МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ТРАНСФОРМАТОРЫ И РЕАКТОРЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Издание официальное

Е

БЗ 2—99

ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.314.222.6+621.318.4:006.354 Группа Е64

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ТРАНСФОРМАТОРЫ И РЕАКТОРЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ

Общие технические условия

ГОСТ 16772—77

Conveter transformers and reactors.
General specifications

Дата введения 01.07.78

Настоящий стандарт распространяется на преобразовательные силовые трансформаторы, уравнительные, сглаживающие, ограничивающие реакторы, преобразовательные токоограничивающие реакторы переменного и постоянного тока, управляемые реакторы, работающие в стационарных преобразователях с переменным напряжением сети до 220 кВ, в том числе на трансформаторы и реакторы для преобразователей, предназначенных на экспорт.

Стандарт не распространяется на трансформаторы и реакторы для специальных преобразователей питания радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры связи, сварочного оборудования, а также агрегатов, работающих на шахтных подземных подстанциях, на подвижных средствах наземного, водного и воздушного транспорта.

Стандарт полностью соответствует Публикациям МЭК 76 (1976 г.) и МЭК 146 (1973 г.).

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

1.1. Трансформаторы и реакторы следует изготавливать для преобразователей с номинальными напряжениями на выходе по ГОСТ 25953.

Примечания:

1. Допускается изготовление трансформаторов для преобразователей электролизных установок на номинальное напряжение 450 В вместо 460 В и 850 В вместо 825 В, для печных установок 75 В вместо 80.
2. Трансформаторы для преобразователей на напряжение, указанное в скобках, изготовляются по согласованию потребителя с изготовителем.
3. По согласованию потребителя с изготовителем допускается применять номинальные выпрямленные напряжения, отличающиеся от указанного ряда, например, для преобразователей систем возбуждения и электроприводов переменного тока.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

1.2. Номинальные напряжения вентильной обмотки трансформаторов — по стандартам или техническим условиям на конкретные группы и типы трансформаторов.

1.3. Трансформаторы и реакторы следует изготавливать для преобразователей с номинальными токами на выходе по ГОСТ 25953.

Примечания:

1. Трансформаторы для преобразователей на токи, указанные в скобках, изготовляются по согласованию потребителя с изготовителем.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

Е

© Издательство стандартов, 1977
© ИПК Издательство стандартов, 1999
Переиздание с Изменениями

2. Допускается изготовление трансформаторов для преобразователей электролизных и электротермических установок с номинальным током 37 500 А вместо 40 000 А.

3. По согласованию потребителя с изготовителем допускается применять номинальные выпрямленные токи, отличающиеся от указанного ряда, например, для преобразователей систем возбуждения и электроприводов переменного тока.

4. Трансформаторы для электроприводов постоянного тока и электрифицированного транспорта допускается изготавливать для преобразователей с выпрямленным током 320 и 3200 А по согласованию между потребителем и изготовителем.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

1.4. Номинальные значения типовой мощности трансформаторов и реакторов должны выбираться по ГОСТ 9680.

Примечания:

1. Типовая мощность трансформатора определяется по ГОСТ 16110, причем типовая мощность трансформаторного агрегата равна сумме типовых мощностей трансформаторов и реакторов, входящих в его состав.

2. Типовая мощность уравнительного реактора равна произведению наибольших длительно допустимых значений напряжения и тока ветви обмотки реактора, приведенных к частоте 50 Гц.

3. Типовая мощность сглаживающих, ограничивающих и токоограничивающих реакторов переменного тока равна произведению квадрата номинального тока реактора на номинальное индуктивное сопротивление реактора при частоте 50 Гц на отношение тока, до которого сохраняется индуктивность, к номинальному току реактора и на коэффициент 0,75.

4. Типовая мощность токоограничивающего реактора постоянного тока равна произведению квадрата номинального тока реактора на его индуктивное сопротивление при частоте 50 Гц.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

1.5. Трансформаторы должны изготовляться с номинальными междуфазными напряжениями сетевой обмотки в зависимости от ее номинальной мощности в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Номинальная мощность сетевой обмотки, кВ·А	Номинальные междуфазные напряжения сетевой обмотки, кВ
До 250	0,22; 0,38; 0,66
Св. 250 » 2500	6; 10
» 2500 » 6300	6; 10; 35
» 6300 » 10000	10; 35; 110
» 10000 » 25000	10; 20; 35; 110; 220
» 25000	20; 35; 110; 220

Примечания:

1. Для преобразователей, расположенных в непосредственной близости от понизительных подстанций, а также присоединяемых непосредственно к шинам и вводам генераторов электрических станций, допускается изготовление трансформаторов с сетевыми обмотками на междуфазные напряжения 6,3; 10,5; 21; 38,5 кВ.

2. Для преобразователей, присоединяемых непосредственно к шинам или выводам турбогенераторов мощностью 100 МВт и более и гидрогенераторов мощностью 50 МВт и более, допускается изготовление трансформаторов с сетевыми обмотками на междуфазные напряжения 3,15; 13,8; 15,75; 18 и 24 кВ.

3. Допускается по согласованию потребителя с изготовителем изготовлять трансформаторы на междуфазное напряжение сети 0,38 и 0,66 кВ при мощности сетевой обмотки до 400 кВ·А.

4. Допускается по согласованию потребителя с изготовителем изготовлять трансформаторы на междуфазное напряжение сети 6 кВ при мощности сетевой обмотки до 16 000 кВ · А.

5. Трансформаторы, предназначенные на экспорт, в соответствии с заказом-нарядом внешнеторговой организации допускается изготовлять на другие междуфазные напряжения питающей сети, а также с частотой 60 Гц.

6. Для трансформаторов, в баке которых расположены две активные части, под мощностью сетевой обмотки понимается номинальная мощность сетевой обмотки одной активной части.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.6. Схемы соединения сетевой и вентильной обмоток

1.6.1. Сетевые обмотки трехфазных трансформаторов должны выполняться с соединением в «звезду». Допускается выполнение сетевых обмоток с соединением в «треугольник» для трансформаторов с междуфазным напряжением 0,22; 0,38 и 0,66 кВ, а также с междуфазными напряжениями и номинальными мощностями сетевых обмоток в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Напряжение сетевой обмотки, кВ	Номинальная мощность сетевой обмотки, кВ·А
6; 10	От 1000 и более
20; 35	» 4000 и более
110	» 6300 и более
220	» 16 000 и более

Примечания:

1. По согласованию потребителя с изготовителем допускается изготовление трансформаторов с переключением сетевых обмоток с «треугольника» на «звезду» при междуфазных напряжениях 0,38; 0,66; 6; 6,3; 10 и 10,5 кВ.

2. Допускается выполнение сетевых обмоток с соединением в «треугольник» для трансформаторов с междуфазным напряжением 6,3; 10,5 и 38,5 кВ по табл. 2.

3. Трансформаторы с напряжением обмоток до 690 В относятся к трансформаторам класса напряжения 0,7*.

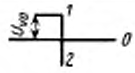
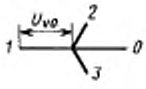
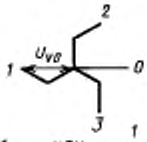
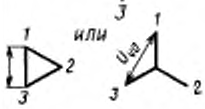
1.6.2. Схемы соединения вентильных обмоток трансформаторов, основные соотношения электрических параметров и соединения выводов вентильных обмоток для определения и нормирования потерь и напряжений короткого замыкания в зависимости от схем преобразования должны соответствовать указанным в табл. 3.

Примечания:

1. По согласованию потребителя с изготовителем могут изготовляться трансформаторы для других схем преобразования или для преобразователей, требующих других схем соединения обмотки, в том числе для преобразователей по перекрестной схеме электроприводов постоянного тока. Схемы соединения вентильной обмотки, основные соотношения электрических параметров и соединения выводов вентильных обмоток — по стандартам или техническим условиям на конкретные группы и типы трансформаторов.

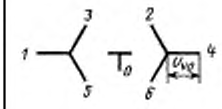
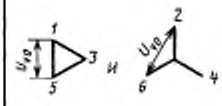
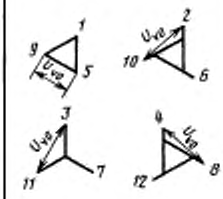
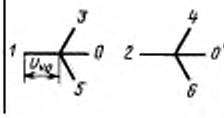
2. **(Исключен, Изм. № 2).**

Таблица 3

Наименование схемы преобразования	Схемы соединения вентильной обмотки в векторном изображении	$\frac{I_a}{I_{do}}$	$\frac{U_{do}}{U_{vo}}$	Выводы, соединяемые накоротко в опыте короткого замыкания			Сквозное напряжение короткого замыкания, %	Напряжение короткого замыкания, коммутации, %	Потери в обмотках, кВт
				a	b	c			
1. Однофазная нулевая		1	0,9	0—1	0—2	—	—	$\frac{U_a + U_b}{2}$	$\frac{P_a + P_b}{2}$
2. Однофазная мостовая		1	0,9	1—2	—	—	U_a	—	P_a
3. Трехфазная нулевая		0,816	1,17	1—2—3	—	—	U_a	—	P_a
4. Трехфазная нулевая («трехфазный зигзаг»)		0,816	1,17	1—2—3	—	—	U_a	—	$\frac{P_a(1 + 1{,}5K)}{1 + K}$
5. Трехфазная мостовая		0,816	1,35	1—2—3	—	—	U_a	—	P_a

*Для новых разработок трансформаторов.

Продолжение табл. 3

Наименование схемы преобразования	Схемы соединения вентильной обмотки в векторном изображении	$\frac{I_a}{I_{di}}$	$\frac{U_{di0}}{U_{vo}}$	Выводы, соединяемые накоротко в опыте короткого замыкания			Сквозное напряжение короткого замыкания, %	Напряжение короткого замыкания, коммутации, %	Потери в обмотках, кВт
				a	b	c			
6. Две обратных звезды с уравнительным реактором		0,707	1,17	1—3—5	2—4—6	—	—	$\frac{U_a + U_b}{2}$	$\frac{P_a + P_b}{2}$
7. Эквивалентная двенадцатифазная мостовая		0,789	1,35	1—3—5	2—4—6	1—3—5 и 2—4—6	U_c	$\frac{U_a + U_b}{2}$	$0{,}035(P_a + P_b) + 0{,}93P_c$
8. Эквивалентная двадцатичетырехфазная мостовая		0,782	1,35	1—5—9 2—6—10; 3—7—11; 4—8—12; (поочередно)	—	1—5—9 и 2—6—10 и 3—7—11 и 4—8—12	U_c	U_a	$0{,}16P_a + 0{,}84P_c$
9. Кольцевая схема		0,707	2,34	1—3—5	2—4—6	—	—	$\frac{U_a + U_b}{2}$	$\frac{P_a + P_b}{2}$

Примечания:

1. Цифры у фазных зажимов вентильных обмоток указывают порядок следования фаз.

2. Расчетное действующее значение линейного тока сетевой обмотки (I_a) приведено к номинальному току преобразователей (преобразовательной секции) (I_{di}), питающихся от одного трансформатора при равенстве междуфазного напряжения сети и фазного напряжения вентильной обмотки для нулевых схем и равенства междуфазного напряжения сети междуфазному напряжению вентильной обмотки для мостовых схем.

3. Коэффициент K — отношение потерь вентильной обмотки к потерям сетевой обмотки при опыте короткого замыкания, вычисленных по сопротивлениям обмоток постоянному току.

