

Республиканское государственное предприятие
«Казахстанский институт метрологии»

СОГЛАСОВАНО

Директор

ТОО «Патент-Дубль»

Мардамшин Ш.Х.
« 18 » 10 2018 г.



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель

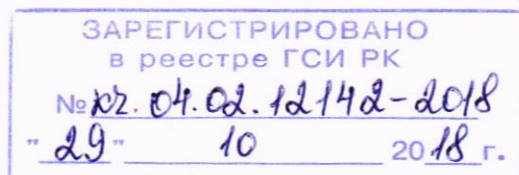
РГП «КазИнМетр»

Маринов
« 18 » 10 2018 г.



Аппараты испытания диэлектриков АИД-70 (модификации АИД-70М.1, АИД-70Ц.1), производства ООО «СКБ Медрентех», г. Москва, Россия

Методика поверки



РАЗРАБОТАНО

Эксперт 2-й категории

РГП «КазИнМетр»

Сулейменов Р. Сулейменов
« 18 » 10 2018 г.

Астана, 2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратов испытания диэлектриков АИД-70 (модификация АИД-70М.1, АИД-70Ц.1), производства ООО «СКБ Медрентех», г. Москва, Россия (далее – аппараты).

Аппараты предназначены для генерирования высокого напряжения постоянного и переменного тока, а также для измерения напряжения и силы постоянного и переменного тока при проведении испытаний и диагностировании изоляции силовых кабелей и твердых диэлектриков.

Межповерочный интервал – 1 год.

1. Операции поверки

1.1 При проведении поверки аппарата должны быть выполнены операции, приведенные в Таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции методики поверки	Номер пункта методики поверки
1	2
1. Внешний осмотр	6.1
2. Опробование	6.2
3. Определение метрологических характеристик	7
3.1 Диапазон измерений действующих значений напряжения переменного тока	7.1
3.2 Диапазон измерений амплитудных значений напряжения постоянного тока	7.2
3.3 Диапазон измерений действующих значений силы переменного тока	7.3
3.4 Диапазон измерений амплитудных значений силы постоянного тока	7.4
3.5 Определение относительной погрешности измерений амплитудного значения напряжения постоянного тока в диапазоне от 10 до 70 кВ с амплитудой пульсации не превышающей 3 % от установленного значения напряжения	7.5
3.6 Определение относительной погрешности измерений действующего значения напряжения переменного тока в диапазоне от 10 до 50 кВ частотой 50 Гц с коэффициентом несинусоидальности не более 5 %	7.6
3.7 Определение допускаемой приведенной погрешности измерений амплитудного значения силы постоянного тока с учетом пульсации, %: на основном диапазоне измерений от 1 до 10 мА на дополнительном диапазоне измерений от 0,1 до 1,0 мА	7.7
3.8 Определение допускаемой приведенной погрешности измерений действующего значения силы переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц, %: на основном диапазоне измерений от 5 до 50 мА на дополнительном диапазоне измерений от 0,5 до 5,0 мА	7.8

2. Средства поверки

При проведении поверки аппарата должны быть применимы основные и вспомогательные средства, указанные в Таблице 2.

Таблица 2

Наименование основных и вспомогательных средств поверки	Основные и технические характеристики
1 Измерительная система ИС-100э в составе: - делитель напряжения ДН-100э; - измеритель напряжений ИПН-2э	Диапазон измерений напряжений: - выпрямленного тока (амплитудное значение) от 1,0 до 100 кВ; Основная относительная погрешность: $\pm 0,1 \%$ - переменного тока (действующее значение) от 1,0 до 200 кВ. Основная относительная погрешность: $\pm 0,12 \%$
2 Амперметр цифровой СА3010/1	Пределы измерения постоянного и переменного тока: (5; 10; 20; 50) мА Приведенная основная погрешность: $\pm 0,1 \%$
3 Резистор С2-23-2Вт	1,0 кОм $\pm 5 \%$
5 Конденсатор ИК 100-0,25	Номинальная емкость 0,25 мкФ, рабочее напряжение 100 кВ
6 Нагрузка активная высоковольтная	Номинальное сопротивление: (6...7) МОм, рабочее напряжение: 70 кВ, мощность: 700 Вт; Номинальное сопротивление: (14.15) МОм, рабочее напряжение: 70 кВ, мощность: 350 Вт; Номинальное сопротивление: (60...70) МОм, рабочее напряжение: 70 кВ, мощность: 70 Вт; Номинальное сопротивление: (2...2.5) МОм, рабочее напряжение: 50 кВ, мощность: 1000 Вт; Номинальное сопротивление: (20...25) МОм, рабочее напряжение: 50 кВ, мощность: 100 Вт; Номинальное сопротивление: (0,7...0,8) МОм, рабочее напряжение: 50 кВ, мощность: 2000 Вт; Номинальное сопротивление: (1.2... 1,5) МОм, рабочее напряжение: 50 кВ, мощность: 2000 Вт; Номинальное сопротивление: (8...10) МОм, рабочее напряжение: 50 кВ, мощность: 250 Вт
7 Штанга изолирующая	110 кВ
8 Термогигрометр Fluke 1620A «Dewk»	Диапазон измерений относительной влажности воздуха: (10...90) %, погрешность $\pm 3 \%$ Диапазон измерений температуры воздуха: (0... 50) °С, основная абсолютная погрешность $\pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
9 Барометр-анероид БАММ-1	Атмосферное давление (600...800) мм рт.ст., предел допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 1,5 \text{ мм рт.ст.}$
10. Вольтметр Э545	600 кл. 0,5

Примечание. Все применяемые средства измерений должны быть поверены и иметь действующие сертификаты о поверке или отески клейм. Допускается применять другие средства поверки, соответствующие по точности и диапазонам измерений, указанным в Таблице 2.

3. Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, приведенные в руководствах по эксплуатации на применяемое оборудование.

Лица, допускаемые к поверке аппарата, должны иметь группу по электробезопасности не ниже IV.

Средства поверки должны быть заземлены гибким медным проводом сечением не менее 4 мм². Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно осуществляться ранее других соединений. Отсоединение заземления при разборке измерительной схемы должно производиться после всех отсоединений.

Снятие остаточного заряда на генераторе высоковольтном и на высоковольтных емкостях должно производиться посредством наложения заземления с помощью изолирующей штанги.

Розетка однофазной сети питания аппарата должна быть снабжена контактом заземления, подключенным к контуру защитного заземления.

4. Условия поверки

Поверка аппарата проводится при условиях, указанных в Таблице 3.

Таблица 3

Влияющая величина	Нормальное значение (нормальная область значений)	Допускаемое отклонение от нормального значения
1 Температура окружающего воздуха, °C	20	± 5
2 Относительная влажность воздуха, %	30-80	-
3 Атмосферное давление, кПа	84-106,7	-
4 Напряжение питающей сети переменного тока, В		
- для сети 220 В	220	± 22
- для сети 230 В	230	± 23
5 Частота питающей сети, Гц	50	± 0,5
6 Форма кривой переменного напряжения питающей сети	Синусоидальная	Коэффициент несинусоидальности кривой напряжения не должен превышать 5 %

5. Подготовка к проведению поверки

Аппарат должен быть выдержан не менее 1 ч при нормальных условиях окружающей среды, указанных в таблице 3, если перед поверкой он содержался в условиях, отличающихся от указанных.

Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации, прогреты и настроены.

Генератор высоковольтный и пульт управления аппарата должны быть заземлены по радиальной схеме медными проводами заземления ПЩ-4.0, входящими в комплект поставки.

Генератор высоковольтный и пульт управления аппарата должны быть соединены кабелем соединительным.

Расстояние между генератором высоковольтным и пультом управления аппарата должно быть не менее 3 м.

При сборке схемы поверки на высоковольтный вывод генератора должно быть наложено заземление с помощью изолирующей штанги.

6. Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие комплектности аппарата паспортным данным;
- отсутствие механических повреждений корпуса генератора высоковольтного, соединительных кабелей и пульта управления, препятствующих нормальному функционированию аппарата;
- наличие и различимость маркировки;
- соответствие уровня масла в генераторе высоковольтном рабочему уровню.

При невыполнении указанных требований аппарат бракуется и отправляется в ремонт.

6.2 Опробование

Проверка функционирования

6.2.1 Заземлить высоковольтный вывод генератора. Установить высоковольтный конденсатор на расстоянии не менее 1 м от генератора высоковольтного. Заземлить один из выводов конденсатора. Установить переносное заземление на второй вывод конденсатора и подсоединить этот вывод конденсатора к высоковольтному выходу генератора.

6.2.2 Снять заземление с высоковольтного вывода генератора и высоковольтного конденсатора с помощью изолирующей штанги.

6.2.3 Подключить аппарат к розетке однофазной сети 220 В или 230 В с контактом защитного заземления.

6.2.4 Включить питание аппарата.

6.2.4.1 Выбрать вид испытательного напряжения — постоянное (соответствующей кнопкой).

6.2.4.2 Убедиться, что ручка регулятора высокого напряжения находится в крайнем левом положении

6.2.4.3 Включить высокое напряжение.

6.2.4.4 Ручкой регулятора высокого напряжения, плавно (со скоростью 1-2 кВ/с) увеличивать напряжение. Убедиться, что аппарат позволяет устанавливать постоянное напряжение в диапазоне от 2 до 70 кВ. Напряжение контролировать по цифровым показаниям на дисплее пульта управления аппарата

6.2.4.5 Отключить высоковольтное напряжение. Дождаться снижения выходного напряжения до нуля. Выключить аппарат. На высоковольтный вывод генератора должно быть наложено заземление с помощью изолирующей штанги.

6.2.4.6 Отсоединить конденсатор ИК 100-0,25 от вывода генератора.

6.2.4.7 Снять заземление с высоковольтного вывода генератора с помощью изолирующей штанги.

6.2.4.8 Выбрать вид испытательного напряжения — переменное (соответствующей кнопкой).

6.2.4.9 При проверке не должно быть перекрытия изоляции высоковольтного вывода генератора высоковольтного или срабатывания защитного отключения напряжения.

6.2.4.10 Органы управления, регулирования, индикации и защиты должны функционировать в соответствии с руководством по эксплуатации аппарата.

6.2.4.11 После проверки аппарат должен быть отключен в соответствии с его руководством по эксплуатации.

6.2.4.12 Проверка автоматического отключения высокого напряжения при превышении предельных значений напряжения и силы тока (только для АИД-70М.1).

6.2.4.13 Проверка автоматического отключения высокого напряжения при превышении предельных значений напряжений проводится в следующей последовательности:

6.2.4.14 Собрать схему, указанную на рисунке 3 (для измерения напряжения постоянного тока) и 5 (для измерения напряжения переменного тока).

6.2.4.15 В режиме измерения напряжения постоянного тока подключить активную высоковольтную нагрузку (14.15) МОм, мощностью не менее 350 Вт, рассчитанную на работу с напряжением до 70 кВ. В режиме измерения напряжения переменного тока подключить активную высоковольтную нагрузку (2,0,2,5) МОм, мощностью не менее 2000 Вт, рассчитанную на работу с напряжением не менее 50 кВ.

6.2.4.16 Включить аппарат. Выбрать тип напряжения (постоянное или переменное) клавишами «=» или «~» соответственно. Включить высокое напряжение.

6.2.4.17 Плавно увеличивать напряжение до момента отключения высокого напряжения. Зафиксировать значения напряжения отключения по цифровому индикатору напряжения «kV» на пульте управления аппарата и по контролирующему прибору. Эту операцию повторить три раза.

6.2.4.18 Значение рабочего напряжения постоянного, при котором произошло отключение высокого напряжения, должно находиться в пределах от 70,1 до 74,0 кВ; значение рабочего напряжения переменного тока, при котором произошло отключение высокого напряжения, должно находиться в пределах от 50,1 до 53,0 кВ.

6.2.4.19 Проверка автоматического отключения высокого напряжения при превышении предельных значений силы тока проводится в следующей последовательности:

6.2.4.20 Собрать схему, указанную на рисунке 6 (для измерения в режиме измерения силы постоянного тока) и 7 (для измерения в режиме измерения силы переменного тока).

6.2.4.21 В режиме измерения силы постоянного тока подключить активную высоковольтную нагрузку (6.7) МОм, мощностью не менее 700 Вт, рассчитанную на работу с напряжением до 70 кВ. В режиме измерения силы переменного тока подключить активную высоковольтную нагрузку (0,7.. 0,8) МОм, мощностью не менее 2000 Вт, рассчитанную на работу с напряжением не менее 50 кВ.

6.2.4.22 Включить аппарат. Установить режим измерений силы тока (постоянного или переменного) клавишами «=» или «~» соответственно. Включить высокое напряжение.

6.2.4.23 Плавно увеличивать напряжение до момента отключения высокого напряжения. Зафиксировать значения силы тока отключения по цифровому индикатору тока «tA» на пульте управления аппарата и по контролирующему прибору. Эту операцию повторить три раза.

6.2.4.24 Значение силы постоянного тока, при котором произошло отключение высокого напряжения, должно находиться в пределах от 10,1 до 12,0 мА; значение силы переменного тока, при котором произошло отключение высокого напряжения, должно находиться в пределах от 50,1 до 54,0 мА.

7. Определение метрологических характеристик.

7.1 Определение относительной погрешности измерения действующих значений напряжения переменного тока.

Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения действующих значения напряжения переменного тока проводят с подключением и без подключения активной высоковольтной нагрузки

Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения действующих значения напряжения переменного тока без подключения активной высоковольтной нагрузки.

Установить высоковольтный конденсатор на расстоянии не менее 1 м от генератора высоковольтного. Заземлить один из выводов конденсатора. Установить защитное заземление на второй вывод конденсатора и подсоединить этот вывод конденсатора к высоковольтному выходу генератора.

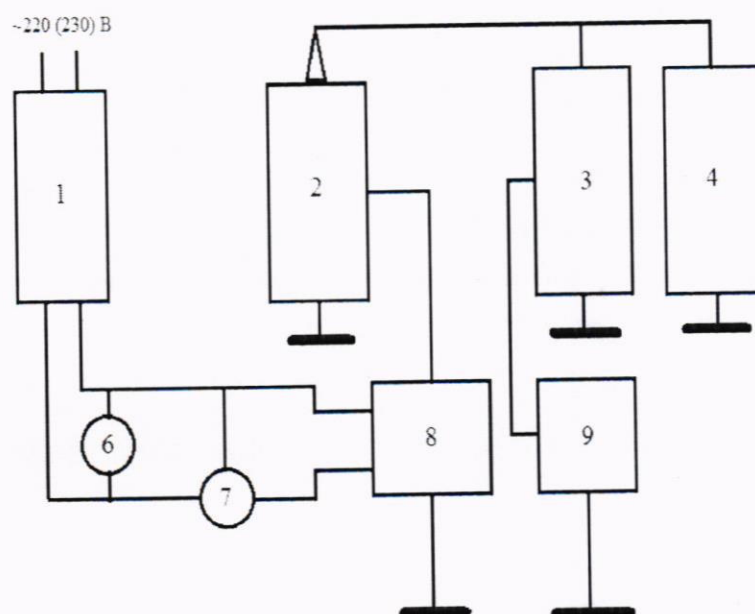
Снять защитное заземление с вывода генератора и конденсатора.

Включить эталонную измерительную систему ИС-100э в соответствии с руководством по эксплуатации. Установить режим измерений напряжения постоянного тока.

Включить аппарат, установить режим измерения напряжения постоянного тока клавишей «=» на пульте управления

Включить высокое напряжение. Контролируя значения напряжения по цифровым показаниям пульта управления аппарата установить последовательно следующие значения для АИД-70Ц.1: $(10,5 \pm 0,5)$, $(20,0 \pm 0,5)$, $(30,0 \pm 0,5)$, $(40,0 \pm 0,5)$, $(50,0 \pm 0,5)$, $(60,0 \pm 0,5)$, $(70,0 \pm 0,5)$ кВ; для АИД-70М.1: 10,0, $(20,0 \pm 1,0)$, $(30,0 \pm 1,0)$, $(40,0 \pm 1,0)$, $(50,0 \pm 1,0)$, $(60,0 \pm 1,05)$, 70,0 кВ.

Установленные значения напряжения и соответствующие им показания эталонной измерительной системы ИС-100э записать в протокол.



1 - автотрансформатор; 2 - генератор высоковольтный аппарата; 3 - делитель напряжения ДН-100э; 4 - конденсатор высоковольтный ИК 100-0,25; 6 - вольтметр Э545; 7 - ваттметр; 8 - пульт управления аппарата, 9 - измеритель напряжения ИПН-2э

Рисунок 2 - Схема функциональная для проведения испытаний аппарата в режиме измерения напряжения постоянного тока без подключения активной высоковольтной нагрузки

Основную относительную погрешность вычислить по формуле 1:

$$\delta_{отн} = (U_{\Pi} - U_0) / U_0 \cdot 100 \quad (1)$$

где $\delta_{отн}$ – основная относительная погрешность, %;

U_{Π} – цифровые показания напряжения аппарата, кВ;

U_0 – показания напряжения эталонной измерительной системы ИС-100э, кВ.

Занести рассчитанные значения погрешности в протокол.

Основная относительная погрешность не должна превышать $\pm 3 \%$.

7.2 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения амплитудного значения напряжения постоянного тока с подключением активной высоковольтной нагрузки и определение коэффициента пульсации.

Установить высоковольтный конденсатор на расстоянии не менее 1 м от генератора высоковольтного. Заземлить один из выводов конденсатора. Установить защитное заземление на второй вывод конденсатора и подсоединить этот вывод конденсатора к высоковольтному выходу генератора.

Подключить активную высоковольтную нагрузку (14...15) МОм, мощностью не менее 350 Вт для АИД-70М.1; (6,0 - 7,0) МОм, мощностью не менее 700 Вт для АИД-70Ц.1 рассчитанную на работу с напряжением до 70 кВ. Испытания проводить поочередно при напряжении питания аппарата (220 ± 2) В и (230 ± 2) В.

Снять защитное заземление с вывода генератора и конденсатора.

Включить эталонную измерительную систему ИС-100э в соответствии с руководством по эксплуатации. Установить режим измерений напряжения постоянного тока.

Включить аппарат, установить режим измерения напряжения постоянного тока клавишей «=» на пульте управления.

Включить высокое напряжение. Контролируя значения напряжения по цифровому индикатору «kV» на пульте управления аппарата, установить последовательно следующие значения напряжения: 10,0, $(30,0 \pm 1,0)$, 70,0 кВ для АИД -70М.1; $(10,5 \pm 0,5)$, $(30,0 \pm 0,5)$, $(60,0 \pm 0,5)$, кВ для АИД-70Ц.1.

Установленные значения напряжения и соответствующие им показания эталонной измерительной системы ИС-100э записать в протокол. Следить за показаниями ваттметра, не допускать превышения потребляемой аппаратом мощности 2,2 кВт.

Относительную погрешность вычислить по формуле 1.

Занести рассчитанные значения погрешности в протокол

Относительная погрешность не должна превышать $\pm 3 \%$.

При испытаниях коэффициент пульсации выходного напряжения не должен превышать 3 %. Коэффициент пульсации определяется по формуле 2:

$$K_{\Pi} = \frac{\Delta U_{m\sim}}{U_{cp}} \cdot 100\% \quad (2)$$

где K_n – коэффициент пульсации выходного напряжения, %;

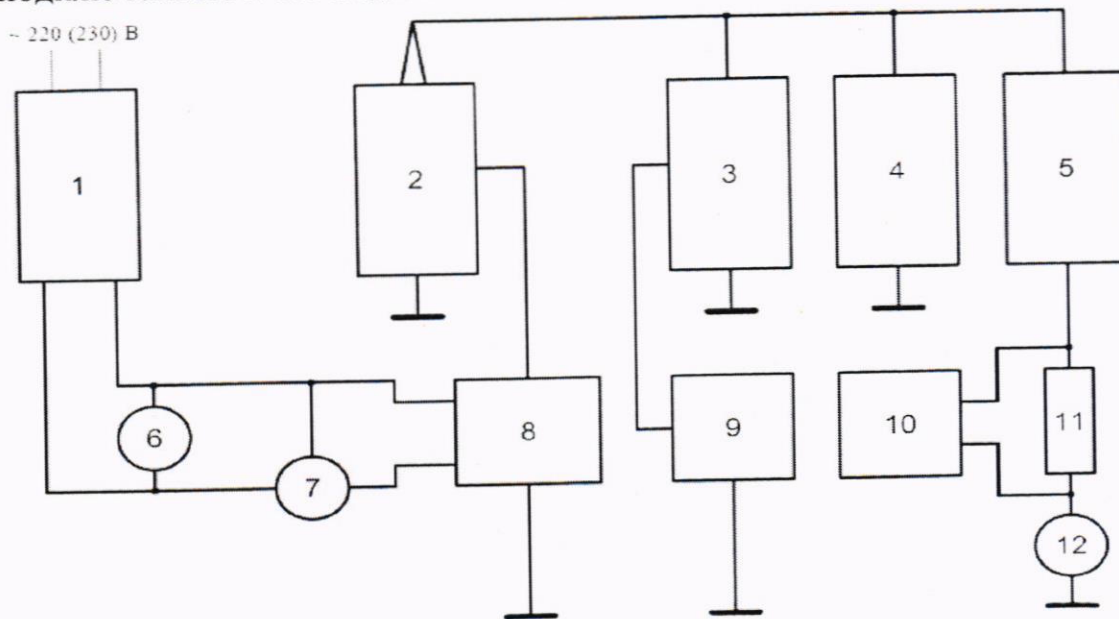
$\Delta U_{m\sim}$ – амплитуда пульсации переменной составляющей выходного напряжения, В;

$U_{ср}$ – среднее значение выходного напряжения, В.

Значения $\Delta U_{m\sim}$ и $U_{ср}$ определяются по осциллограммам

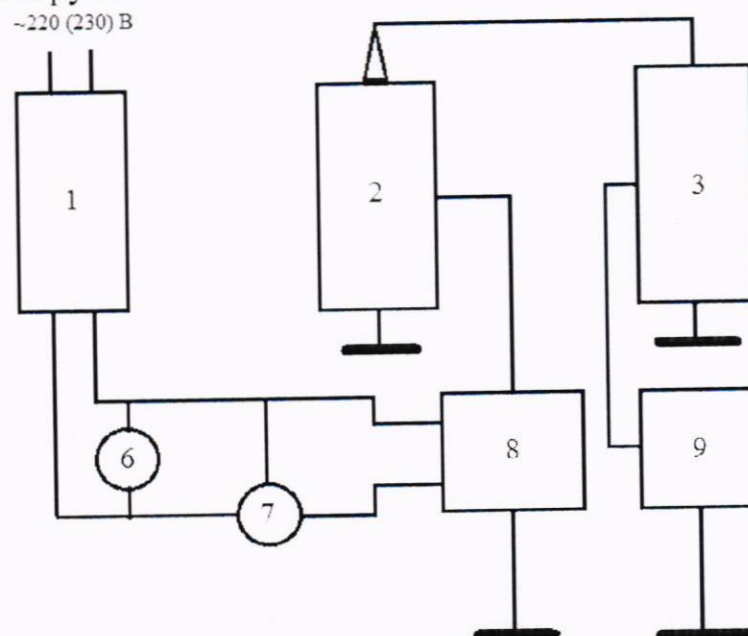
7.3 Определение относительной погрешности измерения действующих значений силы переменного тока.

Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения действующего значения силы переменного тока проводят с подключением и без подключения активной высоковольтной нагрузки.



1 - автотрансформатор; 2 - генератор высоковольтный аппарата; 3 - делитель напряжения ДН-100э; 4 - конденсатор высоковольтный ИК 100-0,25; 5 - нагрузка активная высоковольтная; 6 - вольтметр Э545; 7 - ваттметр; 8 - пульт управления аппарата; 9 - измеритель напряжения ИПН-2э; 10 - осциллограф; 11 - резистор С2-23-2Вт, 1,0 кОм $\pm 5\%$; 12 - амперметр цифровой СА 3010/1.

Рисунок 3 - Схема функциональная для проведения испытаний аппарата в режиме измерения напряжения постоянного тока с подключением активной высоковольтной нагрузки



1 - автотрансформатор; 2 - генератор высоковольтный аппарата; 3 - делитель напряжения ДН-100э; 6 - вольтметр Э545; 7 - ваттметр; 8 - пульт управления аппарата, 9 - измеритель напряжения ИПН-2э.

Рисунок 4 - Схема функциональная для проведения испытаний аппарата в режиме измерения напряжения переменного тока без подключения активной высоковольтной нагрузки.

7.4 Определение относительной погрешности измерения амплитудных значений силы постоянного тока без подключения активной высоковольтной нагрузки.

Включить эталонную измерительную систему ИС-100э в соответствии с руководством по эксплуатации. Установить режим измерений напряжения переменного тока.

Включить аппарат, установить режим испытаний переменным током.

Включить высокое напряжение.

Контролируя значения напряжения по цифровым показаниям пульта управления аппарата установить последовательно следующие значения $(10,5 \pm 0,5)$, $(20,0 \pm 0,5)$, $(30,0 \pm 0,5)$, $(40,0 \pm 0,5)$, $(50,0 \pm 0,5)$ кВ для АИД-70Ц.1; $10,0$, $(20,0 \pm 1,0)$, $(30,0 \pm 1,0)$, $(40,0 \pm 1,0)$, $50,0$ кВ для АИД-70М.1

Установленные значения напряжения и соответствующие им показания эталонной измерительной системы ИС-100э записать в протокол.

Относительную погрешность вычислить по формуле 1.

Занести рассчитанные значения погрешности в протокол.

Основная относительная погрешность не должна превышать $\pm 3 \%$.

7.5 Определение относительной погрешности измерений амплитудного значения напряжения постоянного тока в диапазоне от 10 до 70 кВ с амплитудой пульсации не превышающей 3% от установленного значения напряжения.

Включить эталонную измерительную систему ИС-100э в соответствии с руководством по эксплуатации. Установить режим измерений напряжения переменного тока клавишей «~» на пульте управления.

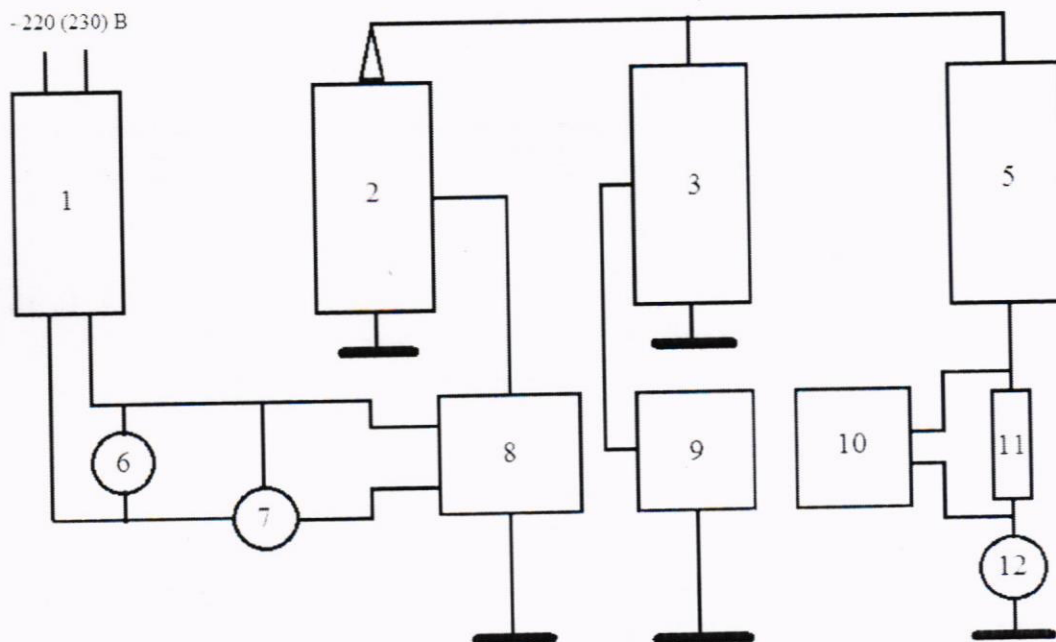
Подключить активную высоковольтную нагрузку $(2,0.2,5)$ МОм, мощностью не менее 2000 Вт для АИД-70М.1; $(1,2-1,5)$ МОм, мощностью не менее 2000 Вт для АИД-70Ц.1, рассчитанную на работу с напряжением не менее 50 кВ.

Включить аппарата, установить режим измерения напряжения переменного тока клавишей «~» на пульте управления.

Включить высокое напряжение.

Контролируя значения напряжения по цифровому индикатору «kV» на пульте управления аппарата, установить последовательно следующие значения напряжения: $10,0$, $(30,0 \pm 1,0)$, $(40,0 \pm 1,0)$, $50,0$ кВ для АИД-70М.1; $(10,5 \pm 0,5)$, $(25,0 \pm 0,5)$, $(50,0 \pm 0,5)$ кВ для АИД-70Ц.1.

Установленные значения напряжения и соответствующие им показания эталонной измерительной системы ИС-100э записать в протокол. Следить за показаниями ваттметра, не допускать превышения потребляемой аппаратом мощности 2,2 кВт.



1- автотрансформатор; 2 - генератор высоковольтный аппарата; 3 - делитель напряжения ДН-100э; 5 - нагрузка активная высоковольтная; 6 - вольтметр Э545; 7 - ваттметр; 8 - пульт управления аппарата, 9 - измеритель напряжения ИПН-2э; 10 - осциллограф, 11 - резистор С2-23-2Вт, 1,0 кОм $\pm 5\%$; 12 - амперметр цифровой СА 3010/1.

Рисунок 5 - Схема функциональная для проведения испытаний аппарата в режиме измерения напряжения переменного тока с подключением активной высоковольтной нагрузки

Относительную погрешность вычислить по формуле 1.

Занести рассчитанные значения погрешности в протокол.

Основная относительная погрешность не должна превышать $\pm 3\%$.

Форма кривой напряжения при испытаниях должна быть практически синусоидальной, и оба полупериода близки по форме друг к другу. Отношение амплитудного значения напряжения к действующему должно быть в пределах $1,41 \pm 0,07$. Величины амплитудного и действующего значений напряжения определяют с помощью осциллографа.

Коэффициент несинусоидальности кривой напряжения вычислить по формуле 3:

$$K_{НС} = \frac{1,41 - K_a}{1,41} \cdot 100\% \quad (3)$$

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

K_a – коэффициент формы.

$$K_a = \frac{U_a}{U_d} \quad (4)$$

где U_a – величина амплитудного значения напряжения, В;

U_d – величина действующего значения напряжения, В.

Значения U_a и U_d определяются по осциллограмме.

7.6 Определение относительной погрешности измерений действующего значения напряжения переменного тока в диапазоне от 10 до 50 кВ частотой 50 Гц с коэффициентом несинусоидальности не более 5 %.

При первичной и периодических поверках аппарата собрать схему, приведенную на рисунке 1. Установить автотрансформатором напряжение питания аппарата (220 ± 2) В для сети 220 В и (230 ± 2) В для сети 230 В. Работы

по сборке схемы производить при наложенном на высоковольтный вывод генератора защитном заземлении.

Снять защитное заземление с вывода генератора.

Включить эталонную измерительную систему ИС-100э в соответствии с руководством по эксплуатации. Установить режим измерений напряжения переменного тока.

Подключить активную нагрузку (1,2-1,5) МОм, мощностью не менее 2000 Вт, рассчитанную на работу с напряжением не менее 50 кВ, отключить высоковольтный конденсатор.

Включить аппарат, установить режим испытаний переменным током.

Включить высокое напряжение.

Контролируя значения напряжения по цифровым показаниям пульта управления аппарата установить последовательно следующие значения $(10,5 \pm 0,5)$, $(25,0 \pm 0,5)$, $(50,0 \pm 0,5)$ кВ.

Установленные значения напряжения и соответствующие им показания эталонной измерительной системы ИС-100э записать в протокол.

Плавно снижать высокое напряжение, последовательно устанавливая следующие значения напряжения: $(50,0 \pm 0,5)$, $(25,0 \pm 0,5)$, $(10,5 \pm 0,5)$ кВ.

Установленные значения напряжения и соответствующие им показания эталонной измерительной системы ИС-100э записать в протокол

Основную относительную погрешность вычислить по формуле 1.

Занести рассчитанные значения погрешности в протокол.

Основная относительная погрешность не должна превышать $\pm 3 \%$.

Форма кривой напряжения при испытаниях должна быть практически синусоидальной, и оба полупериода близки по форме друг к другу. Отношение амплитудного значения напряжения к действующему должно быть в пределах $1,41 \pm 0,07$. Величины амплитудного и действующего значений напряжения определяют с помощью осциллографа. Коэффициент несинусоидальности кривой напряжения вычисляют по формуле:

$$K_{нс} = \frac{1,41 - K_a}{1,41} \cdot 100\%$$

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

K_a – коэффициент формы.

$$K_a = \frac{U_a}{U_d}$$

где U_a – величина амплитудного значения напряжения, В;

U_d – величина действующего значения напряжения, В.

7.7 Определение пределов допускаемой приведенной погрешности измерения амплитудного значения силы постоянного тока с учетом пульсации на основном диапазоне измерения 1-10 мА и на дополнительном диапазоне измерения 0,1-1,0 мА.

Установить высоковольтный конденсатор на расстоянии не менее 1 м от генератора высоковольтного. Заземлить один из выводов конденсатора.

Установить защитное заземление на второй вывод конденсатора и подсоединить этот вывод конденсатора к высоковольтному выходу генератора.

Собрать схему, приведенную на рисунке 6, без подключения делителя напряжения ДН-100э с подключенной активной нагрузкой (6,0-7,0) МОм, мощностью не менее 700 Вт, рассчитанную на работу с напряжением до 70 кВ напряжение питания аппарата (220 ± 2) В для сети 220 В и (230 ± 2) В для сети 230 В.

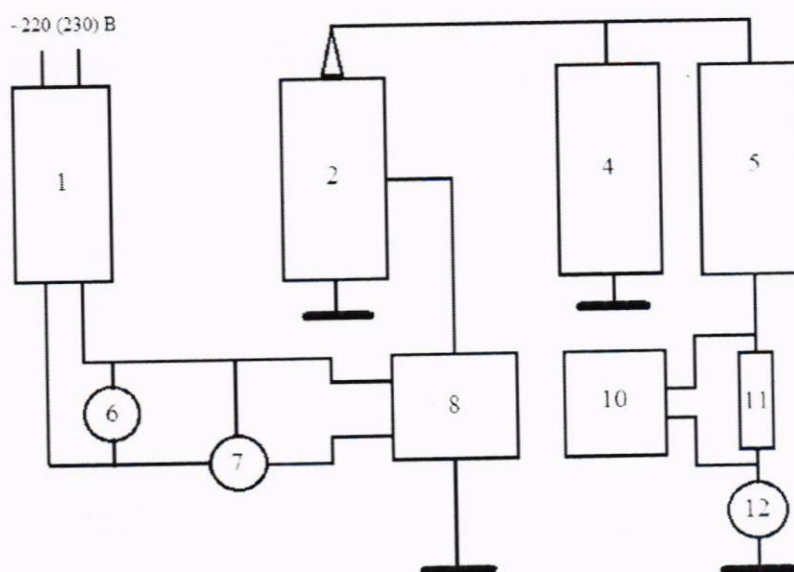
Испытания проводить поочередно при напряжении питания аппарата (220 ± 2) В и (230 ± 2) В.

Снять защитное заземление с вывода генератора и конденсатора.

Включить эталонный амперметр цифровой. Установить режим измерений постоянного тока.

Включить аппарат, установить режим испытаний постоянным током.

Включить высокое напряжение.



1- автотрансформатор; 2 - генератор высоковольтный аппарата; 4 - конденсатор высоковольтный ИК 100-0,25; 5 - нагрузка активная высоковольтная; 6 - вольтметр Э545; 7 - ваттметр; 8 - пульт управления аппарата; 10 - осциллограф; 11 - резистор SQR-5 Вт, $1,0 \text{ кОм} \pm 5\%$; 12 - амперметр цифровой СА 3010/1.

Рисунок 6 - Схема функциональная для проведения испытаний аппарата в режиме измерения силы постоянного тока

Контролируя значения силы тока по цифровому индикатору «mA» на пульте управления аппарата установить последовательно следующие значения силы тока: 1,0; ($2,0 \pm 0,5$); ($3,0 \pm 0,5$); ($4,0 \pm 0,5$); ($5,0 \pm 0,5$); ($6,0 \pm 0,5$); ($7,0 \pm 0,5$); ($8,0 \pm 0,5$); ($9,0 \pm 0,5$); 10,0 мА для АИД-70М.1; ($1,0 \pm 0,2$), ($3,0 \pm 0,2$), ($5,0 \pm 0,2$), ($8,0 \pm 0,2$), ($10,0 \pm 0,2$) мА для АИД-70Ц.1. Установленные значения силы тока и соответствующие им показания эталонного амперметра цифрового записать в протокол. Следить за показаниями ваттметра, не допускать превышения потребляемой аппаратом мощности 2,2 кВт.

Приведенную погрешность вычислить по формуле 5

$$\delta_{\text{прив}} = (I_n - I_o) / I_o \cdot 100\% \quad (5)$$

где $\delta_{\text{прив}}$ — основная приведенная погрешность, %;

I_n — цифровые показания тока аппарата, мА;

I_o — показания тока эталонного амперметра цифрового, мА.

Занести рассчитанные значения погрешности в протокол.

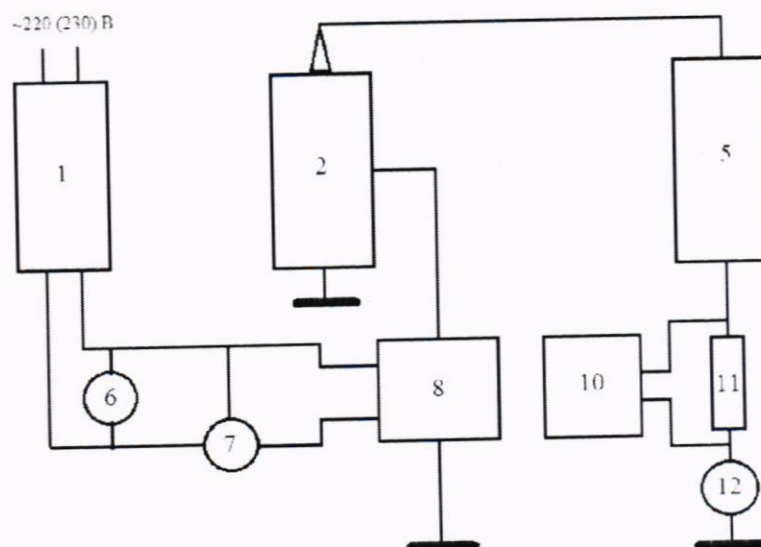
Приведенная погрешность не должна превышать $\pm 5\%$.

7.8 Определение пределов допускаемой приведенной погрешности измерения действующего значения силы переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц на основном диапазоне измерения 5-50 мА и на дополнительном диапазоне измерения 0,5-5,0 мА.

Для определения пределов допускаемой приведенной погрешности измерения действующего значения силы переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц на основном диапазоне измерения 5-50 мА собрать схему, приведенную на рисунке 7, подключить активную высоковольтную нагрузку сопротивлением (0,7...0,8) МОм, мощностью не менее 2000 Вт, рассчитанную на работу с напряжением до 50 кВ для АИД-70М.1; в режиме 20 мА нагрузку сопротивлением (2,0-2,5) МОм, мощностью не менее 1000 Вт, для АИД-70Ц.1

Включить эталонный амперметр цифровой. Установить режим измерений силы переменного тока.

Включить аппарат, установить режим измерения силы переменного тока клавишей «~» на пульте управления.



1 - автотрансформатор; 2 - генератор высоковольтный аппарата; 5 - нагрузка активная высоковольтная; 6 - вольтметр Э545; 7 - ваттметр; 8 - пульт управления аппарата; 10 - осциллограф, 11 - резистор SQR-5 Вт, 1,0 кОм $\pm 5\%$; 12 - амперметр цифровой СА 3010/1.

Рисунок 7 - Схема функциональная для проведения испытаний аппарата в режиме измерения силы переменного тока

Включить высокое напряжение. Контролируя значения силы тока по цифровому индикатору «тА» на пульте управления аппарата последовательно установить следующие значения силы тока: 5,0; (10,0 $\pm 2,5$); (20,0 $\pm 2,5$); (30,0 $\pm 2,5$); (40,0 $\pm 2,5$); 50,0 мА для АИД-70М.1; 2,0 $\pm 0,5$), (5,0 $\pm 0,5$), (10,0 $\pm 0,5$), (15,0 $\pm 0,5$), (20,0 $\pm 0,5$) мА для АИД-70Ц.1 Установленные значения силы тока и соответствующие им показания эталонного амперметра цифрового записать в протокол. Следить за показаниями ваттметра, не допускать превышения потребляемой аппаратом мощности 2,2 кВт.

Приведенную погрешность вычислить по формуле 7:

$$\begin{aligned}\delta_{\text{прив}} &= (I_n - I_o) / 50 \cdot 100\% \text{ для АИД-70М.1} \\ \delta_{\text{прив}} &= (I_n - I_o) / 20 \cdot 100\% \text{ для АИД-70Ц.1} \quad (7)\end{aligned}$$

где $\delta_{прив}$ – основная приведенная погрешность, %;

I_n – цифровые показания тока аппарата, мА;

I_o – показания тока эталонного амперметра цифрового, мА.

Для определения пределов допускаемой приведенной погрешности измерения действующего значения силы переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц на дополнительном диапазоне измерения 0,5-5,0 мА изменить активную высоковольтную нагрузку для АИД-70М.1 на пределе 2,0 мА для АИД-70Ц.1. В качестве набора сопротивлений использовать активную высоковольтную нагрузку сопротивлением (8...10) МОм, мощностью не менее 250 Вт для АИД-70М.1, рассчитанную на работу с напряжением до 50 кВ, нагрузку сопротивлением (20-25) МОм, мощностью не менее 100 Вт для АИД-70Ц.1.

Включить высокое напряжение. Контролируя значения силы тока по цифровому индикатору «mA» на пульте управления аппарата последовательно установить следующие 0,5; (1,0 ± 0,25); (1,5 ± 0,25); (2,0 ± 0,25); (2,5 ± 0,25); (3,0 ± 0,25); (3,5 ± 0,25); (4,0 ± 0,25); (4,5 ± 0,25); 5,0 мА для АИД-70М.1; (0,2 ± 0,05), (0,5 ± 0,05), (1,0 ± 0,05), (1,5 ± 0,05), (2,0 ± 0,05) мА для АИД-70Ц.1. Установленные значения силы тока и соответствующие им показания эталонного амперметра цифрового записать в протокол. Следить за показаниями ваттметра, не допускать превышения потребляемой аппаратом мощности 2,2 кВт.

Приведенную погрешность вычислить по формуле 8:

$$\delta_{прив} = (I_n - I_o) / 2,0 \cdot 100\% \text{ для АИД-70Ц.1}$$

$$\delta_{прив} = (I_n - I_o) / 5,0 \cdot 100\% \text{ для АИД-70М.1}$$

где $\delta_{прив}$ – основная приведенная погрешность, %;

I_n – цифровые показания тока аппарата, мА;

I_o – показания тока эталонного амперметра цифрового, мА.

Занести рассчитанные значения погрешности в протокол.

Приведенная погрешность не должна превышать ± 5 %.

8. Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки выдается сертификат о поверке установленной формы по СТ РК 2.4-2007 «ГСИ РК. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения».

8.2 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности по установленной форме по СТ РК 2.4-2007 «ГСИ РК. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения».