УДК 621.314.222.6.001.4:006.354 Группа Е69

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ТРАНСФОРМАТОРЫ СИЛОВЫЕ

Методы измерений диэлектрических параметров изоляции

Power transformers.
Measuring methods of dielectric parameters of insulation

ГОСТ 3484.3—88

(СТ СЭВ 5266—85)

ОКП 34 1000

Дата введения 01.01.90

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на силовые трансформаторы общего назначения по ГОСТ 11677—85 и устанавливает методы измерений сопротивления изоляции обмоток, тангенса угла диэлектрических потерь и емкости обмоток.

Методы измерений, установленные настоящим стандартом, применяют для специальных и регулировочных трансформаторов при измерениях диэлектрических параметров изоляции, если это предусмотрено стандартами или техническими условиями на эти трансформаторы.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Измерение диэлектрических параметров изоляции следует проводить при температуре изоляции не ниже 10 °С.

В протоколе измерений указывают температуру изоляции, при которой проводили измерения.

1.2. Температуру изоляции сухих и масляных трансформаторов определяют методами, установленными ГОСТ 3481.1—88 для измерения температуры обмоток трансформаторов.

1.3. Допускается температуру изоляции трансформаторов принимать равной температуре обмоток, если интервал между окончанием измерений температуры обмоток и началом измерений диэлектрических параметров изоляции не более 3 ч для трансфор-

gost.e-ecolog.ru

маторов мощностью 10 МВ·А и выше, не более 2 ч — для трансформаторов мощностью от 1 до 10 МВ·А и не более 1 ч — для трансформаторов мощностью до 1 МВ·А включительно.

1.4. При нагреве трансформатора диэлектрические параметры изоляции измеряют не ранее чем через 1 ч после прекращения нагрева током короткого замыкания, потерями холостого хода или постоянным током и не ранее чем через 0,5 ч после прекращения нагрева индукционным методом (внешний нагрев).

1.5. Измерение сопротивления изоляции рекомендуется проводить до измерений тангенса угла диэлектрических потерь и емкости обмоток.

1.6. Схемы соединений обмоток выбирают так, чтобы измерение тангенса угла диэлектрических потерь проводилось на тех же участках изоляции, что и измерение сопротивления изоляции.

1.7. Диэлектрические параметры изоляции определяют с учетом характеристик пробы масла из трансформаторов напряжения 110 кВ и выше по влагосодержанию и тангенсу угла диэлектрических потерь.

1.8. Выбор трансформаторов для испытаний — по ГОСТ 11677—85.

2. АППАРАТУРА

2.1. Мегаомметр с зажимом компенсации тока утечки, применяемый для измерения сопротивления изоляции при постоянном напряжении не менее 2500 В.

Допускается применение мегаомметра на 1000 В для измерения сопротивления изоляции трансформаторов с высшим напряжением до 10 кВ включительно, а также с высшим напряжением 35 кВ мощностью менее 16 МВ·А.

Рекомендуется применять мегаомметр типа Ф4108 или мегаомметры других типов класса точности не ниже 2,5.

Допускается (например при полной или частичной автоматизации процесса измерений сопротивления изоляции) применять специализированные измерительные стенды. Погрешность измерения при этом не должна выходить за пределы ±5 %, что подтверждают метрологической аттестацией стенда.

2.2. Измерительный мост с питанием от источника переменного напряжения частоты (50±2,5) Гц применяют для измерения тангенса угла диэлектрических потерь и емкости обмоток.

Рекомендуется применять измерительный мост переменного тока типа Р5026 с образцовым конденсатором на напряжение, при котором производят измерения тангенса угла диэлектрических потерь и емкости обмоток, или измерительные мосты других типов, пределы допускаемой основной погрешности измерений которых не более, чем измерительного моста типа Р5026.

3. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ

3.1. Трансформатор, на котором проводят измерения, должен быть собран с установленными на нем составными частями и деталями, которые влияют на результаты измерений (в т. ч. вводы). Наружная поверхность вводов должна быть сухой и чистой.

3.2. Изоляция трансформатора перед изменениями должна быть обработана по технологии, применяемой для трансформаторов конкретных типов.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Измерение сопротивления изоляции обмоток и определение коэффициента абсорбции

4.1.1. Измерение сопротивления изоляции обмоток проводят в соответствии с табл. 1. Последовательность измерений не нормируют. Выводы обмотки, на которой проводят измерения, следует соединить между собой.

Таблица 1

Измерение сопротивления, емкости и тангенса угла диэлектрических потерь изоляции обмоток трансформатора

Двухобмоточные трансформаторы и трехобмоточные автотрансформаторы		Трехобмоточные трансформаторы		Трансформаторы с расщепленной обмоткой НН ($НН_1$ и $НН_2$)	
Обмотка, на которой проводят измерения	Заземляемые части трансформатора	*Обмотка, на которой проводят измерения*	Заземляемые части трансформатора	*Обмотка, на которой проводят измерения*	Заземляемые части трансформатора
НН	ВН, бак**	НН	СН, ВН, бак**	$НН_1$	$НН_2$, бак**, ВН
ВН	НН, бак**	СН	ВН, НН, бак**	$НН_2$	$НН_1$, бак**, ВН
(ВН+НН)*	Бак**	ВН	НН, СН, бак**	ВН ~~+$НН_{1(2)}$~~)*	$НН_1$, $НН_2$, бак**
		(ВН+СН)*	НН, бак**	(ВН+ +$НН_{1(2)}$)*	$НН_{2(1)}$, бак**
		(ВН+СН+ +НН)*	Бак**	(ВН+$НН_1$+ +$НН_2$)*	Бак**

* Измерения проводят в случае несоответствия результатов остальных измерений установленным требованиям.

** Для сухих трансформаторов — защитный кожух или остов.

Примечание. ВН — обмотка высшего напряжения; СН — обмотка среднего напряжения; НН — обмотка низшего напряжения; $НН_1$, $НН_2$ — части расщепленной обмотки НН.

Допускается в автотрансформаторах вывод одной из обмоток с автотрансформаторной связью не присоединять к схеме измерений.

В двухобмоточных автотрансформаторах напряжение подводят к выводам обмоток высшего и низшего напряжений, соединенных между собой, а бак заземляют.

Перед началом каждого измерения испытуемую обмотку следует заземлить не менее чем на 120 с. Допускается не заземлять испытуемую обмотку перед началом измерения, если эту обмотку ранее не подключали к источнику напряжения.

4.1.2. Рекомендуется при необходимости (например для определения участка изоляции, отрицательно влияющего на результаты измерений по п. 4.1.1) измерять сопротивление изоляции между отдельными обмотками. В этом случае обмотку, которую необходимо исключить из процесса измерений, соединяют с зажимом для токов утечки мегаомметра.

Измерения проводят в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Измерение сопротивления изоляции между двумя обмотками и между обмоткой и баком трансформатора

Трансформаторы и автотрансформаторы	Участок изоляции	Обязательное соединение с зажимом		
		Потенциал напряжения	Заземление	Экран для тока утечки
Двухобмоточные	ВН—НН	ВН	НН	Бак
	ВН—бак	ВН	Бак	НН
	НН—бак	НН	Бак	ВН
Трехобмоточные	ВН—СН	ВН	СН	НН, бак
	ВН—НН	ВН	НН	СН, бак
	СН—НН	СН	НН	ВН, бак
	ВН—бак	ВН	Бак	СН, НН
	НН—бак	НН	Бак	ВН, СН
С расщепленной обмоткой НН	ВН—$НН_1$	ВН	$НН_1$	$НН_2$, бак
	ВН—$НН_2$	ВН	$НН_2$	$НН_1$, бак
	$НН_{1(2)}$—$НН_{2(1)}$	$НН_{1(2)}$	$НН_{2(1)}$	ВН, бак
	ВН—бак	ВН	Бак	$НН_1$, $НН_2$
	$НН_1$—бак	$НН_1$	Бак	ВН, $НН_2$
	$НН_2$—бак	$НН_2$	Бак	ВН, $НН_1$

4.1.3. При измерении сопротивления изоляции обмоток отсчет проводят дважды: через 15 и 60 с после появления на трансформаторе напряжения, при котором проводят измерение. Действительным сопротивлением изоляции является сопротивление, измеренное через 60 с после появления на трансформаторе напряжения, при котором проводили измерение.

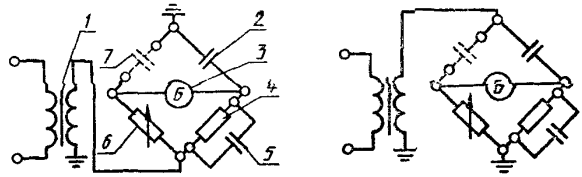
При приемо-сдаточных испытаниях трансформаторов мощностью до 1 МВ·А включительно измерение сопротивления изоляции допускается проводить только через 15 с после появления на трансформаторе напряжения, при котором проводят измерение. Измеренное значение является действительным сопротивлением изоляции.

4.1.4. Коэффициент абсорбции, который является дополнительным критерием оценки состояния изоляции, рассчитывают по формуле (1).

4.2. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь и емкости обмоток

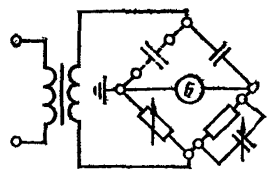
4.2.1. Тангенс угла диэлектрических потерь и емкость обмоток измеряют в соответствии с табл. 1 по приемлемой для измерений схеме из числа приведенных на чертеже.

Перевернутая схема **Нормальная схема**



а *б*

Схема с заземленной диагональю



в

1 — трансформатор питания; *2* — образцовый конденсатор; *3* — гальванометр; *4* — резистор; *5* — регулируемый конденсатор; *6* — регулируемый резистор; *7* — испытуемый объект

Последовательность измерений не нормируют.

По схеме *в* чертежа измерения проводят дважды: при подключенном объекте измерения к схеме моста и при отключенном объекте измерения от схемы моста. Емкость обмоток (C) и тангес угла диэлектрических потерь ($\mathrm{tg}\delta$) в этом случае рассчитывают с учетом поправок по формулам (2), (3) соответственно.

4.2.2. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь и емкости обмоток рекомендуется проводить при напряжении от 25 до 60% испытательного напряжения частоты (50±2,5) Гц.

Если выводы обмотки имеют разные испытательные напряжения, то при измерении следует применять меньшее испытательное напряжение.

Допускается измерение тангенса угла диэлектрических потерь и емкости обмоток с испытательным напряжением 20 кВ и более проводить при напряжении 10 кВ.

4.3. Нормированные значения диэлектрических параметров изоляции должны быть установлены в технической документации изготовителя.

Сведения для анализа результатов измерений приведены в приложении.

5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Коэффициент абсорбции рассчитывают по формуле

$$K_{аб}=\frac{R_{60}}{R_{15}}, \qquad (1)$$

где R_{60} — сопротивление изоляции, измеренное через 60 с после появления на объекте напряжения, при котором проводили измерение;

R_{15} — сопротивление изоляции, измеренное через 15 с после появления на объекте напряжения, при котором проводили измерение.

Допускается не рассчитывать коэффициент абсорбции, если его нормированное значение не установлено в технической документации изготовителя.

5.2. При измерении по схеме *в* чертежа емкость обмоток (C) и тангенс угла диэлектрических потерь ($\mathrm{tg}\delta$) с учетом поправок рассчитывают по формулам:

$$C=C'-C_{от} \qquad (2)$$

$$\mathrm{tg}\,\delta=\frac{C'}{C}\mathrm{tg}\delta'-\frac{C_{п}}{C}\mathrm{tg}\,\delta_{от}, \qquad (3)$$

где C' — емкость, измеренная при подключенном объекте измерения к схеме моста;

$C_{от}$ — емкость, измеренная при отключенном объекте измерения от схемы моста;

$\mathrm{tg}\delta'$ — тангенс угла диэлектрических потерь, измеренный при подключенном объекте измерения к схеме моста;

$\mathrm{tg}\delta_{от}$ — тангенс угла диэлектрических потерь, измеренный при отключенном объекте измерения от схемы моста.

5.3. Числовые значения диэлектрических параметров изоляции необходимо указывать в нормализованном виде с точностью до второго знака (например $R=3{,}01\cdot10^{6}$ Ом или 3,01 МОм, $C=4{,}12\cdot10^{3}$ пФ или 4,12 нФ, $\mathrm{tg}\delta=2{,}34\cdot10^{-3}$ или $\mathrm{tg}\delta=0{,}23\%$, $K_{аб}=1{,}37$).

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Результаты измерений диэлектрических параметров изоляции следует оформлять протоколом измерений.

6.2. В протоколе измерений должны быть приведены:

1) температура изоляции, при которой проводили измерения

2) сопротивление изоляции обмоток R_{60} и R_{15} (в омах или мегаомах), напряжение, при котором проводили измерения;

3) коэффициент абсорбции (если его нормированное значение установлено в технической документации изготовителя);

4) тангенс угла диэлектрических потерь в абсолютных единицах или в процентах, а также емкость в пикофарадах или нанофарадах и относящиеся к ним напряжения, при которых проводили измерения.

7. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Требования безопасности — по ГОСТ 12.3.019—80.

ПРИЛОЖЕНИЕ
Справочное

СВЕДЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

1. Результаты измерений сопротивления изоляции и тангенса угла диэлектрических потерь, а также рассчитанный коэффициент абсорбции служат для дополнительной оценки технологической обработки изоляции и общего состояния изоляции трансформатора. Кроме того, измеренные значения служат исходными данными для сравнения при контрольных (профилактических) измерениях в эксплуатации и являются количественной характеристикой состояния новой изоляции.

2. При исправной изоляции тангенс угла диэлектрических потерь незначительно повышается в зависимости от значения приложенного напряжения.

3. Значение коэффициента абсорбции может быть различным для разных изоляционных конструкций при одинаковом уровне состояния изоляции.

4. При общей оценке состояния изоляции следует учитывать абсолютные значения сопротивления изоляции, тангенса угла диэлектрических потерь, коэффициента абсорбции.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН** Министерством электротехнической промышленности СССР

ИСПОЛНИТЕЛИ

В. В. Боднар, канд. техн. наук (руководитель темы); **А. А. Долженко**, канд. техн. наук; **С. Т. Сапин**

2. **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30.08.88 № 3051

3. Срок проверки — 1994 г., периодичность проверки— 5 лет

4. Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 5266—85

5. ВЗАМЕН ГОСТ 3484—77 в части разд. 8

6. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, раздела
ГОСТ 12.3.019—80	Разд. 7
ГОСТ 3484.1—88	1.2
ГОСТ 11677—85	Вводная часть; 1.8

gost.e-ecolog.ru