4. Отношение U_{di0} к U_{vo} равно отношению теоретического среднего значения напряжения между положительным и отрицательным выводами преобразователя (преобразовательной секции), питающегося от одного трансформатора, при холостом ходе без учета падения напряжения в преобразователе и без учета повышения напряжения холостого хода в схеме с уравнительным реактором к действующему значению номинального напряжения вентильной обмотки.

5. P_a, P_b, P_c — потери короткого замыкания, а U_a, U_b, U_c — напряжения короткого замыкания (сквозного и коммутации) соответственно при испытаниях в опытах a, b, c.

6. Если при схемах преобразования однофазной нулевой две обратные звезды с уравнительным реактором и эквивалентной двенадцатифазной мостовой вентильная обмотка расщеплена на более чем две части, то для определения напряжения короткого замыкания коммутации замыкаются накоротко зажимы всех частей с одинаковой схемой соединения.

7. При определении напряжения частичного короткого замыкания замыкаются накоротко зажимы одной части вентильной обмотки.

8. Если при эквивалентной двенадцатифазной схеме преобразования напряжения короткого замыкания коммутации частей вентильной обмотки со схемой соединения «звезда» или «треугольник» должны отличаться более чем на 20 %, то нормируются значения напряжения короткого замыкания коммутации, определяемые в опытах a и b.

9. Если вентильная обмотка трансформатора расщеплена на две и более части, то в опытах короткого замыкания ни в одной части сетевой или вентильной обмотки значение тока не должно превышать номинальное значение.

10. Для эквивалентной двенадцатифазной и двадцатичетырехфазной схемы преобразования допускается изменение основных соотношений электрических параметров и соединений выводов вентильной обмотки для определения потерь и напряжений короткого замыкания. Эти соотношения и соединения выводов — по стандартам или техническим условиям на конкретные группы и типы трансформаторов.

11. В эквивалентной двадцатичетырехфазной схеме U_a определяется как среднеарифметическое значение результатов четырех опытов.

1.6.1, 1.6.2. **(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).**

1.6.3. **(Исключен, Изм. № 2).**

1.6.4. Трансформаторы по схеме 3 табл. 3 должны изготовляться для преобразователей мощностью до 100 кВт.

1.6.5. Трансформаторы с трехфазной вентильной обмоткой по схеме 4 табл. 3 должны изготовляться для преобразователей мощностью до 250 кВт включительно.

По требованию потребителя должны изготовляться трансформаторы с трехфазной вентильной обмоткой по схеме 4 для преобразователей мощностью до 630 кВт включительно, при условии, что 2 и 4-я гармоники не вызовут недопустимого искажения напряжения сети.

1.6.6. По требованию потребителя должны изготовляться трансформаторы, обеспечивающие двенадцатифазный режим преобразования. Трансформаторы, обеспечивающие 24-, 36- и 48-кратные пульсации воздействия на первичную сеть должны изготовляться по согласованию потребителя с изготовителем.

1.6.7. Трансформаторы для преобразователей по схемам 6 и 7 табл. 3 должны изготовляться с расщепленной на две и более части вентильной обмоткой, допускающей питание соответственно двух и более преобразователей (преобразовательных секций).

1.6.8. Трансформаторы должны изготовляться со схемами и группами соединения обмоток из числа указанных в табл. 4.

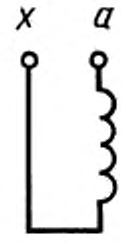
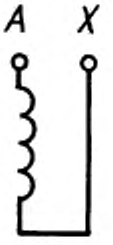
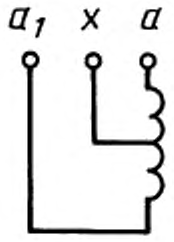
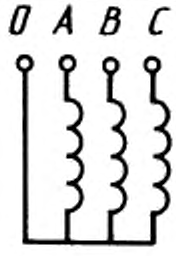
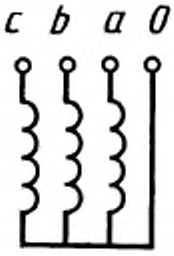
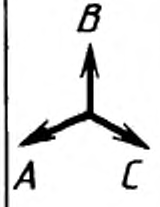
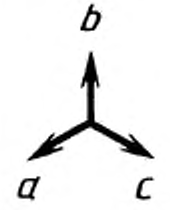
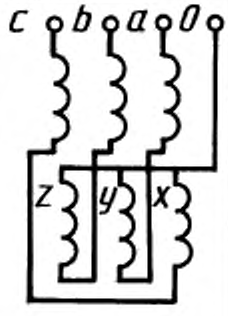
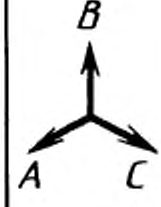
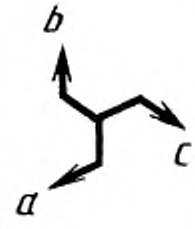
Условные графические обозначения схем соединения обмоток на электрических схемах по ГОСТ 2.723 и табл. 4.

Виды соединений обмоток по ГОСТ 2.721, а в текстовой части технической документации и таблички трансформатора — по табл. 4, где У обозначает  ,  ,  ,

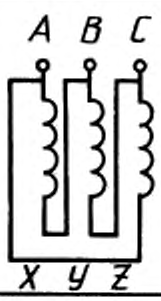
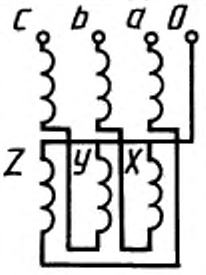
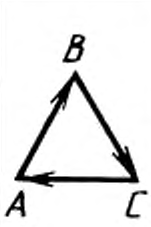
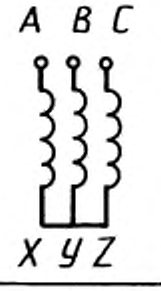
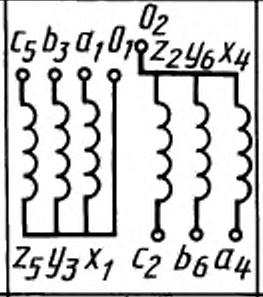
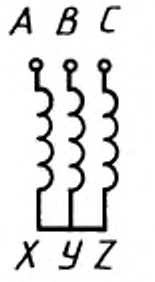
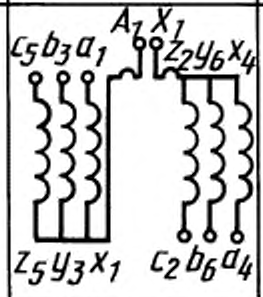
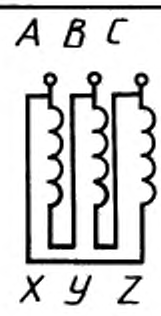
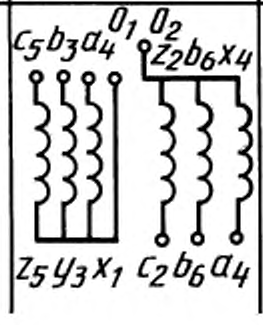
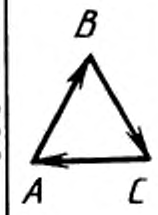
 ,  ,  ,  ,

индекс «н» — выведенную нулевую точку, индекс «нр» — выведенную нулевую точку трансформатора со встроенным уравнительным реактором, числа 0; 0,5; 1; 5; 6; 10,5; 11; 11,5 — группы соединений с углом отставания 0; 15; 30; 150; 180; 315; 330; 345° соответственно. Символы расположены в последовательности от сетевой обмотки к вентильной.

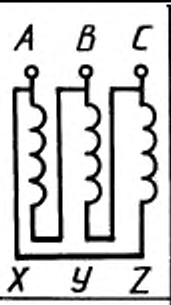
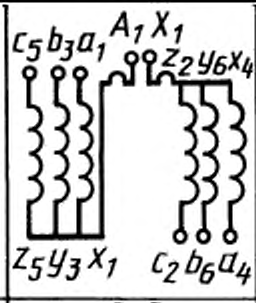
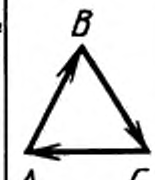
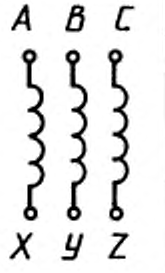
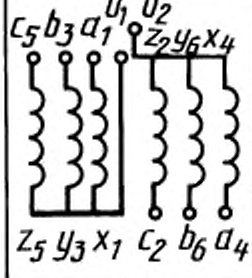
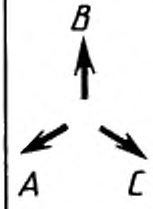
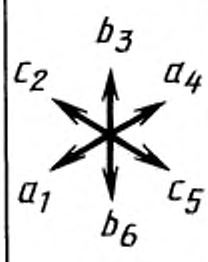
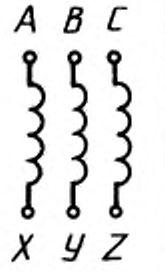
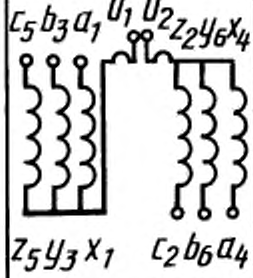
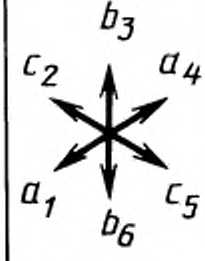
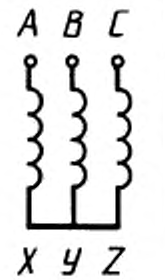
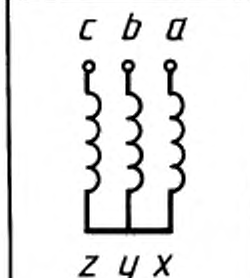
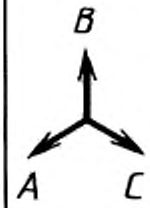
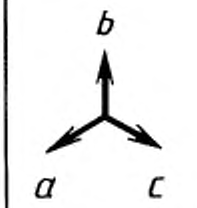
Таблица 4

Схема соединения обмоток		Диаграмма векторов э.д.с. обмоток		Условное обозначение схемы и группы соединения обмоток
сетевой	вентильной	сетевой	вентильной	
				1/1-0
				1/1 -0 -6
				$y_н/y_н$-0
				$y/z_н$-11

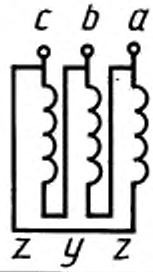
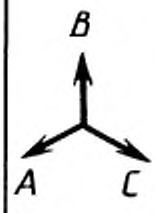
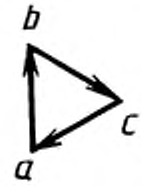
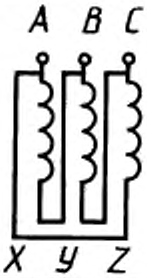
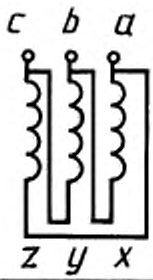
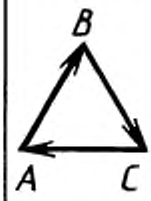
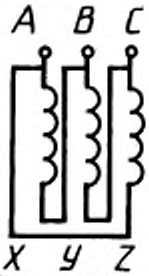
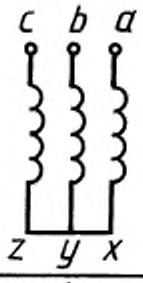
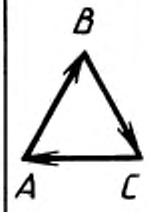
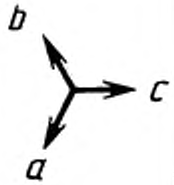
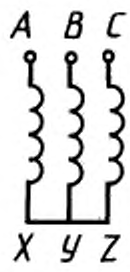
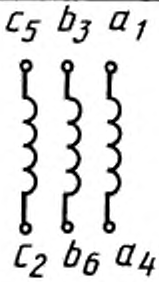
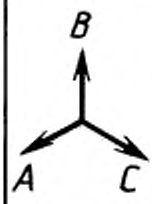
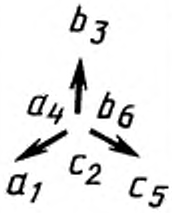
Продолжение табл. 4

