

7.4.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока с амплитудой пульсации не превышающей $\pm 5\%$ от установленного значения напряжения в режиме измерений тока утечки через изоляцию (в диапазоне от 100 до 1500 В) (п.4.1 таблицы 1)

7.4.1.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока следует проводить в следующей последовательности:

1) Подключить щупы МТККС–ТУ–005–хх (далее – щупы МТККС–ТУ–005; где хх – код конструктивного исполнения щупа в зависимости от наличия и конструкции переходной панели), поставляемые в комплекте с комплексом, к любым тестирующим выходам комплекса, определить и зафиксировать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , при помощи которых будет выполняться проверка;

2) Подключить к клеммам тестовых щупов вольтметр С505;

3) Запустить ПО управления комплексом, дождаться окончания загрузки ПО и завершения проверки конфигурации комплекса;

4) Выполнить вход в ПО для учетной записи «Техник»;

5) В открывшемся окне перейти на вкладку «Высоковольтное тестирование»;

6) В графе «Тип измерения» выбрать «Постоянное напряжение», в полях «Точки «От» и «Точки «До» указать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , в поле «Напряжение, В» ввести значение «100», в поле «Нижний предел тока, мА» ввести значение «0», в поле «Верхний предел тока, мА» ввести значение «1», в поле «Время нарастания, с» ввести значение «5», в поле «Время измерения, с» ввести значение «20»;

7) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления, зафиксировать показания вольтметра $U_{\text{восп}}$, В, при стабилизации показаний;

8) Дождаться завершения выполнения проверки;

9) Рассчитать значения испытательного напряжения $U_{\text{уст}}$, В, для следующих точек диапазона по формулам

$$U_{\text{уст}2} = (0,2-0,3) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В};$$

$$U_{\text{уст}3} = (0,4-0,6) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В};$$

$$U_{\text{уст}4} = (0,7-0,8) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В};$$

$$U_{\text{уст}5} = (0,9-1,0) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В},$$

где $U_{\text{уст}2}$, $U_{\text{уст}3}$, $U_{\text{уст}4}$, $U_{\text{уст}5}$ – значения напряжения постоянного тока, устанавливаемые в настройках ПО для проверки следующих точек диапазона, В;

$U_{\text{макс}}$ – максимальное воспроизводимое значение напряжения постоянного тока для конкретной модификации комплекса, В;

10) Подключить к клеммам тестовых щупов вольтметр с диапазоном измерений напряжения, подходящим для проверки значения напряжения постоянного тока в следующей точке диапазона; тип подключаемого вольтметра выбрать исходя из измеряемых значений напряжения:

- вольтметр С505 для значения напряжения в диапазоне от 0 до 100 В;
- вольтметр С506 для значения напряжения в диапазоне от 100 до 250 В;
- вольтметр С508 для значения напряжения в диапазоне от 250 до 500 В;
- вольтметр С510 для значения напряжения в диапазоне от 500 до 1000 В;
- вольтметр С511 для значения напряжения в диапазоне от 1000 до 1500 В;

11) Повторить проверку воспроизведения напряжения постоянного тока, выполнив действия, изложенные в п.п. 10 и п.п. 6–8 п. 7.4.1.1 с последовательной установкой в графе «Напряжение, В» значения испытательного напряжения $U_{\text{уст}2}$ – $U_{\text{уст}5}$, В;

12) Пределы допустимой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока рассчитать по формуле

$$\Delta U_{\text{восп}} = \pm(0,015 \cdot U_{\text{уст}} + 5 \cdot K), \text{ В}, \quad (1)$$

где $U_{\text{уст}}$ – установленное значение напряжения постоянного тока, В;

$K=1$ В – единица младшего разряда;

13) Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле

$$\Delta = U_{\text{восп}} - U_{\text{уст}}, \text{ В}, \quad (2)$$

где $U_{уст}$ – значение напряжения постоянного тока, устанавливаемое в настройках ПО комплекса, В;

$U_{восп}$ – воспроизводимое значение напряжение постоянного тока, измеренное эталонным прибором, В.

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока в каждой поверяемой точке, рассчитанная по формуле (2), находится в пределах, рассчитанных по формуле (1).

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и комплекс бракуется.

7.4.1.2 Определение коэффициента пульсации следует проводить в следующей последовательности:

1) Подключить щупы МТККС–ТУ–005 к любым тестирующим выходам комплекса, определить и зафиксировать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , при помощи которых будет выполняться проверка;

2) Подключить к клеммам тестовых щупов осциллограф, настроить на осциллографе вывод на экран максимального, минимального и среднего значений напряжения $U_{макс}$, $U_{мин}$, $U_{ср}$, В, соответственно; переключить делитель напряжения на щупе осциллографа в положение «x10»;

3) Запустить ПО управления комплексом, дождаться окончания загрузки ПО и завершения проверки конфигурации комплекса;

4) Выполнить вход в ПО для учетной записи «Техник»;

5) В открывшемся окне перейти на вкладку «Высоковольтное тестирование»;

6) В графе «Тип измерения» выбрать «Постоянное напряжение», в полях «Точки «От» и «Точки «До» указать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , в поле «Напряжение, В» ввести значение «100», в поле «Нижний предел тока, мА» ввести значение «0», в поле «Верхний предел тока, мА» ввести значение «1», в поле «Время нарастания, с» ввести значение «5», в поле «Время измерения, с» ввести значение «60»;

7) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления; дождаться завершения нарастания напряжения и установления постоянства показаний; начать выполнение измерений осциллографом путем нажатия на кнопку RUN/STOP на его панели управления;

8) Приостановить выполнение измерений осциллографом путем нажатия на кнопку RUN/STOP на его панели управления;

9) Зафиксировать измеренные осциллографом значения минимального $U_{мин}$, В, максимального $U_{макс}$, В, и среднего $U_{ср}$, В, напряжения постоянного тока;

10) Повторить проверку коэффициента пульсации напряжения постоянного тока, выполнив действия, изложенные в п.п. 6–9 п. 7.4.1.2 с установкой в графе «Напряжение, В» значения испытательного напряжения равного 500 В.

11) Коэффициенты пульсации напряжения постоянного тока положительной $K_{п}$, %, и отрицательной $K_{о}$, %, пульсаций рассчитать по формулам

$$K_{п} = (U_{макс}/U_{ср} - 1) \cdot 100 \% \quad (3)$$

$$K_{о} = (U_{мин}/U_{ср} - 1) \cdot 100 \% \quad (4)$$

где $K_{п}$ – коэффициент пульсации положительной полярности напряжения постоянного тока, %;

$K_{о}$ – коэффициент пульсации отрицательной полярности напряжения постоянного тока, %;

$U_{макс}$ – максимальное значение напряжения постоянного тока, измеренное осциллографом, В;

$U_{мин}$ – минимальное значение напряжения постоянного тока, измеренное осциллографом, В;

$U_{ср}$ – среднее значение напряжения постоянного тока, измеренное осциллографом, В.

Результаты поверки считаются положительными, если коэффициенты пульсации напряжения постоянного тока, рассчитанные по формулам (3) и (4), в каждой поверяемой точке не превышают ± 5 %.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и комплекс бракуется.

7.4.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока с амплитудой пульсации не превышающей $\pm 5\%$ от установленного значения напряжения в режиме измерений электрического сопротивления изоляции (в диапазоне от 50 до 1000 В) (п.4.2 таблицы 1)

7.4.2.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока следует проводить в следующей последовательности:

- 1) Подключить щупы МТККС–ТУ–005, поставляемые в комплекте с комплексом, к любым тестирующим выходам комплекса, определить и зафиксировать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , при помощи которых будет выполняться проверка;
- 2) Подключить к клеммам тестовых щупов вольтметр С505;
- 3) Запустить ПО управления комплексом, дождаться окончания загрузки ПО и завершения проверки конфигурации комплекса;
- 4) Выполнить вход в ПО для учетной записи «Техник»;
- 5) В открывшемся окне перейти на вкладку «Высоковольтное тестирование»;
- 6) В графе «Тип измерения» выбрать «Сопротивление изоляции», в полях «Точки «От» и «Точки «До» указать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , в поле «Напряжение, В» ввести значение «50», в поле «Нижний предел сопротивления, МОм» ввести значение «1», в поле «Верхний предел сопротивления, МОм» ввести значение «9999», в поле «Время нарастания, с» ввести значение «5», в поле «Время измерения, с» ввести значение «20»;
- 7) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления, зафиксировать показания вольтметра $U_{\text{восп}}$, В, при установлении постоянства показаний;
- 8) Дождаться завершения выполнения проверки;
- 9) Рассчитать значения испытательного напряжения $U_{\text{уст}}$, В, для следующих точек диапазона по формулам

$$U_{\text{уст}2} = (0,2-0,3) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В};$$

$$U_{\text{уст}3} = (0,4-0,6) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В};$$

$$U_{\text{уст}4} = (0,7-0,8) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В};$$

$$U_{\text{уст}5} = (0,9-1,0) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В},$$

где $U_{\text{уст}2}$, $U_{\text{уст}3}$, $U_{\text{уст}4}$, $U_{\text{уст}5}$ – значения напряжения постоянного тока, устанавливаемые в настройках ПО для проверки следующих точек диапазона, В;

$U_{\text{макс}}$ – максимальное воспроизводимое значение напряжения постоянного тока для конкретной модификации комплекса, В;

10) Подключить к клеммам тестовых щупов вольтметр с диапазоном измерений напряжения, подходящим для проверки значения напряжения постоянного тока в следующей точке диапазона; тип подключаемого вольтметра выбрать исходя из измеряемых значений напряжения:

- вольтметр С505 для значения напряжения в диапазоне от 0 до 100 В;
- вольтметр С506 для значения напряжения в диапазоне от 100 до 250 В;
- вольтметр С508 для значения напряжения в диапазоне от 250 до 500 В;
- вольтметр С510 для значения напряжения в диапазоне от 500 до 1000 В;

11) Повторить проверку воспроизведения напряжения постоянного тока, выполнив действия, изложенные в п.п. 10 и п.п. 6–8 п. 7.4.2.1 с последовательной установкой в графе «Напряжение, В» значения испытательного напряжения $U_{\text{уст}2} - U_{\text{уст}5}$, В;

12) Пределы допустимой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока рассчитать по формуле

$$\Delta U_{\text{восп}} = \pm(0,015 \cdot U_{\text{уст}} + 5 \cdot K), \text{ В}, \quad (5)$$

где $U_{\text{уст}}$ – установленное значение напряжения постоянного тока, В;

$K=1$ В – единица младшего разряда;

13) Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле

$$\Delta = U_{\text{восп}} - U_{\text{уст}}, \text{ В}, \quad (6)$$

где $U_{\text{уст}}$ – значение напряжения постоянного тока, устанавливаемое в настройках ПО комплекса, В;

$U_{\text{восп}}$ – воспроизводимое значение напряжения постоянного тока, измеренное эталонным прибором, В.

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока в каждой поверяемой точке, рассчитанная по формуле (6), находится в пределах, рассчитанных по формуле (5);

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и комплекс бракуется.

7.4.2.2 Определение коэффициента пульсации следует проводить в следующей последовательности:

1) Подключить щупы МТККС–ТУ–005 к любым тестирующим выходам комплекса, определить и зафиксировать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , при помощи которых будет выполняться проверка;

2) Подключить к клеммам тестовых щупов осциллограф, настроить на осциллографе вывод на экран максимального, минимального и среднего значения напряжения $U_{\text{макс}}$, $U_{\text{мин}}$, $U_{\text{ср}}$, В, соответственно; переключить делитель напряжения на щупе осциллографа в положение « $\times 10$ »;

3) Запустить ПО управления комплексом, дождаться окончания загрузки ПО и завершения проверки конфигурации комплекса;

4) Выполнить вход в ПО для учетной записи «Техник»;

5) В открывшемся окне перейти на вкладку «Высоковольтное тестирование»;

6) В графе «Тип измерения» выбрать «Сопротивление изоляции», в полях «Точки «От» и «Точки «До» указать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , в поле «Напряжение, В» ввести значение «100», в поле «Нижний предел сопротивления, МОм» ввести значение «1», в поле «Верхний предел сопротивления, МОм» ввести значение «9999», в поле «Время нарастания, с» ввести значение «5», в поле «Время измерения, с» ввести значение «60»;

7) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления; дождаться завершения нарастания напряжения и установления постоянства показаний; начать выполнение измерений осциллографом путем нажатия на кнопку RUN/STOP на его панели управления;

8) Приостановить выполнение измерений осциллографом путем нажатия на кнопку RUN/STOP на его панели управления;

9) Зафиксировать измеренные осциллографом значения минимального $U_{\text{мин}}$, В, максимального $U_{\text{макс}}$, В, и среднего $U_{\text{ср}}$, В, напряжения постоянного тока;

10) Повторить проверку коэффициента пульсации напряжения постоянного тока, выполнив действия, изложенные в п.п. 6–9 п. 7.4.2.2 с установкой в графе «Напряжение, В» значения испытательного напряжения равного 500 В.

11) Коэффициенты пульсации напряжения постоянного тока положительной $K_{\text{П}}$, %, и отрицательной $K_{\text{О}}$, %, пульсаций рассчитать по формулам (3) и (4).

Результаты поверки считаются положительными, если коэффициенты пульсации напряжения постоянного тока, рассчитанные по формулам (3) и (4), в каждой поверяемой точке не превышают ± 5 %.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и комплекс бракуется.

7.4.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы номинальной частотой 50 Гц с коэффициентом несинусоидальности не более ± 5 % в режиме измерений тока утечки через изоляцию (в диапазоне от 100 до 1000 В) (п.4.3 таблицы 1)

7.4.3.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока следует проводить в следующей последовательности:

1) Подключить щупы МТККС–ТУ–005, поставляемые в комплекте с комплексом, к любым тестирующим выходам комплекса, определить и зафиксировать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , при помощи которых будет выполняться проверка;

- 2) Подключить к клеммам тестовых щупов вольтметр С505;
- 3) Запустить ПО управления комплексом, дождаться окончания загрузки ПО и завершения проверки конфигурации комплекса;
- 4) Выполнить вход в ПО для учетной записи «Техник»;
- 5) В открывшемся окне перейти на вкладку «Высоковольтное тестирование»;
- 6) В графе «Тип измерения» выбрать «Переменное напряжение», в полях «Точки «От» и «Точки «До» указать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , в поле «Напряжение, В» ввести значение «100», в поле «Нижний предел тока, мА» ввести значение «0», в поле «Верхний предел тока, мА» ввести значение «10», в поле «Время нарастания, с» ввести значение «5», в поле «Время измерения, с» ввести значение «20», в поле «Частота напряжения, Гц» выбрать значение «50»;
- 7) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления, зафиксировать показания вольтметра $U_{\text{восп}}$, В, при установлении постоянства показаний;
- 8) Дождаться завершения выполнения проверки;
- 9) Рассчитать значения испытательного напряжения $U_{\text{уст}}$, В, для следующих точек диапазона по формулам

$$U_{\text{уст}2} = (0,2 - 0,3) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В};$$

$$U_{\text{уст}3} = (0,4 - 0,6) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В};$$

$$U_{\text{уст}4} = (0,7 - 0,8) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В};$$

$$U_{\text{уст}5} = (0,9 - 1,0) \cdot U_{\text{макс}}, \text{ В};$$

где $U_{\text{уст}2}$, $U_{\text{уст}3}$, $U_{\text{уст}4}$, $U_{\text{уст}5}$ – значения напряжения переменного тока, устанавливаемые в настройках ПО для проверки следующих точек диапазона, В;

$U_{\text{макс}}$ – максимальное воспроизводимое значение напряжения переменного тока для конкретной модификации комплекса, В;

10) Подключить к клеммам тестовых щупов вольтметр с диапазоном измерений напряжения, подходящим для проверки значения напряжения переменного тока в следующей точке диапазона; тип подключаемого вольтметра выбрать исходя из измеряемых значений напряжения:

- вольтметр С505 для значения напряжения в диапазоне от 0 до 100 В;
- вольтметр С506 для значения напряжения в диапазоне от 100 до 250 В;
- вольтметр С508 для значения напряжения в диапазоне от 250 до 500 В;
- вольтметр С510 для значения напряжения в диапазоне от 500 до 1000 В;

11) Повторить проверку воспроизведения напряжения переменного тока, выполнив действия, изложенные в п.п. 10 и п.п. 6–8 р. 7.4.3.1 с последовательной установкой в графе «Напряжение, В» значения испытательного напряжения $U_{\text{уст}2} - U_{\text{уст}5}$, В;

12) Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока рассчитать по формуле

$$\Delta U_{\text{восп}} = \pm(0,015 \cdot U_{\text{уст}} + 5 \cdot K), \text{ В}, \quad (7)$$

где $U_{\text{уст}}$ – установленное значение напряжения переменного тока, В;

$K=1$ В – единица младшего разряда;

13) Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения напряжения переменного тока по формуле

$$\Delta = U_{\text{восп}} - U_{\text{уст}}, \text{ В}, \quad (8)$$

где $U_{\text{уст}}$ – значение напряжения переменного тока, устанавливаемое в настройках ПО комплекса, В;

$U_{\text{восп}}$ – воспроизводимое значение напряжения переменного тока, измеренное эталонным прибором, В.

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность воспроизведения напряжения переменного тока в каждой поверяемой точке, рассчитанная по формуле (8), находится в пределах, рассчитанных по формуле (7).

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и комплекс бракуется.

7.4.3.2 Определение коэффициента несинусоидальности напряжения следует проводить в следующей последовательности:

1) Подключить щупы МТККС–ТУ–005, поставляемые в комплекте с комплексом, к любым тестирующим выходам комплекса, определить и зафиксировать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , при помощи которых будет выполняться проверка;

2) Подключить к клеммам тестовых щупов осциллограф, настроить на осциллографе вывод на экран среднеквадратического значения напряжения $U_{СКЗ}$, В, и амплитудного значения напряжения $U_{АМП}$, В;

3) Переключить делитель напряжения на щупе осциллографа в положение «x10»;

4) Запустить ПО управления комплексом, дождаться окончания загрузки ПО и завершения проверки конфигурации комплекса;

5) Выполнить вход в ПО для учетной записи «Техник»;

6) В открывшемся окне перейти на вкладку «Высоковольтное тестирование»;

7) В графе «Тип измерения» выбрать «Переменное напряжение», в полях «Точки «От» и «Точки «До» указать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , в поле «Напряжение, В» ввести значение «100», в поле «Нижний предел тока, мА» ввести значение «0», в поле «Верхний предел тока, мА» ввести значение «10», в поле «Время нарастания, с» ввести значение «5», в поле «Время измерения, с» ввести значение «60», в поле «Частота напряжения, Гц» выбрать значение «50»;

8) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления; дождаться завершения нарастания напряжения и установления постоянства показаний; начать выполнение измерений осциллографом путем нажатия на кнопку RUN/STOP на его панели управления;

9) Приостановить выполнение измерений осциллографом путем нажатия на кнопку RUN/STOP на его панели управления;

10) Зафиксировать измеренные осциллографом среднеквадратическое значение напряжения $U_{СКЗ}$, В, и амплитудное значение напряжения $U_{АМП}$, В;

11) Дождаться завершения выполнения проверки;

12) Повторить проверку коэффициента несинусоидальности напряжения, выполнив действия, изложенные в п.п. 7–11 п. 7.4.3.2 с установкой в графе «Напряжение, В» значения испытательного напряжения равного 500 В (или 250 В для модификации комплекса с максимальным воспроизводимым значением напряжения переменного тока равным 250 В);

13) Коэффициент несинусоидальности напряжения $K_{НС}$, %, вычислить по формуле

$$K_{НС} = ((1,4142 - U_{АМП}/U_{СКЗ})/1,4142) \cdot 100, \% \quad (9)$$

где $K_{НС}$ – коэффициент несинусоидальности напряжения $K_{НС}$, %;

$U_{АМП}$ – амплитудное значение напряжения, В;

$U_{СКЗ}$ – среднеквадратическое значение напряжения, В.

Результаты поверки считаются положительными, если коэффициент несинусоидальности напряжения переменного тока, рассчитанный по формуле (9), в каждой проверяемой точке не превышает $\pm 5\%$.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и комплекс бракуется.

7.4.4 Определение абсолютной погрешности измерений тока утечки через изоляцию при приложении напряжения постоянного тока (в диапазоне от 1 до 10^4 мкА) (п.4.4 таблицы 1) следует проводить в следующей последовательности:

1) Подключить щупы МТККС–ТУ–005, поставляемые в комплекте с комплексом, к любым тестирующим выходам комплекса, определить и зафиксировать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , при помощи которых будет выполняться проверка;

2) Соединить 10 декад меры сопротивления переходной Р40114 параллельно для получения сопротивления меры равного 10 МОм;

3) Соединить меру сопротивления Р40114 последовательно с мультиметром DMM4050 или FLUKE 87V в режиме измерений силы постоянного тока и подключить к клеммам тестовых щупов;

4) Запустить ПО управления комплексом, дождаться окончания загрузки ПО и завершения проверки конфигурации комплекса;

- 5) Выполнить вход в ПО для учетной записи «Техник»;
- 6) В открывшемся окне перейти на вкладку «Высоковольтное тестирование»;
- 7) В графе «Тип измерения» выбрать «Постоянное напряжение», в полях «Точки «От» и «Точки «До» указать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , в поле «Напряжение, В» ввести значение «100», в поле «Нижний предел тока, мА» ввести значение «0», в поле «Верхний предел тока, мА» ввести значение «1», в поле «Время нарастания, с» ввести значение «5», в поле «Время измерения, с» ввести значение «30»;
- 8) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления, зафиксировать показания мультиметра $I_{ЭТ}$, мкА, и показания комплекса $I_{ИЗМ}$, мкА, при установлении постоянства показаний;
- 9) Дождаться завершения выполнения проверки;
- 10) Заменить меру сопротивления R40114 на активную нагрузку с номинальным значением сопротивления 750 кОм;
- 11) Повторить проверку измерений тока утечки, выполнив действия, изложенные в п.п. 7–9 р. 7.4.4 с последовательной установкой значений испытательного напряжения 150 ± 20 В и 400 ± 20 В;
- 12) В окне ПО в поле «Верхний предел тока, мА» ввести значение «10»;
- 13) Заменить активную нагрузку с номинальным значением сопротивления 750 кОм на активную нагрузку с номинальным значением сопротивления 75 кОм;
- 14) Повторить проверку измерений силы постоянного тока утечки через изоляцию, выполнив действия, изложенные в п.п. 7–9 р. 7.4.4 с последовательной установкой значений испытательного напряжения 150 ± 20 В и 700 ± 50 В;
- 15) Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока утечки через изоляцию рассчитать по формуле

$$\Delta I_{ИЗМ} = \pm(0,05 \cdot I_{ЭТ} + 50 \cdot K), \text{ мкА}, \quad (10)$$

где $I_{ЭТ}$ – сила постоянного тока, измеренная эталонным прибором, мкА;

$K=1$ мкА – единица младшего разряда;

- 16) Рассчитать абсолютную погрешность измерений тока утечки через изоляцию по формуле

$$\Delta = I_{ИЗМ} - I_{ЭТ}, \text{ мкА}, \quad (11)$$

где $I_{ЭТ}$ – сила постоянного тока, измеренная эталонным прибором, мкА;

$I_{ИЗМ}$ – сила постоянного тока, измеренная комплексом, мкА.

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений тока утечки в каждой проверяемой точке, рассчитанная по формуле (11), находится в пределах, рассчитанных по формуле (10).

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и комплекс бракуется.

7.4.5 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления по 2–х и 4–х проводной схемам (в диапазоне от 0,001 Ом до 10 МОм) (п.4.5 таблицы 1) следует проводить в следующей последовательности:

7.4.5.1 По 4–х проводной схеме:

- 1) Подключить жгут МТККС–ТУ–003–хх (далее – жгут МТККС–ТУ–003; где хх – код конструктивного исполнения жгута в зависимости от наличия и конструкции переходной панели), поставляемый в комплекте с комплексом, к тестирующим выходам комплекса, определить и зафиксировать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , при помощи которых будет выполняться проверка;

Примечание: Для модификации комплекса без переходных панелей подключение жгута МТККС–ТУ–003 выполнить к верхнему и нижнему соединителям в пределах одной коммутационной платы. Для модификации комплекса с переходными панелями способ подключения для обеспечения 4-проводной схемы измерений и нумерация тестирующих выходов зависят от конструкции переходной панели и указаны в руководстве по эксплуатации на конкретный вариант исполнения комплекса.

2) Запустить ПО управления комплексом, дождаться окончания загрузки ПО и завершения проверки конфигурации комплекса; выполнить вход в ПО для учетной записи «Техник»; в открывшемся окне перейти на вкладку «Низковольтное тестирование»;

3) В полях «Точка «От» и «Точка «До» указать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , в поле «Количество семплов» ввести значение «5», в графе «Тип измерения» выбрать «Сопротивление в 4-проводном режиме», в графе «Отображаемое значение» выбрать «Фактическое»;

4) Подключить клеммы жгута N_1 и N_2 к клеммам «2» и «3» магазина сопротивлений P4831;

5) Измерить и компенсировать внутреннее сопротивление цепей жгута и начальное значение сопротивления магазина сопротивлений P4831 для 4-проводной схемы измерений, выполнив следующие действия:

а) Установить на магазине сопротивлений значение сопротивления равное 0 Ом;

б) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления, зафиксировать показания комплекса R_{4CM1} , Ом, при установлении постоянства показаний; остановить программу тестирования нажатием на кнопку СТОП на панели управления;

в) Ввести в поле «Смещение» значение измеренного сопротивления R_{4CM1} , Ом, зафиксировать введенное значение нажатием на кнопку ПРИМЕНИТЬ;

6) Установить на магазине сопротивлений и зафиксировать значение сопротивления $R_{4ЭТ1}$, Ом, в диапазоне от 0,001 до 0,01 Ом;

7) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления, зафиксировать показания комплекса $R_{4ИЗМ1}$, Ом, при установлении постоянства показаний; остановить программу тестирования, нажатием на кнопку СТОП на панели управления;

8) Заменить магазин сопротивлений P4831 на магазин сопротивлений P4834;

9) Измерить и компенсировать внутреннее сопротивление цепей жгута и начальное значение сопротивления магазина сопротивлений P4834 для 4-проводной схемы измерений R_{4CM2} , Ом, выполнив действия, изложенные в п. 5 р. 7.4.5.1;

10) Повторить проверку измерений электрического сопротивления, выполнив действия, изложенные в п.п. 6, 7 р. 7.4.5.1 с последовательной установкой значения электрического сопротивления на магазине, равного 10 Ом и 1 кОм;

11) Для модификаций комплекса с верхним значением измеряемого электрического сопротивления равным 100 кОм и 1 МОм выполнить следующие действия:

а) Рассчитать значения сопротивления $R_{4ЭТ4}$, Ом, $R_{4ЭТ5}$, Ом, устанавливаемые на магазине сопротивлений, для проверки следующих точек диапазона по формулам

$$R_{4ЭТ4} = 0,1 \cdot R_{МАКС}, \text{ Ом};$$

$$R_{4ЭТ5} = (0,98 - 1) \cdot R_{МАКС}, \text{ Ом},$$

где $R_{4ЭТ4}$, $R_{4ЭТ5}$ – значения электрического сопротивления, устанавливаемые на магазине сопротивлений для проверки следующих точек диапазона, Ом;

$R_{МАКС}$ – максимальное измеряемое значение электрического сопротивления для конкретной модификации комплекса, Ом;

б) Повторить проверку измерений электрического сопротивления, выполнив действия, изложенные в п.п. 6, 7 р. 7.4.5.1 с последовательной установкой значения сопротивления на магазине равного $R_{4ЭТ4}$, Ом, и $R_{4ЭТ5}$, Ом;

12) Для модификаций комплекса с верхним значением измеряемого сопротивления равным 10 МОм выполнить следующие действия:

а) Повторить проверку измерений электрического сопротивления, выполнив действия, изложенные в п.п. 6, 7 р. 7.4.5.1 с установкой значения электрического сопротивления на магазине $R_{4ЭТ4}$, Ом, равного 100 кОм;

б) Заменить магазин сопротивлений P4834 на меру сопротивления P40114, соединить 10 декад меры сопротивления параллельно для получения сопротивления меры равного 10 МОм, зафиксировать значение подключенного сопротивления $R_{4ЭТ5}$, Ом;

в) Повторить проверку измерений электрического сопротивления, выполнив действия, изложенные в п. 7 р. 7.4.5.1 для значения сопротивления $R_{4ЭТ5}$, Ом;

13) Рассчитать пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления по 4-проводной схеме по формуле

$$\Delta R_{\text{ИЗМ}} = \pm(0,01 \cdot R_{4ЭТ} + 5 \cdot K), \text{ Ом}, \quad (12)$$

где $R_{4ЭТ}$ – устанавливаемое на магазине значение электрического сопротивления, Ом;
 $K=0,001$ Ом – единица младшего разряда;

14) Рассчитать абсолютную погрешность измерений электрического сопротивления по формуле

$$\Delta = R_{\text{ИЗМ}} - R_{ЭТ}, \text{ Ом}, \quad (13)$$

где $R_{ЭТ}$ – устанавливаемое на магазине значение электрического сопротивления, Ом;
 $R_{\text{ИЗМ}}$ – измеренное комплексом значение электрического сопротивления, Ом.

7.4.5.2 По 2-х проводной схеме:

1) Подключить жгут МТККС–ТУ–003 к тестирующим выходам комплекса, определить и зафиксировать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , при помощи которых будет выполняться проверка;

Примечание: Для модификации комплекса без переходных панелей подключение жгута МТККС–ТУ–003 выполнить к верхнему и нижнему соединителям в пределах одной коммутационной платы. Для модификации комплекса с переходными панелями способ подключения для обеспечения 2-проводной схемы измерений и нумерация тестирующих выходов зависят от конструкции переходной панели и указаны в руководстве по эксплуатации на конкретный вариант исполнения комплекса.

2) Запустить ПО управления комплексом, дождаться окончания загрузки ПО и завершения проверки конфигурации комплекса; выполнить вход в ПО для учетной записи «Техник»; в открывшемся окне перейти на вкладку «Низковольтное тестирование»;

3) В полях «Точка «От» и «Точка «До» указать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , в поле «Количество семплов» ввести значение «5», в графе «Тип измерения» выбрать «Сопротивление в 2-проводном режиме», в графе «Отображаемое значение» выбрать «Фактическое»;

4) Подключить клеммы жгута N_1 и N_2 к клеммам «1» и «9» магазина сопротивлений Р4834;

5) Измерить и компенсировать внутреннее сопротивление цепей жгута и начальное значение сопротивления магазина сопротивлений Р4834 для 2-проводной схемы измерений, выполнив следующие действия:

а) Установить на магазине сопротивлений значение сопротивления равно 0 Ом;

б) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления, зафиксировать показания комплекса $R_{2СМ}$, Ом, при установлении постоянства показаний; остановить программу тестирования нажатием на кнопку СТОП на панели управления;

в) Ввести в поле «Смещение» значение измеренного сопротивления $R_{2СМ}$, Ом, зафиксировать введенное значение нажатием на кнопку ПРИМЕНИТЬ;

6) Установить на магазине сопротивлений и зафиксировать значение сопротивления $R_{2ЭТ1}$, Ом, в диапазоне от 0,1 до 0,2 Ом;

7) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления, зафиксировать показания комплекса $R_{2ИЗМ1}$, Ом, при установлении постоянства показаний; остановить программу тестирования, нажатием на кнопку СТОП на панели управления;

8) Повторить проверку измерений электрического сопротивления, выполнив действия, изложенные в п.п. 6, 7 п. 7.4.5.2 с последовательной установкой значения сопротивления на магазине равного 10 Ом и 1 кОм;

9) Для модификаций комплекса с верхним значением измеряемого сопротивления равным 100 кОм и 1 МОм выполнить следующие действия:

а) Рассчитать значения сопротивления $R_{2ЭТ4}$, Ом, и $R_{2ЭТ5}$, Ом, устанавливаемые на магазине сопротивлений, для проверки следующих точек диапазона по формулам

$$R_{2ЭТ4} = 0,1 \cdot R_{\text{МАКС}}, \text{ Ом};$$

$$R_{2ЭТ5} = (0,98 - 1) \cdot R_{\text{МАКС}}, \text{ Ом},$$

где $R_{2ЭТ4}$, $R_{2ЭТ5}$ – значения электрического сопротивления, устанавливаемые на магазине сопротивлений для проверки следующих точек диапазона, Ом;

$R_{\text{МАКС}}$ – максимальное измеряемое значение электрического сопротивления для конкретной модификации комплекса, Ом;

б) Повторить проверку измерений электрического сопротивления, выполнив действия, изложенные в п.п. 6, 7 р. 7.4.5.2 с последовательной установкой значения электрического сопротивления на магазине равного $R_{2ЭТ4}$, Ом, и $R_{2ЭТ5}$, Ом;

10) Для модификаций комплекса с верхним значением измеряемого электрического сопротивления равным 10 МОм выполнить следующие действия:

а) Повторить проверку измерений электрического сопротивления, выполнив действия, изложенные в п.п. 6, 7 р. 7.4.5.2 с установкой значения электрического сопротивления на магазине $R_{2ЭТ4}$, Ом, равного 100 кОм;

б) Заменить магазин сопротивлений P4834 на меру сопротивления P40114, соединить 10 декад меры сопротивления параллельно для получения сопротивления меры равного 10 МОм, зафиксировать значение подключенного сопротивления $R_{2ЭТ5}$, Ом;

в) Повторить проверку измерений электрического сопротивления, выполнив действия, изложенные в п. 7 р. 7.4.5.2 для значения сопротивления $R_{2ЭТ5}$, Ом;

11) Рассчитать пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления по 2-проводной схеме по формуле

$$\Delta R_{ИЗМ} = \pm(0,01 \cdot R_{2ЭТ} + 2 \cdot K), \text{ Ом}, \quad (14)$$

где $R_{2ЭТ}$ – устанавливаемое на магазине значение электрического сопротивления, Ом;

$K=0,1$ Ом – единица младшего разряда;

12) Рассчитать абсолютную погрешность измерений электрического сопротивления по формуле

$$\Delta = R_{ИЗМ} - R_{ЭТ}, \text{ Ом}, \quad (15)$$

где $R_{ЭТ}$ – устанавливаемое на магазине значение электрического сопротивления, Ом;

$R_{ИЗМ}$ – измеренное комплексом значение электрического сопротивления, Ом.

Результаты поверки считаются положительными, если:

– абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления по 4-проводной схеме в каждой поверяемой точке, рассчитанная по формуле (13), находится в пределах, рассчитанных по формуле (12);

– абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления по 2-проводной схеме в каждой поверяемой точке, рассчитанная по формуле (15), находится в пределах, рассчитанных по формуле (14).

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и комплекс бракуется.

7.4.6 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления изоляции (в диапазоне от 1 до 1000 МОм) (п. 4.6 таблицы 1) следует проводить в следующей последовательности:

1) Подключить щупы МТККС–ТУ–005, поставляемые в комплекте с комплексом, к любым тестирующим выходам комплекса, определить и зафиксировать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , при помощи которых будет выполняться проверка;

2) Соединить 10 декад меры сопротивления P40114 параллельно для получения сопротивления меры равного 10 МОм и подключить меру к зажимам щупов, зафиксировать значение подключенного сопротивления $R_{ЭТ1}$, МОм, равное 10 МОм;

3) Запустить ПО управления комплексом, дождаться окончания загрузки ПО и завершения проверки конфигурации комплекса;

4) Выполнить вход в ПО для учетной записи «Техник»;

5) В открывшемся окне перейти на вкладку «Высоковольтное тестирование»;

6) В графе «Тип измерения» выбрать «Сопротивление изоляции», в полях «Точки «От» и «Точки «До» указать номера тестирующих выходов N_1 и N_2 , в поле «Напряжение, В» ввести значение «500», в поле «Нижний предел сопротивления, МОм» ввести значение «1», в поле «Верхний предел сопротивления, МОм» ввести значение $R_{МАКС}$, МОм, равное верхнему значению измеряемого электрического сопротивления изоляции для конкретной модификации комплекса, в поле «Время нарастания, с» ввести значение «5», в поле «Время измерения, с» ввести значение «5»;

7) Запустить программу нажатием на кнопку СТАРТ на панели управления, дождаться завершения выполнения проверки, зафиксировать показания комплекса $R_{ИЗМ1}$, МОм;

8) Повторить проверку измерений электрического сопротивления изоляции, выполнив действия, изложенные в п.п. 2, 6, 7 р. 7.4.6 для значений сопротивления $R_{ЭТ2}$, МОм – $R_{ЭТ9}$, МОм; значения устанавливаемого сопротивления и напряжения постоянного тока выбрать из таблицы 4 в зависимости от проверяемой модификации комплекса; для установки требуемого значения сопротивления выполнить последовательное или параллельное соединение декад меры Р40114;

Таблица 4 – Параметры испытаний

$R_{МАКС}$, МОм ¹⁾	ПП ²⁾	Испытание 1		Испытание 2		Испытание 3	
		$R_{ЭТ}$, МОм	$U_{УСТ}$, В	$R_{ЭТ}$, МОм	$U_{УСТ}$, В	$R_{ЭТ}$, МОм	$U_{УСТ}$, В
100	(16)	10	500	25	500	50	500
	(17)	25	100	50	100	100	150
	(18)	50	50	100	100	100	50
250	(16)	10	500	25	500	50	500
	(17)	25	100	50	100	100	150
	(18)	50	50	100	50	250	100
500	(16)	10	500	50	500	100	1000
	(17)	50	250	100	250	250	250
	(18)	100	100	250	100	500	150
1000	(16)	10	500	50	500	100	1000
	(17)	50	250	100	250	250	250
	(18)	100	100	250	100	1000	250

Примечания:

¹⁾ $R_{МАКС}$, МОм – максимальное измеряемое значение электрического сопротивления изоляции для конкретной модификации комплекса.

²⁾ ПП – номер формулы, по которой производится расчет пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерений.

9) Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления изоляции рассчитать по формулам

$$\Delta R_{ИЗМ} = \pm(0,05 \cdot R_{ЭТ} + 2 \cdot K), \text{ МОм, при } R_{ЭТ} (\text{МОм}) < 0,2 \cdot U_{УСТ} (\text{В}); \quad (16)$$

$$\Delta R_{ИЗМ} = \pm(0,10 \cdot R_{ЭТ} + 2 \cdot K), \text{ МОм, при } 0,2 \cdot U_{УСТ} (\text{В}) \leq R_{ЭТ} (\text{МОм}) < U_{УСТ} (\text{В}); \quad (17)$$

$$\Delta R_{ИЗМ} = \pm(0,20 \cdot R_{ЭТ} + 2 \cdot K), \text{ МОм, при } U_{УСТ} (\text{В}) \leq R_{ЭТ} (\text{МОм}) < 5 \cdot U_{УСТ} (\text{В}), \quad (18)$$

где $R_{ЭТ}$ – устанавливаемое значение электрического сопротивления изоляции, МОм;

$U_{УСТ}$ – устанавливаемое в настройках ПО значение испытательного напряжения, В;

$K=1$ МОм – единица младшего разряда.

10) Рассчитать абсолютную погрешность измерений электрического сопротивления изоляции по формуле

$$\Delta = R_{ИЗМ} - R_{ЭТ}, \text{ МОм,} \quad (19)$$

где $R_{ЭТ}$ – устанавливаемое значение электрического сопротивления изоляции, МОм;

$R_{ИЗМ}$ – измеренное комплексом значение электрического сопротивления изоляции, МОм.

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления изоляции в каждой поверяемой точке, рассчитанная по формуле (19), находится в пределах, рассчитанных по формулам (16), (17), (18).

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и комплекс бракуется.


8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляют в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

8.2 При положительном результате поверки в паспорт вносится соответствующая запись, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки и (или) выдается свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательном результате поверки комплекс не допускается к дальнейшему применению, свидетельство о поверке аннулируется, выписывается извещение о непригодности к применению и делается соответствующая запись в паспорте комплекса.

Ведущий инженер отдела 206.1 ФГУП «ВНИИМС»



Е.Б. Селиванова

Начальник отдела 206.1 ФГУП «ВНИИМС»

С.Ю. Рогожин