Схема соединения обмоток		Диаграмма векторов э.д.с. обмоток		Условное обозначение схемы и группы соединения обмоток
сетевой	вентильной	сетевой	вентильной	
				$Д/Z_н-0$
				$У/У_нУ_н-0-6$
				$У/У_{нр}У_{нр}-0-6$
				$Д/У_нУ_н-11-5$

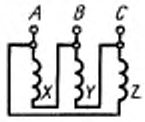
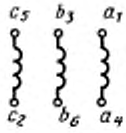
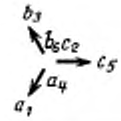
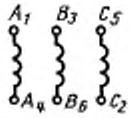
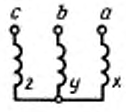
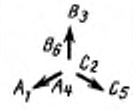
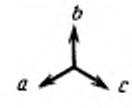
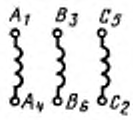
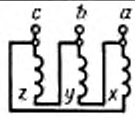
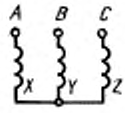
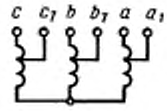
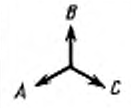
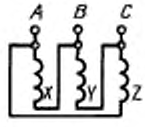
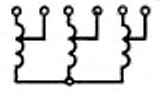
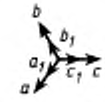
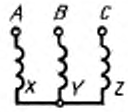
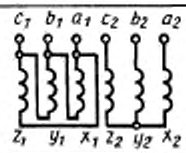
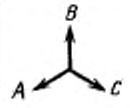
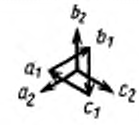
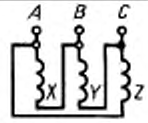
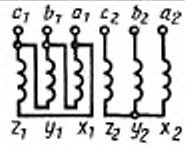
Продолжение табл. 4

Схема соединения обмоток		Диаграмма векторов э.д.с. обмоток		Условное обозначение схемы и группы соединения обмоток
сетевой	вентильной	сетевой	вентильной	
				Д/Унр Унр-11-5
				III/Ун Ун-0-6**
				III/Унр Унр-0-6**
				У/У-0

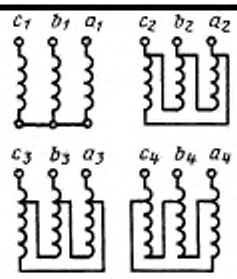
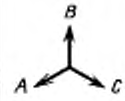
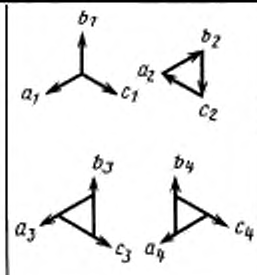
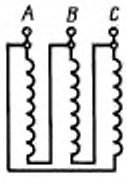
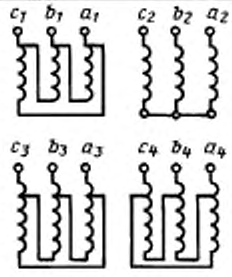
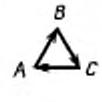
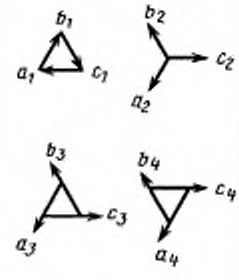
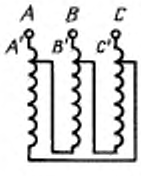
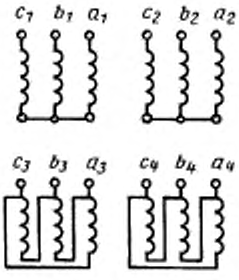
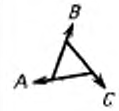
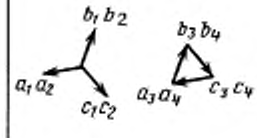
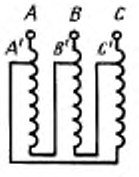
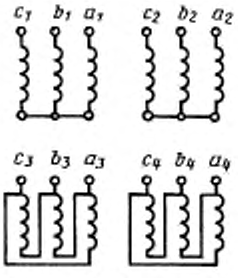
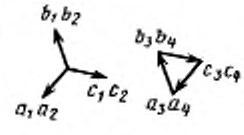
Продолжение табл. 4

Схема соединения обмоток		Диаграмма векторов э.д.с. обмоток		Условное обозначение схемы и группы соединения обмоток
сетевой	вентильной	сетевой	вентильной	
				У/Д-11
				Д/Д-0
				Д/У-11
				У/111-0**

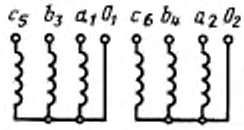
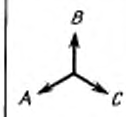
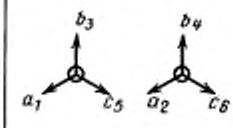
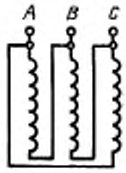
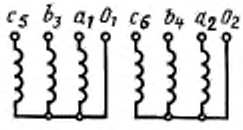
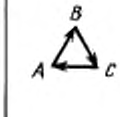
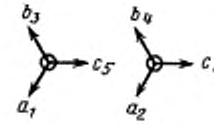
Продолжение табл. 4

Схема соединения обмоток		Диаграмма векторов э.д.с. обмоток		Условное обозначение схемы и группы соединения обмоток
сетевой	вентильной	сетевой	вентильной	
				Д/111 — 11**
				111/У—0**
				111/Д—11**
				$У/У_{авто}$ — 0
				$Д/У_{авто}$ — 11
				У/ДУ—1—0
				Д/ДУ—0—11

Продолжение табл. 4

Схема соединения обмоток		Диаграмма векторов э.д.с. обмоток		Условное обозначение схемы и группы соединения обмоток
сетевой	вентильной	сетевой	вентильной	
				У/УДД$_{авто}$ Д$_{авто}$*** — —0—1—0,5—11,5
				Д/ДУД$_{авто}$ Д$_{авто}$*** — —0—11—11,5— — 10,5
				Д$_{авто}$/УУДД*** — —0,75—11,75
				Д$_{авто}$/УУДД*** — —11,25—10,25

Продолжение табл. 4

Схема соединения обмоток		Диаграмма векторов э.д.с. обмоток		Условное обозначение схемы и группы соединения обмоток
сетевой	вентильной	сетевой	вентильной	
				$У/У_{н}У_{н}—0$
				$Д/У_{н}У_{н}—11$

* Условное обозначение применяется для трансформаторов со встроенным уравнительным реактором.

** Группа соединения обмоток трансформатора определяется при соединении обмотки с разобщенным нулем в «звезду».

*** Условное обозначение применяется для схемы соединения «треугольник с продолженными сторонами».

Примечания:

1. В обозначениях схемы и группы соединения обмоток трансформаторов с расщепленной вентильной обмоткой указываются условные обозначения всех частей вентильной обмотки, обозначения группы соединения обмоток указываются один раз для каждой из примененных в трансформаторе групп.
2. Допускается применение схемы и группы соединения обмоток Д/ДУ—0—1, У/ДУ—11—0 и схем, получаемых переключением сетевой обмотки с «треугольника» на «звезду».
3. Допускается в трансформаторах изменение схемы соединения начал и концов фаз при сохранении группы соединения обмоток трансформатора.
4. По согласованию потребителя с изготовителем допускается изготовление трансформаторов с нейтралью при схеме обмоток У и $У_{авто}$ для подсоединения цепей защиты, а также трансформаторов с разобщенным нулем обмоток фаз вентильной обмотки.
5. Допускается применение групп соединения, кратных 0,25, и соответственно углов отставания, кратных 7,5°.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

1.7. Переключение ответвлений

Устанавливаются следующие виды переключения ответвлений сетевой обмотки трансформатора:

а) переключение ответвлений сетевой обмотки без возбуждения (ПБВ) для трансформаторов с междуфазным напряжением 0,23; 0,38; 0,66; 6; 6,3; 10; 10,5; 20; 35; 38,5; 110 и 220 кВ;

б) переключение ответвлений сетевой обмотки под нагрузкой для трансформаторов, регулируемых под нагрузкой (РПН), с междуфазным напряжением 6 и 10 кВ и мощностью сетевой обмотки 1600 кВ·А и более, с междуфазным напряжением 20 и 35 кВ и мощностью сетевой обмотки 6300 кВ·А и более, с междуфазным напряжением 110 кВ и мощностью сетевой обмотки 16 000 кВ·А и более, с междуфазным напряжением 220 кВ и мощностью сетевой обмотки 32 000 кВ·А и более.

Допускается изготовление трансформаторов без ответвлений сетевой обмотки по согласованию потребителя с изготовителем.

1.8. Предельные отклонения измеряемых параметров трансформаторов от нормированных не должны превышать значений, указанных в табл. 5.

Таблица 5

Измеряемый параметр	Предельное отклонение, %	Примечание
Коэффициент трансформации	±1	Для трансформаторов с коэффициентом трансформации фазных напряжений 3 и менее, а также на неосновных ответвлениях и в случае, когда этот допуск специально предусмотрен в стандартах или технических условиях на трансформаторы конкретных групп и типов
Коэффициент трансформации	±0,5	Для остальных трансформаторов на основном ответвлении
Напряжение короткого замыкания на основном ответвлении	±10	Для трансформаторов для преобразователей с U_d более 100 В
	±20	Для трансформаторов для преобразователей с U_d до 100 В включительно
Потери короткого замыкания на основном ответвлении	+10	Для всех трансформаторов
Потери холостого хода	+15	Для всех трансформаторов
Суммарные потери	+10	Для всех трансформаторов
Ток холостого хода	+30	Для всех трансформаторов
Индуктивность	±10	Для всех сглаживающих, ограничивающих и токоограничивающих реакторов

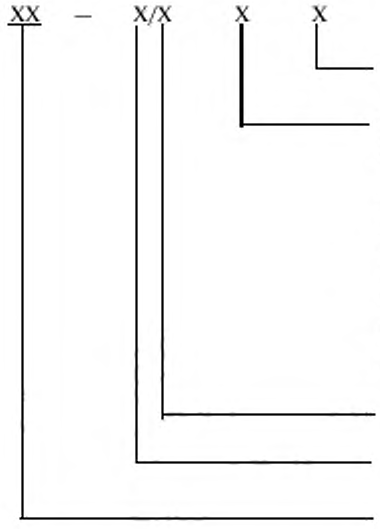
Примечания:

1. Значения предельных отклонений для напряжений короткого замыкания коммутации или частичного короткого замыкания, а также напряжений короткого замыкания на крайних ответвлениях трансформаторов РПН—±20 %. Допускается по согласованию между потребителем и изготовителем в стандартах или технических условиях на трансформаторы конкретных групп и типов устанавливать другие предельные отклонения напряжений короткого замыкания коммутации или частичного короткого замыкания, а также напряжений короткого замыкания на крайних ответвлениях трансформаторов РПН.

Допускается по согласованию между потребителем и изготовителем устанавливать предельное отклонение индуктивности ±15 %.

1.7, 1.8. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

1.9. Структура условного обозначения трансформатора



Климатическое исполнение и категория размещения

Дополнительное буквенное обозначение, предусматривающееся стандартами или техническими условиями на конкретные группы и типы трансформаторов и характеризующее область применения, например:

П — для дуговых вакуумных печей, Ж — для электрифицированного железнодорожного транспорта; В — для возбудителей синхронных генераторов; М — для подстанций метрополитена; И — для инверторных агрегатов тяговых подстанций железных дорог; Р — для преобразователей, работающих по перекрестной схеме электроприводов постоянного тока; Г — для гальваностегии; С — для частоторегулируемого синхронного электропривода; ЭК — для электроприводов экскаваторов; Б — для буровых установок; А — для частоторегулируемого асинхронного электропривода

Класс напряжения сетевой обмотки в киловольтах

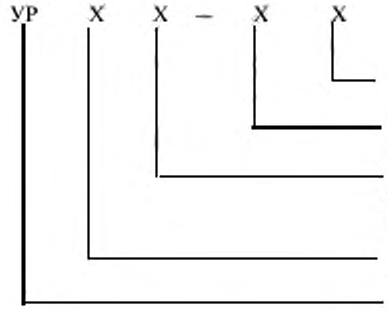
Типовая мощность в киловольтамперах

Буквенное обозначение трансформатора по ГОСТ 11677 с добавлением буквы Р для ртутных преобразователей либо буквы П для полупроводниковых преобразователей после буквы, обозначающей вид охлаждения, или после буквы Т или НЗ (для трехобмоточных трансформаторов, трансформаторов РПН или герметичных трансформаторов с азотной защитой), если уравнительный реактор встраивают в общий бак с трансформатором, то добавляют букву У; для трансформаторов с двумя активными частями добавляется буква Д.

Пример условного обозначения трехфазного трансформатора с естественным масляным охлаждением, с регулированием напряжения под нагрузкой, для полупроводниковых преобразователей, типовой мощностью 4000 кВ·А, класса напряжения 35 кВ, климатического исполнения У, категории 2:

Трансформатор ТМНП-4000/35 У2

1.10. Структура условного обозначения уравнительного реактора



Климатическое исполнение и категория размещения

Типовая мощность в киловольтамперах

Обозначение вида охлаждения:
С — естественное воздушное;
М — естественное масляное

Т — для трехфазных реакторов; О — для однофазных

Наименование изделия

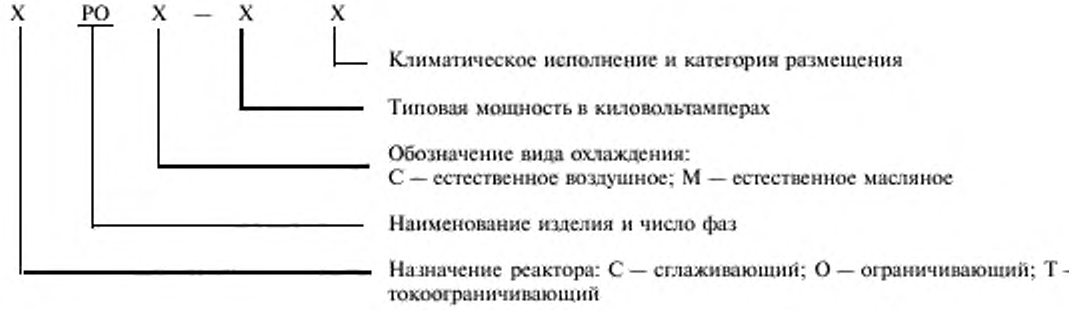
Примеры условного обозначения однофазного уравнительного реактора с естественным масляным охлаждением, мощностью 1000 кВ·А, климатического исполнения У, категории 2:

Уравнительный реактор УРОМ-1000У2

То же, с естественным воздушным охлаждением, мощностью 400 кВ·А, климатического исполнения У, категории 4:

Уравнительный реактор УРТС-400У4

1.11. Структура условного обозначения сглаживающих, ограничивающих и токоограничивающих реакторов постоянного тока



Примеры условного обозначения сглаживающего реактора с естественным масляным охлаждением, мощностью 1000 кВ · А, климатического исполнения У, категории 1:

Сглаживающий реактор СРОМ-1000У1

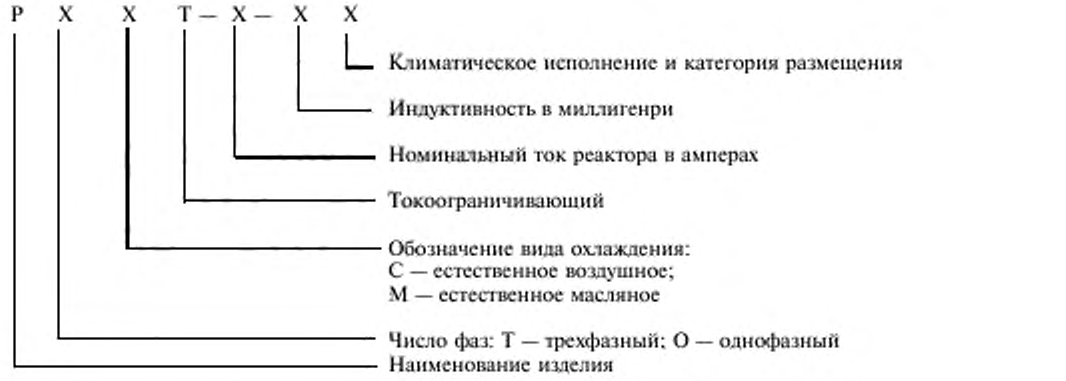
То же, с естественным воздушным охлаждением ограничивающего реактора, в защищенном исполнении, мощностью 4000 кВ·А, климатического исполнения У, категории 4:

Ограничивающий реактор ОРОСЗ-4000У4

То же, токоограничивающего реактора постоянного тока, с естественным воздушным охлаждением, мощностью 1600 кВ·А, климатического исполнения У, категории 4:

Токоограничивающий реактор ТРОС-1600У4

1.12. Структура условного обозначения токоограничивающего реактора переменного тока



Пример условного обозначения трехфазного токоограничивающего реактора с естественным воздушным охлаждением на ток 820 А, индуктивность 0,5 мГ, климатического исполнения У, категории 4:

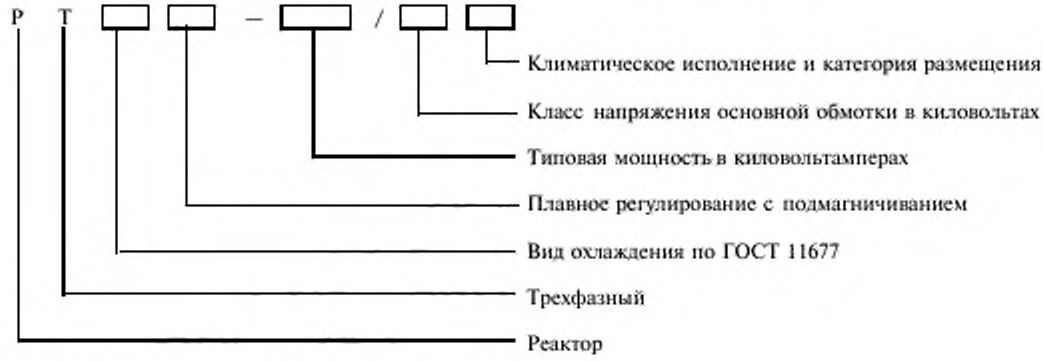
Реактор токоограничивающий РТСТ-820—0,5У4

То же, однофазного токоограничивающего реактора с естественным масляным охлаждением на ток 800 А, индуктивность 1 мГ, климатического исполнения У, категории 2:

Реактор токоограничивающий РОМТ-800—1У2

1.9—1.12. **(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).**

1.12а. Структура условного обозначения управляемого реактора



(Введен дополнительно, Изм. № 2).

1.13. Требования к нормативной документации

1.13.1. В стандартах или технических условиях на трансформаторы конкретных групп и типов должны быть указаны основные параметры:

номинальная мощность сетевой обмотки;

номинальные напряжения сетевой обмотки и вентильной обмотки или ее частей;

условное обозначение схемы и группы соединения обмоток;

вид переключения ответвлений (РПН, ПБВ), диапазон и число ступеней регулирования напряжения;

напряжение и ток на выходе преобразователя;

потери холостого хода и короткого замыкания на основном ответвлении;

напряжение короткого замыкания на основном ответвлении в соответствии с табл. 3 — для всех трансформаторов, для трансформаторов РПН дополнительно напряжения короткого замыкания на крайних ответвлениях, приведенные к номинальной мощности;

напряжения частичного короткого замыкания и короткого замыкания расщепления (по согласованию потребителя с изготовителем);

ток холостого хода на основном ответвлении;

установленная мощность двигателей системы охлаждения;

полная масса;

транспортная масса;

удельная масса;

масса масла;

масса масла для долива на месте монтажа и эксплуатации;

габаритные размеры.

Примечания:

1. По требованию потребителя должны быть указаны значения напряжений вентильной обмотки на всех ступенях регулирования.

2. Допускается не указывать ток и напряжение на выходе преобразователя, если их значения не соответствуют ГОСТ 25953.

3. Для сухих трансформаторов указывают значение только полной массы.

1.13.2. В стандартах или технических условиях на реакторы конкретных групп и типов должны быть указаны основные параметры в соответствии с табл. 5а.

Таблица 5а

Наименование параметра	Применяемость параметра				
	уравнительный	сглаживающий	ограничивающий	токоограничивающий	управляемый
Напряжение ветви	+	—	—	—	+
Номинальный ток реактора	+	+	+	+	+

Продолжение табл. 5а

Наименование параметра	Применяемость параметра				
	уравнительный	сглаживающий	ограничивающий	токоограничивающий	управляемый
Индуктивность	—	+	+	+	—
Значение тока,до которого сохраняется индуктивность	—	+	+	—	—
Значение аварийного ударного тока	+	+	+	+	+
Потери в меди	+	+	+	+	+
Потери в стали	+	—	—	—	+
Масса полная	+	+	+	+	+
Масса масла	+	+	+	+	+
Габаритные размеры	+	+	+	+	+

Примечания:

1. Для управляемых реакторов должно быть указано напряжение основной обмотки, потери в меди и потери в стали при токе управления, равном нулю.

В технических условиях допускается также указывать параметры цепей управления и параметры реактора при токе управления, не равном нулю, в зависимости от схемы включения реакторов.

2. Для сухих реакторов должна быть указана только полная масса.

1.13.3. В стандартах или технических условиях на трансформаторы и реакторы конкретных групп и типов допускается устанавливать дополнительные параметры, не указанные в п. 1.13.

1.13.1—1.13.3. **(Введены дополнительно, Изм. № 2).**

1.13. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. Трансформаторы и реакторы должны изготовляться в соответствии с требованиями настоящего стандарта, стандартов или технических условий на конкретные группы и типы трансформаторов и реакторов по рабочим чертежам, утвержденным в установленном порядке.

2.2. Условия работы

2.2.1. Нормальная высота установки над уровнем моря — по ГОСТ 15150.

2.2.2. Трансформаторы и реакторы, кроме указанных в п. 2.2.3, должны изготовляться исполнения У по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543 со следующими дополнительными условиями:

среднесуточная температура воздуха — не более 30 °С;

среднегодовая температура воздуха — не более 20 °С;

температура охлаждающей воды у входа в охладитель — не более 25 °С для трансформаторов и реакторов категории размещения 1,2;

продолжительная работа при температуре воздуха 40 °С — для трансформаторов и реакторов категории размещения 3, 4 (при этом предполагается, что нормы нагрева установлены для среднегодовой температуры воздуха не более 20 °С).

Трансформаторы и реакторы для преобразователей, предназначенных на экспорт, в соответствии с заказом-нарядом внешнеторговой организации допускается изготовлять другого климатического исполнения.

2.2.3. По требованию потребителя должны изготовляться трансформаторы и реакторы для следующих условий:

а) исполнение ХЛ по ГОСТ 15150, ГОСТ 15543 и ГОСТ 17412;

б) температура воды на входе в охладитель сверх 25 °С, но не более 33 °С.

2.2.4. Категория размещения: для масляных трансформаторов и реакторов — 1, 2, 3, 4 по ГОСТ 15150, для трансформаторов с негорючим жидким диэлектриком и сухих трансформаторов и реакторов — 3, 4.

Примечание. Допускается по согласованию потребителя с изготовителем применение сухих трансформаторов и реакторов с категорией размещения 2.

2.2.3, 2.2.4. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

2.2.5. Частота напряжения питающей сети — 50 Гц. Допускается изготовление трансформаторов и реакторов, предназначенных на экспорт, для работы при частоте напряжения питающей сети 60 Гц.

2.2.6. Если условия работы трансформаторов или реакторов требуют нормирования внешних механических воздействий, то группа внешних механических воздействий из числа приведенных в ГОСТ 17516 должна быть указана в стандартах и технических условиях на трансформаторы или реакторы конкретных групп и типов.

К трансформаторам и реакторам, не предназначенным для работы в условиях воздействия на них механических нагрузок, предъявляют требования только к их прочности при транспортировании.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

2.3. Требования к конструкции трансформаторов и реакторов

2.3.1. Требования к составным частям, к системам охлаждения, к защитным покрытиям и заземлению трансформаторов и масляных реакторов — по ГОСТ 11677.

2.3.2. Требования к конструкции сухих реакторов — по стандартам или техническим условиям на реакторы конкретных групп и типов.

Примечания:

1. Допускается по согласованию потребителя с изготовителем трансформаторы с массой активной части более 25 т изготавливать без нижнего разъема в баке.

2. Способы перемещения сухих трансформаторов и трансформаторов с заполнением негорючим диэлектриком и устройства для этого, а также способ их подсоединения к питающей сети и степень защиты трансформаторов должны устанавливаться в стандартах или технических условиях на конкретные группы и типы трансформаторов.

3. Расположение выводов, маркировка и присоединительные размеры по требованию потребителя должны быть указаны в технических условиях на конкретные группы и типы трансформаторов.

4. Номенклатура используемых ответвлений встроенных в масляные трансформаторы трансформаторов тока должна быть установлена в стандартах и технических условиях на трансформаторы конкретных групп и типов.

5. Установка шкафов управления отдельно от бака трансформаторов предусматривается с 01.01.89.

2.3.1, 2.3.2. **(Введены дополнительно, Изм. № 2).**

2.3. **(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).**

2.4. Допустимые пределы повышения напряжения

2.4.1. Трансформаторное оборудование должно обеспечивать работу при отклонениях напряжения, подводимого к любому ответвлению сетевой обмотки, на 5 % сверх номинального напряжения данного ответвления при сохранении номинальных токов обмоток.

2.4.2. В стандартах или технических условиях на трансформаторы конкретных групп и типов допускается устанавливать отклонение на 10 % сверх номинального напряжения данного ответвления при сохранении номинальных токов.

Примечание. Дополнительное превышение температуры вследствие повышенных потерь холостого хода, которое соответствует перевозбуждению трансформаторов, не принимают во внимание при испытаниях на нагрев, за исключением специальных случаев, согласованных между потребителем и изготовителем.

2.4.1, 2.4.2. **(Измененная редакция Изм. № 1).**

2.4.3. Установившееся отклонение напряжения сети собственных нужд $-^{+10}_{-15}$ %.

(Введен дополнительно, Изм. № 2).

2.5. Вид переключения ответвлений (РПН и ПБВ), число ответвлений сетевой обмотки, их расположение и напряжение — по стандартам или техническим условиям на конкретные группы и типы трансформаторов.

2.6. Требования к устройствам ПБВ трансформаторов —по отраслевой нормативно-технической документации.

Требования к устройствам РПН трансформаторов — по стандартам или техническим условиям на эти устройства или трансформаторы.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

2.7. Нагрузочная способность

2.7.1. Допускаемые в условиях эксплуатации длительные нагрузки, а также систематические и аварийные перегрузки трансформаторов и реакторов должны соответствовать нагрузочной способности преобразовательных агрегатов.

2.7.2. Трансформаторы и реакторы должны выдерживать циклические перегрузки в соответствии с табл. 6 и стандартами или техническими условиями на конкретные группы и типы трансформаторов и реакторов.

Таблица 6

Режим нагрузки	Выходной ток, % номинального значения	Продолжительность	Цикличность	Примечание
1	100	Продолжительный режим	—	—
2	100	Продолжительный режим	—	Цикличность устанавливается в стандартах и ТУ на трансформаторы и реакторы конкретных групп и типов
	150	1 мин		
3	100	Продолжительный режим	—	Перегрузки имеют циклический характер; в течение цикла (перегрузка и пауза) среднее квадратическое значение тока не должно превышать номинальное значение за время усреднения не более 10 мин
	150	2 мин		
	175	1 мин		
	200	15 с		
	250	10 с		
4	100	Продолжительный режим	—	—
	125	2 ч	2 раза в сутки	Среднее квадратическое значение тока за любые 8 ч суток не должно превышать номинальный ток
	225	10 с	75 с в течение 2 ч (2 раза в сутки)	Среднее квадратическое значение тока за время 75 с не должно превышать 125 % номинального тока
	350	5 с		
5	100	Продолжительный режим	—	—
	125	2 ч	2 раза в сутки	Среднее квадратическое значение тока за любые 8 ч суток не должно превышать номинальный ток
	150	5 мин	1 раз в 30 мин	Среднее квадратическое значение тока за любые 30 мин не должно превышать номинальный ток, а если в течение этих 30 мин происходит 100- процентная перегрузка, то время усреднения должно быть 5 мин
	200	1 мин		
6	100	Продолжительный	—	—
	125	15 мин	1 раз в 30 мин	Среднее квадратическое значение тока за любые 30 мин не должно превышать номинальный ток
	150	5 мин		
	175	2 мин		
	200	1 мин		
7	100	Продолжительный режим	1 или 2 раза в сутки	Режим работы с форсированным возбуждением
	200	50 с		

Продолжение табл. 6

Режим нагрузки	Выходной ток, % номинального значения	Продолжительность	Цикличность	Примечание
8	100	Продолжительный режим	—	Цикличность в режимах нагрузки 8—11 устанавливается в стандартах или ТУ на трансформаторы и реакторы конкретных групп и типов
	150	2 мин		
	200	10 с		
9	100	Продолжительный режим	—	Цикличность в режимах нагрузки 8—11 устанавливается в стандартах или технических условиях на трансформаторы и реакторы конкретных групп и типов
	125	2 ч		
	200	10 с		
10	100	Продолжительный режим	—	
	150	2 ч		
	200	1 мин		
11	100	Продолжительный режим	—	
	150	2 ч		
	300	1 мин		

Примечания:

1. Рекомендуемые области применения режимов нагрузки: 1, 2 — для электролиза, гальваники, электротермии и других аналогичных областей применения; 3 — для электропривода; 4 — метро; 5 — трамвай, троллейбус; 6 — тяговые подстанции железнодорожного транспорта; 7 — возбуждение трубо- и гидрогенераторов; 8—11 — прочие потребители со средним и тяжелым рабочим режимом.

2. Допускается по согласованию между потребителем и изготовителем в стандартах или технических условиях на трансформаторы конкретных групп и типов устанавливать перегрузки, не указанные в табл. 6.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

2.7.3. Трансформаторы с системой охлаждения вида Д должны допускать при отключенном дутье длительную нагрузку не менее 60 % номинальной.

2.8. Допускаемый нагрев при номинальном режиме и коротком замыкании

2.8.1. Превышения температуры отдельных элементов масляного трансформатора и реактора или трансформатора и реактора с заполнением негорючим жидким диэлектриком над температурой охлаждающей среды (воздуха или воды) при испытаниях на нагрев на основном ответвлении по п. 4.7 *г* не должны превышать значений, указанных в табл. 7.

Таблица 7

Часть трансформатора (реактора)	Превышение температуры, °С	Метод измерения
Обмотки (класс нагревостойкости изоляции А):		По изменению сопротивления постоянному току
а) при естественной циркуляции или принудительной с ненаправленным потоком масла	60	
б) при принудительной циркуляции с направленным потоком масла	65	
Поверхности магнитопровода и конструктивных элементов	75	Термометром или термопарой

Продолжение табл. 8

Часть трансформатора (реактора)	Превышение температуры, °С	Метод измерения
Масло или другой жидкий диэлектрик в верхних слоях:		Термометром или термопарой
а) исполнение герметичное или с расширителем	60	
б) негерметичное без расширителя	55	

Примечания:

1. Допускается превышение температуры обмоток, встроенных в бак трансформатора изделий, а также обмоток трансформатора и реактора до 65 °С, если это предусмотрено стандартами или техническими условиями на конкретные группы и типы трансформаторов и реакторов.

2. В трансформаторах для преобразователя с U_d до 100 В и I_d свыше 6300 А, в отдельных точках магнитопровода и конструктивных элементов допускается превышение температуры металлической поверхности до 85 °С, если это превышение не превзойдено в других точках или в других режимах.

3. При нормированной температуре воды более 25 °С у входа в охладитель превышения температуры обмоток должны быть уменьшены до 8 °С.

2.8.2. Превышение температуры частей сухого трансформатора или реактора над температурой охлаждающей среды при испытаниях на нагрев на основном ответвлении по п. 4.7 *г* для трансформаторов, не подверженных перегрузкам, не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 11677.

2.8.3. Превышение температуры обмоток сухого трансформатора или реактора над температурой охлаждающей среды, в зависимости от класса циклических перегрузок по табл. 6 и класса нагревостойкости по ГОСТ 8865, при испытаниях на нагрев по п. 4.7 *г* не должно превышать значений, указанных в табл. 8.

Таблица 8

Класс перегрузок по табл. 6	Превышение температуры обмоток, °С			Метод измерения
	В	Г	Н	
3, 7, 8	75	95	120	По изменению сопротивления постоянному току
4, 5, 6, 9, 10, 11	65	80	100	То же

2.8.4. Температуры обмоток при установившихся токах короткого замыкания и их длительности в соответствии с п. 2.10 настоящего стандарта — по ГОСТ 11677.

2.8.3, 2.8.4. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

2.8.5. Расчетная температура обмоток — по ГОСТ 11677.

2.8.6. Превышение температуры деталей устройства ПБВ — по отраслевому стандарту, устройства РПН — по ГОСТ 24126.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

2.8.7. Превышения температуры контакта при болтовом соединении токоведущих зажимов съемных вводов — по ГОСТ 11677.

2.9. Уровни изоляции и защита обмоток трансформаторов

2.9.1. Требования к электрической прочности изоляции сетевых обмоток трансформаторов —по ГОСТ 1516.1.

2.9.2. Испытательные напряжения изоляции сетевых обмоток масляных трансформаторов — по ГОСТ 1516.1, для электрооборудования с нормальной изоляцией, причем масляные трансформаторы РПН класса напряжения 3—35 кВ с диапазоном регулирования напряжения более 20 % испытаниям напряжениями грозовых импульсов не подвергаются; эти трансформаторы предназначены для работы в электроустановках, не подверженных действию атмосферных перенапряжений, или в электроустановках, в которых грозовые перенапряжения не превышают амплитудного значения одноминутного испытательного напряжения промышленной частоты.

2.9.3. Испытательные напряжения изоляции сетевых обмоток сухих трансформаторов и трансформаторов с негорючим жидким диэлектриком должны соответствовать нормам ГОСТ 1516.1, принятым для электрооборудования с облегченной изоляцией.

2.9.4. Испытательные напряжения изоляции сетевых обмоток сухих трансформаторов и токо-

ограничивающих реакторов переменного тока с напряжением до 1000 В должны быть не менее 3000 В.

2.9.5. Испытательные напряжения изоляции вентильной обмотки трансформатора, обмоток уравнительного, сглаживающего, ограничивающего реакторов и токоограничивающего реактора постоянного тока должны соответствовать указанным в табл. 9.

Таблица 9

Наименование испытуемого изделия, его узлов и деталей	Наименование узлов и деталей, по отношению к которым испытывают изоляцию	Действующее значение испытательного напряжения, В		
		U_{diio} до ~ 500 В	U_{diio} св. 500 до 4000 В	U_{diio} св. 4000 В
Трансформатор: а) вентильная обмотка и ее вводы	Корпус и другие обмотки	$2{,}5U_{diio}+2000$, но не менее 3000 В	$2{,}5U_{diio}+2000$, но не менее 5000 В	$1{,}8U_{diio}+4000$
б) части расщепленной вентильной обмотки	По отношению друг к другу	$2{,}5\ U_{diio}+1000$, но не менее 2000 В	$2{,}5U_{diio}+1000$, но не менее 3000 В	$1{,}5U_{diio}+3000$
Уравнительный реактор: а) обмотка и ее вводы	Корпус	$2{,}5\ U_{diio}+2000$, но не менее 3000 В	$2{,}5U_{diio}+2000$, но не менее 3000 В	$1{,}8U_{diio}+4000$
б) ветви обмотки	По отношению друг к другу	$2{,}5U_{diio}+1000$, но не менее 2000 В	$2{,}5U_{diio}+1000$, но не менее 3000 В	$1{,}5U_{diio}+3000$
Сглаживающий, ограничивающий и токоограничивающий реактор	Корпус или заземленные детали	$2{,}5U_{diio}+1000$, но не менее 2000 В	$2{,}5U_{diio}+1000$, но не менее 3000 В	$1{,}8U_{diio}+4000$

Примечание. Испытательное напряжение вентильных обмоток трансформаторов для преобразователей, предназначенных для электролиза цветных металлов и химической промышленности, должно быть равно 6500 В.

2.9.4, 2.9.5. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

2.9.6. В трансформаторах с напряжением сетевой обмотки более 1000 В вентильные обмотки с междуфазным напряжением до 1000 В при изолированной нейтрали по требованию потребителя должны быть защищены пробивными предохранителями.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

2.9.7. Вентильные обмотки трансформаторов и уравнительных реакторов в преобразователях должны быть защищены разрядниками, необходимость применения которых устанавливается по стандартам или техническим условиям на конкретные группы и типы трансформаторов и реакторов.

2.10. Стойкость при коротких замыканиях и обратных зажиганиях

2.10.1 Трансформатор должен выдерживать без повреждений при включении на любом ответвлении внешние короткие замыкания при испытаниях по п. 4.7 *д* при указанных в пп. 2.10.2—2.10.4 значениях кратности и длительности тока.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

2.10.2. Если наибольшая допустимая кратность установившегося тока короткого замыкания трансформатора (по отношению к номинальному току) не предусмотрена в стандартах или технических условиях на конкретные группы и типы трансформаторов, то она определяется по ГОСТ 11677.

2.10.3. Для трансформаторов с расщепленной на две и более частей вентильной обмоткой требования к стойкости при коротком замыкании — по стандартам или техническим условиям на конкретные группы и типы трансформаторов.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

2.10.4. Наибольший допускаемый ударный ток короткого замыкания, применительно к которому выполняются испытания и расчеты трансформатора на динамическую стойкость при коротком замыкании, и продолжительность короткого замыкания на зажимах трансформатора — по ГОСТ 11677.

2.10.5. Требования к стойкости реакторов при токах короткого замыкания — по стандартам или техническим условиям на конкретные группы и типы реакторов.

2.11. Допустимые уровни звука

2.11.1. Допустимые уровни звука масляных трансформаторов — по ГОСТ 12.2.024.

2.11.2. Допустимые уровни звука сухих трансформаторов, трансформаторов с негорючим жидким диэлектриком, а также реакторов независимо от способа охлаждения не должны превышать 80 дБ*А*, если в стандартах или технических условиях на конкретные группы и типы трансформаторов и реакторов не предусмотрено другое значение.

Примечание. Для трансформаторов и реакторов, уровни звука которых превышают допустимые значения на рабочих местах, снижение шума, воздействующего на человека, до санитарной нормы должно обеспечиваться мероприятиями по ГОСТ 12.1.003.

2.12. Уравнительные реакторы должны обеспечивать работу преобразователей по схеме 6 табл. 3, а также по схемам 7 и 8 при условии, что постоянная составляющая в его токе намагничивания не превышает 0,5 % номинального тока преобразователя.

Уравнительные реакторы регулируемых преобразователей должны быть рассчитаны на длительную работу при глубине регулирования 20 % и кратковременно до 100 %. По согласованию потребителя с изготовителем допускается длительная работа уравнительного реактора при других значениях глубины регулирования.

Напряжение ветви, при котором нормируют потери в стали реактора, должно быть установлено в стандартах или технических условиях на уравнительные реакторы конкретных групп и типов.

По согласованию потребителя с изготовителем уравнительные реакторы следует изготавливать в отдельном баке или встроенными в общий бак с трансформатором.

2.11.2, 2.12. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

2.13. Для преобразователей по схеме 6 табл. 3 для электрифицированного транспорта на номинальные напряжения 1650 и 3300 В по согласованию потребителя с изготовителем трансформатор должен снабжаться утроителем частоты, снижающим напряжение холостого хода преобразователя до 20 % от его значения без утроителя частоты. Утроитель частоты может быть встроен в бак трансформатора.

2.14. Сглаживающие, ограничивающие и токоограничивающие реакторы постоянного тока должны допускать длительную работу при токе, среднее квадратичное значение переменной составляющей которого не превышает 10 % от номинального тока реактора. По согласованию потребителя с изготовителем для конкретных случаев допускается длительная работа при других значениях переменной составляющей тока реактора.

2.15. **(Исключен, Изм. № 2).**

2.16. Для преобразовательных трансформаторов и реакторов устанавливают показатели надежности:

вероятность безотказной работы за наработку 24000 ч — не менее: 0,945 — для масляных трансформаторов и реакторов; 0,94 — для сухих трансформаторов и реакторов;

установленная безотказная наработка — не менее 20 000 ч;

установленный срок службы до первого капитального ремонта — не менее 10 лет;

полный установленный срок службы — не менее 20 лет.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

2.17. Требования безопасности, в том числе пожарной безопасности, должны соответствовать ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.2 и ГОСТ 12.1.004.

Двери защитных кожухов трансформаторов и реакторов должны быть снабжены блокировками, препятствующими их открыванию при включенном состоянии трансформаторов и реакторов и включению последних при открытых дверях, если это предусмотрено стандартами или техническими условиями на конкретные группы и типы трансформаторов и реакторов.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1. Перечни съемных составных частей и деталей — по стандартам или техническим условиям на конкретные группы и типы трансформаторов и реакторов.

3.2. К трансформатору или реактору прилагают техническую документацию:

паспорт;

паспорта комплектующих изделий;

техническое описание и инструкцию по эксплуатации;

чертежи съемных составных частей в соответствии со стандартами или техническими условиями на трансформаторы и реакторы конкретных групп и типов.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

3.3. Паспорт трансформатора должен содержать технические данные и характеристики:

а) данные по п. 6.3 з—с;

б) значения измерений по п. 4.3, необходимые для ввода трансформаторов в эксплуатацию;

в) ток нагрузки трансформатора при отключенном дутье — для трансформаторов с охлаждением вида Д;

г) потери холостого хода;

д) потери короткого замыкания на основном ответвлении, измеренные при приемо-сдаточных испытаниях;

е) напряжения короткого замыкания, измеренные при приемо-сдаточных испытаниях на крайних ответвлениях для трансформаторов РПН;

ж) ток холостого хода в процентах;

з) сопротивление нулевой последовательности — для трансформаторов по схеме 6 табл. 3;

и) пробивное напряжение масла, примененного при испытаниях, или масла, залитого в бак трансформатора; для трансформаторов классов напряжения 110 кВ и выше должен быть также указан тангенс угла диэлектрических потерь масла при 90 °С;

к) значения температуры, при которых измерялись сопротивления обмоток постоянному току, а также сопротивление и тангенс угла диэлектрических потерь изоляции трансформатора;

л) другие данные по усмотрению изготовителя.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

3.4. Паспорт реактора должен содержать:

а) данные по пп. 6.4 и 6.5 для соответствующих типов реакторов;

б) данные приемо-сдаточных испытаний и измерений по п. 4.3, необходимые для ввода в эксплуатацию реактора;

в) значения температуры, при которой измерялись сопротивление обмоток постоянному току, а также сопротивление и тангенс угла диэлектрических потерь изоляции реактора;

г) пробивное напряжение масла, применяемого при испытаниях, и масла, залитого в бак реактора, — для масляных реакторов;

д) другие данные по усмотрению изготовителя.

Примечание. В паспорте указывается обозначение стандарта или технических условий на масло.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

3.5. По требованию потребителя в комплект трансформатора должны входить пробивные предохранители и разрядники по пп. 2.9.6 и 2.9.7.

4. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

4.1. Трансформаторы и реакторы подвергают приемо-сдаточным, типовым и периодическим испытаниям.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

4.2. Приемо-сдаточным испытаниям должен подвергаться каждый трансформатор и реактор.

4.3. Программа приемо-сдаточных испытаний должна содержать:

а) наружный осмотр и проверку на соответствие чертежам — для всех трансформаторов и реакторов;

б) проверку коэффициента трансформации и группы соединения обмоток — для всех трансформаторов;

в) испытание пробы масла или негорючего жидкого диэлектрика из бака трансформатора и реактора:

определение пробивного напряжения — для трансформаторов и реакторов мощностью 1 МВ·А и более и трансформаторов класса напряжения 35 кВ независимо от мощности; для остальных трансформаторов и реакторов пробивное напряжение определяется по пробе масла, отбираемой не реже одного раза в день из емкости, из которой масло заливается в трансформаторы и реакторы;

определение тангенса угла диэлектрических потерь при 90 °С — для трансформаторов классов напряжения 110 кВ и выше;

г) испытание пробы негорючего жидкого диэлектрика из бака трансформатора и реактора: определение пробивного напряжения, тангенса угла диэлектрических потерь;

д) испытание электрической прочности изоляции в объеме приемо-сдаточных испытаний;

е) испытание электрической прочности изоляции напряжением промышленной частоты с измерением частичных разрядов — для трансформаторов классов напряжения 150 кВ и выше;

ж) проверку потерь и тока холостого хода (опыт холостого хода) — для всех трансформаторов;

з) проверку потерь и напряжения короткого замыкания (опыт КЗ коммутации — для схем 1,

6, 9 и опыт сквозного КЗ — для остальных схем табл. 3) — для всех трансформаторов; для трансформаторов мощностью 25 кВ·А и менее допускается проводить это испытание выборочно от партии трансформаторов одного типа; число трансформаторов в партии определяют стандартами или техническими условиями на трансформаторы конкретных групп или типов;

и) измерение потерь в меди — для всех реакторов;

к) измерение индуктивности— для всех реакторов кроме уравнительных;

л) испытание бака трансформатора и реактора на плотность — для масляных трансформаторов и реакторов, трансформаторов, заполненных негорючим жидким диэлектриком, и сухих герметичных трансформаторов.

Требования к испытанию бака на плотность должны быть установлены в стандартах или технических условиях на трансформаторы и реакторы конкретных групп и типов;

м) испытание на трансформаторе устройства переключения ответвлений обмоток — для трансформаторов ПБВ или РПН; необходимость и объем испытаний должны устанавливаться по стандартам или техническим условиям на конкретные группы и типы трансформаторов.

н) измерение потерь в стали — для уравнительных и управляемых реакторов.

Примечание. Одновременно с приемо-сдаточными испытаниями должны проводиться следующие измерения, которые необходимы для сравнения их результатов с результатами измерений в эксплуатации и не относятся к контрольным:

определение сопротивления обмоток постоянному току — для всех трансформаторов и реакторов;

определение параметров изоляции;

определение сопротивления изоляции — для всех трансформаторов и реакторов;

определение тангенса угла диэлектрических потерь и емкости — для трансформаторов класса напряжения 35 кВ мощностью 10 МВ·А и более и для всех трансформаторов класса напряжения 110 кВ и выше;

определение потерь холостого хода при малом напряжении — для трансформаторов мощностью 10 МВ·А и более.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

4.4. Предприятие-изготовитель должно проводить периодические испытания трансформатора и реактора в объеме и в сроки, достаточные для обеспечения их соответствия требованиям настоящего стандарта, стандарта или технических условий на конкретные группы и типы трансформаторов и реакторов, но не реже одного раза в пять лет для трансформаторов и реакторов мощностью менее 10 МВ·А и одного раза в восемь лет для трансформаторов и реакторов мощностью 10 МВ·А и более; при этом, если за период, прошедший после проведения предыдущих периодических испытаний, были проведены типовые испытания в связи с изменением конструкции, материалов или технологии производства, то очередные периодические испытания должны проводиться по тем пунктам программы периодических испытаний, по которым типовые испытания не проводились.

4.5. Типовым испытаниям должны подвергаться трансформатор и реактор по полной или сокращенной программе периодических испытаний при изменении конструкции, материалов или технологии производства, если эти изменения могут оказать влияние на параметры трансформатора и реактора.

4.6. Периодическим и типовым испытаниям должен подвергаться один образец каждого типа трансформатора и реактора.

Допускается проводить отдельные виды испытаний, включенных в программу типовых и периодических испытаний, на разных трансформаторах данного типа одного предприятия-изготовителя.

Допускается также проводить отдельные виды испытаний на разных трансформаторах, имеющих отличия в буквенной части обозначения, но одинаковую конструкцию применительно к конкретному виду испытаний по согласованию между потребителем и изготовителем.

Периодичность проведения периодических испытаний и условия, при которых периодические испытания не проводятся, — по ГОСТ 11677.

4.7. Программа квалификационных и периодических испытаний должна содержать:

а) испытания, проверки и измерения по п. 4.3;

б) испытание электрической прочности изоляции в объеме периодических испытаний — по ГОСТ 1516.1.

в) **(Исключен, Изм. № 2).**

г) испытание на нагрев — для всех трансформаторов и реакторов;

д) испытание на стойкость при коротком замыкании — для всех трансформаторов мощностью до 1 МВ·А; для трехфазных трансформаторов мощностью от 1 до 80 МВ·А включительно; для трехфазных трансформаторов мощностью более 80 МВ·А и для всех реакторов (если это предусмотрено в технических условиях).

Периодические испытания на стойкость при коротком замыкании не обязательны;

е) испытания на механическую прочность;

при повышенном внутреннем давлении — для трансформаторов и реакторов с жидким негорючим диэлектриком, масляных и сухих герметичных трансформаторов и реакторов;

при вакууме — для масляных трансформаторов и реакторов (и трансформаторов и реакторов с жидким негорючим диэлектриком) мощностью 1 МВ·А и более;

ж) испытание активной части на механическую прочность при подъеме активной части и при запрессовке обмоток — для трансформаторов мощностью активной части 100 МВ·А и более;

з) проверку уровня шума — для трансформаторов и реакторов мощностью 100 КВ·А и более;

и) испытания на стойкость к климатическим и механическим воздействиям;

к) измерение напряжения короткого замыкания коммутации и частичного;

л) измерение напряжения короткого замыкания расщепления (если это предусмотрено в технических условиях).

Примечание. Одновременно с квалификационными и периодическими испытаниями трансформаторов по схеме 6 табл. 3 настоящего стандарта должно проводиться измерение сопротивления нулевой последовательности, что необходимо для информации потребителя.

4.8. Дополнительные виды приемо-сдаточных и периодических испытаний реакторов, обусловленные спецификой их работы, — по стандартам или техническим условиям на конкретные группы и типы реакторов.

4.9. Допускается не проводить при периодических и типовых испытаниях в соответствии с ГОСТ 11677 и ГОСТ 1516.1 следующие испытания:

испытание на нагрев;

испытание на стойкость при коротком замыкании;

испытание бака на механическую прочность при вакууме и повышенном внутреннем давлении;

испытания напряжениями грозовых импульсов.

4.10. Если в процессе периодических и типовых испытаний хотя бы один из параметров трансформатора или реактора не будет соответствовать требованиям настоящего стандарта, стандарта или технических условий на конкретные группы и типы трансформаторов и реакторов, то должны проводиться повторные испытания по тем пунктам программы, по которым были получены неудовлетворительные результаты после выяснения и устранения причин дефектов на том же образце. Результаты повторных испытаний являются окончательными.

4.5—4.10. **(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).**

5. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

5.1. Наружный осмотр трансформаторов и реакторов проводят визуально.

Размеры трансформаторов и реакторов проверяют в процессе их изготовления при помощи измерительного инструмента, обеспечивающего точность измерений в пределах допусков, указанных на рабочих чертежах.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

5.2. Проверка коэффициента трансформации и группы соединения обмоток —по ГОСТ 3484.1.

5.3. Испытания трансформаторного масла— по стандартам и техническим условиям на трансформаторные масла.

5.4. Испытания электрической прочности изоляции — по ГОСТ 22756.

5.3, 5.4. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

5.5, 5.6. **(Исключены, Изм. № 2).**

5.7. Проверка потерь и тока холостого хода — по ГОСТ 3484.1.

5.8. Проверка потерь и напряжения короткого замыкания — по ГОСТ 3484.1. Вводы, соединяемые накоротко в опыте короткого замыкания, — по табл. 3.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

5.9. Испытания бака на плотность — по ГОСТ 3484.4, ГОСТ 3484.5.

5.9а. Испытание бака на механическую прочность — по методике изготовителя.

5.9б. Испытание активной части на механическую прочность — по методике изготовителя.

5.9а, 5.9б. **(Введены дополнительно, Изм. № 2).**

5.10. Испытания устройства переключения ответвлений — по ГОСТ 8008.

5.11. Измерения сопротивления обмоток постоянному току — по ГОСТ 3484.1.

5.12. Определение параметров изоляции — по ГОСТ 3484.3.

5.13. Определение потерь холостого хода при малом напряжении — по ГОСТ 3484.1.

5.14. Измерение потерь в меди, индуктивности реакторов, а также измерение потерь в стали реакторов — по методике изготовителя.

5.15. Испытания на нагрев —одним из методов ГОСТ 3484.2.

По согласованию с потребителем в стандартах или технических условиях на трансформаторы

конкретных групп и типов указывают зажимы вентильной обмотки, замыкаемые накоротко в опыте короткого замыкания при испытаниях на нагрев методом короткого замыкания или соединяемые на различных трансформаторах при испытаниях методом взаимной нагрузки.

5.16. Испытания на стойкость при коротком замыкании — по ГОСТ 20243.

По согласованию с потребителем в стандартах или технических условиях на трансформаторы конкретных групп и типов указывают зажимы вентильной обмотки, замыкаемые накоротко при испытаниях.

5.14—5.16. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

5.17. Измерение сопротивления нулевой последовательности на одной из частей вентильной обмотки — по ГОСТ 3484.1.

5.18. Испытания на стойкость к климатическим и механическим воздействиям — по ГОСТ 16962.

5.19. Проверка уровня звука — по ГОСТ 12.2.024.

5.20. Проверка перегревов контактов съемных вводов — по методике изготовителя.

5.21. Контроль маркировки — по методике изготовителя.

5.22. Значения показателей надежности трансформаторов определяют расчетом с учетом данных эксплуатации по методике изготовителя.

5.23. Массу трансформаторов и реакторов и их составных частей определяют расчетом.

5.19—5.23. **(Введены дополнительно, Изм. № 2).**

6. МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

6.1. Все зажимы (вводы) для внешнего присоединения трансформатора и реактора должны иметь обозначения способом, обеспечивающим их долговечность и стойкость к атмосферным воздействиям.

6.2. Каждый трансформатор и реактор должен снабжаться прикрепленной на видном месте табличкой.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

6.3. На табличке, прикрепляемой к трансформатору, должны быть указаны следующие данные:

а) товарный знак предприятия-изготовителя;

б) наименование изделия (трансформатор);

в) обозначение типа в соответствии с п. 1.9;

г) заводской номер;

д) обозначение стандарта или технических условий на конкретную группу (тип) трансформаторов;

е) год выпуска;

ж) **(Исключен, Изм. № 1).**

з) номинальная мощность сетевой обмотки в киловольтамперах;

и) номинальная частота;

к) номинальное напряжение в вольтах или киловольтах и ток в амперах или килоамперах преобразователя, если они приведены в стандартах или технических условиях на трансформаторы конкретных групп и типов.

л) номинальное напряжение в вольтах или киловольтах и ток в амперах сетевой обмотки; для трансформаторов ПБВ должны быть указаны напряжения ответвлений обмотки в вольтах или в процентах и соответствующие им положения переключателя, обозначенные на его рукоятке или указателе положений. Первому положению переключателя должно соответствовать максимальное значение сетевого напряжения. Для трансформаторов РПН напряжение в вольтах и токи в амперах сетевой обмотки и соответствующие напряжения вентильной обмотки указываются для всех положений;

м) номинальное напряжение в вольтах и токи в амперах вентильной обмотки;

н) условное обозначение схемы и группы соединения обмоток;

о) напряжение короткого замыкания на основном ответвлении в процентах, измеренное при приемо-сдаточных испытаниях;

п) уровень изоляции обмотки и ее нейтрали для обмоток классов напряжения 110 кВ и выше (указываются испытательные напряжения промышленной частоты и полного грозового импульса для внутренней изоляции);

р) указание об облегченной изоляции для трансформаторов с облегченной изоляцией;

с) класс нагревостойкости изоляции — только для сухих трансформаторов;

т) масса в килограммах или тоннах: полная — для всех трансформаторов; масса масла, актив-

ной части, съемной части бака в транспортном состоянии (для трансформаторов с нижним разъемом), транспортная масса (при транспортной массе более 90 т) — для масляных трансформаторов.

у) степень защиты по ГОСТ 24687 — для сухих трансформаторов.

Примечания:

1. Если в трансформатор встроен уравнительный реактор, предназначенный для продолжительной работы при сниженном напряжении, то после величины номинального напряжения преобразователя указывается через тире допустимое снижение напряжения в процентах, например 600 В — 40 %.

2. Если в одном баке смонтировано несколько устройств, то их характеристики могут быть указаны на общей табличке.

3. При наличии встроенных трансформаторов тока на трансформаторе должна быть установлена табличка, на которой указываются характеристики трансформаторов тока по ГОСТ 7746.

4. Для трансформаторов с двумя активными частями в одном баке по подпунктам *з, л, м, н, о* должны быть указаны данные каждой активной части, если они отличаются между собой.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

6.4. На табличке уравнительного реактора должны быть указаны:

а) товарный знак предприятия-изготовителя;

б) наименование изделия (уравнительный реактор);

в) обозначение типа в соответствии с п. 1.10;

г) заводской номер;

д) обозначение стандарта или технических условий на конкретную группу (тип) реакторов;

е) год выпуска;

ж) номинальное напряжение в вольтах и ток в амперах ветви обмотки реактора*;

з) номинальная частота;

и) схема соединения ветвей обмотки или маркировки зажимов;

к) масса в килограммах:

полная — для всех реакторов;

масла и активной части — для масляных реакторов;

л) класс нагревостойкости — для сухих реакторов;

м) степень защиты по ГОСТ 24687 — для сухих реакторов.

6.5. На табличке сглаживающего, ограничивающего и токоограничивающего реакторов постоянного и переменного тока должны быть указаны:

а) товарный знак предприятия-изготовителя;

б) наименование изделия: сглаживающий, ограничивающий или токоограничивающий реактор;

в) обозначение типа в соответствии с п. 1.11;

г) заводской номер;

д) обозначение стандарта или технических условий на конкретную группу (тип) реакторов;

е) год выпуска;

ж) номинальный ток в амперах;

з) индуктивность в миллигенри;

и) значение выпрямленного тока, до которого сохраняется индуктивность**;

к) схема соединения обмотки реактора или маркировка зажимов;

л) испытательное напряжение реактора;

м) общая масса в килограммах;

н) класс нагревостойкости — для сухих реакторов;

о) степень защиты по ГОСТ 24687 — для сухих реакторов.

6.6. Для трансформаторов и реакторов, аттестованных с присвоением государственного Знака качества, его изображение должно наноситься на табличку, а также на сопроводительную документацию.

6.7. Заводской номер трансформатора и реактора, кроме таблички, должен быть четко обозначен рядом с ней на крышке или верхе бака около ввода фазы *А* сетевой обмотки и на левом конце верхней полки ярмовой балки магнитопровода со стороны вентильной обмотки.

В масляных трансформаторах и реакторах мощностью 630 кВ·А и менее, а также в сухих трансформаторах и реакторах мощностью до 6300 кВ·А допускается не обозначать заводской номер

---

*Если уравнительный реактор предназначен для продолжительной работы при сниженном напряжении преобразователя, то после значения номинального напряжения преобразователя указывают через тире допустимое напряжение в процентах, например 600 В — 100 %.

**Для токоограничивающих реакторов данные подпункта *и* не указываются.

на баке (кожухе) и на крышке, если обеспечена взаимозаменяемость баков (кожухов) и крышек трансформаторов и реакторов одного типа или одной мощности.

6.8. На табличке управляемого реактора должны быть указаны:

а) товарный знак предприятия-изготовителя;

б) наименование изделия;

в) обозначение типа в соответствии с п. 1.12а;

г) заводской номер;

д) обозначение стандарта или технических условий на реакторы конкретных групп и типов;

е) год выпуска;

ж) мощность основной обмотки;

з) номинальная частота;

и) напряжение основной обмотки;

к) мощность обмотки управления;

л) ток обмотки управления;

м) схема обмоток управляемого реактора или маркировка зажимов;

н) масса полная, кг или т; масса активной части и масла (для масляных реакторов).

6.9. Для трансформаторов ПБВ первому положению привода должно соответствовать наибольшее значение номинального напряжения ответвления.

В стандартах или технических условиях на трансформаторы конкретных групп и типов допускается устанавливать в соответствии с первым положением РПН наибольшее напряжение вентильной обмотки.

6.10. Маркировка места заземления и транспортная маркировка по ГОСТ 11677.

6.4—6.10. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

6.11. На баке трансформатора или реактора должна быть нанесена предупредительная надпись: «Домкрат».

6.12. Требования к упаковке, транспортированию и хранению масляных трансформаторов и реакторов — по ГОСТ 11677, сухих трансформаторов и реакторов — по стандартам или техническим условиям на трансформаторы и реакторы конкретных групп и типов.

Условия хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов, а также категория упаковки, устанавливаемая по ГОСТ 23216 по стандартам или техническим условиям на трансформаторы и реакторы конкретных групп и типов.

6.11, 6.12. **(Введены дополнительно, Изм. № 2).**

7. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

7.1. Изготовитель гарантирует соответствие трансформаторов и реакторов требованиям настоящего стандарта при соблюдении условий применения, эксплуатации и хранения, установленных стандартом.

Гарантийный срок эксплуатации трансформаторов и реакторов, которым присвоен государственный Знак качества, — 3 года со дня ввода их в эксплуатацию.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

ПРИЛОЖЕНИЕ
Справочное

ПОЯСНЕНИЯ ТЕРМИНОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СТАНДАРТЕ

Термин	Определение
Номинальное напряжение вентильной обмотки	Действующее значение фазного напряжения холостого хода вентильной обмотки при номинальном напряжении сетевой обмотки — для нулевых схем. Действующее значение междуфазного напряжения холостого хода при номинальном напряжении сетевой обмотки — для мостовых схем
Номинальный ток сетевой обмотки	Действующее значение линейного тока сетевой обмотки трансформатора, рассчитанное по номинальному току преобразователя в предположении, что анодные токи имеют прямоугольную форму или форму, учитывающую коммутацию вентилей и управление преобразователями
Номинальный ток вентильной обмотки	Действующее значение тока вентильной обмотки, рассчитанное в предположении, что анодные токи имеют прямоугольную форму или форму, учитывающую коммутацию вентилей и управление преобразователями
Диапазон регулирования напряжения	Разность номинального и наименьшего напряжения вентильной обмотки при регулировании при холостом ходе, выраженная в процентах от номинального напряжения вентильной обмотки
Расщепленная обмотка преобразовательного трансформатора	Вентильная обмотка трансформатора, состоящая из двух или большего числа гальванически не связанных частей, каждая из которых питает отдельный преобразователь. Примечание. Совокупность частей расщепленной обмотки считается одной обмоткой
Сквозное напряжение короткого замыкания трансформатора	Напряжение короткого замыкания по ГОСТ 16110 пары обмоток (сетевой и вентильной) при замкнутых накоротко всех частях вентильной обмотки
Напряжение частичного короткого замыкания вентильной обмотки трансформатора	Междуфазное напряжение, которое должно быть приложено к выводам сетевой обмотки трансформатора, чтобы в ней установился номинальный ток при замкнутой накоротко одной из гальванически не связанных частей вентильной обмотки и разомкнутых остальных частях
Напряжение короткого замыкания коммутации трансформатора	Междуфазное напряжение, которое должно быть приложено к выводам сетевой обмотки трансформатора, чтобы в ней установился номинальный ток при замкнутых накоротко частях вентильной обмотки с одинаковой схемой соединения, одновременно участвующих в коммутации в номинальном режиме, и разомкнутых остальных частях
Номинальная индуктивность реактора	Эквивалентная индуктивность реактора по ГОСТ 18624
Токоограничивающий реактор переменного тока	Фазный реактор преобразователя, питающегося от сети переменного тока без преобразовательного трансформатора
Токоограничивающий реактор постоянного тока	Реактор без стали, предназначенный для включения последовательно в цепь постоянного тока
Напряжение короткого замыкания расщепления	Напряжение, которое нужно подвести к одной из гальванически не связанных частей вентильной обмотки, чтобы в ней установился ток, соответствующий номинальной мощности сетевой обмотки, при замкнутой накоротко другой части той же обмотки и разомкнутой сетевой обмотке и остальных частях вентильной обмотки

(Измененная редакция, Изм. № 1).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

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

   РАЗРАБОТЧИКИ

   Я.Л. Фишлер (руководитель темы); **И.Н. Городницкий; В.З. Винник; Н.А. Демидова; В.П. Мажина**

2. **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 22.03.77 № 32**

3. **Стандарт полностью соответствует публикациям МЭК 76—1—76; МЭК 76—2—76; МЭК 76—3—76; МЭК 76—4—76; МЭК 76—5—76; МЭК 146—73**

4. **ВЗАМЕН ГОСТ 16772—71**

5. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта	Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 2.721—74	1.6.8	ГОСТ 9680—77	1.4
ГОСТ 2.723—68	1.6.8	ГОСТ 11677—85	1.9, 1.12 а, 2.8.2, 2.8.4, 2.8.5, 2.8.7, 2.10.2, 2.10.4
ГОСТ 12.1.003—83	2.11.2		
ГОСТ 12.1.004—85	2.17	ГОСТ 15150—69	2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4
ГОСТ 12.2.007.0—75	2.17	ГОСТ 15543—70	2.2.2, 2.2.3
ГОСТ 12.2.007.2—75	2.17	ГОСТ 16110—82	1.4, приложение
ГОСТ 12.2.024—87	2.11.1, 5.19	ГОСТ 16962—71	5.18
ГОСТ 1516.1—76	2.9.1, 2.9.2, 2.9.3, 4.7, 4.9	ГОСТ 17412—72	2.2.3
ГОСТ 3484.1—88	5.2, 5.7, 5.8, 5.11, 5.13, 5.17	ГОСТ 17516—72	2.2.6
		ГОСТ 18624—73	Приложение
ГОСТ 3484.2—88	5.15	ГОСТ 20243—74	5.16
ГОСТ 3484.3—88	5.12	ГОСТ 22756—77	5.4
ГОСТ 3484.4—88	5.9	ГОСТ 23216—78	6.12
ГОСТ 3484.5—88	5.9	ГОСТ 24126—80	2.8.6
ГОСТ 7746—89	6.3	ГОСТ 24687—81	6.3, 6.4, 6.5
ГОСТ 8008—75	5.10	ГОСТ 25953—83	1.1, 1.3, 1.13.1
ГОСТ 8865—93	2.8.3		

6. **Ограничение срока действия снято по протоколу № 2—92 Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 2—93)**

7. **ПЕРЕИЗДАНИЕ (июль 1999 г.) с Изменениями № 1, 2, утвержденными в июле 1983 г., июне 1987 г. (ИУС 10—83, 9—87)**

Редактор *Т.А.Леонова*
Технический редактор *В.Н.Прусакова*
Корректор *М.С.Кабашова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 16.08.99. Подписано в печать 22.09.99. Усл.печ.л. 3,72. Уч.-изд.л. 3,70.
Тираж 157 экз. С 3726. Зак. 783.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", Москва, Лялин пер., 6
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru