

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРGETИКИ И
ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

Утверждаю:

Первый заместитель начальника
Департамента научно-технической
политики и развития РАО "ЕЭС России"



А.П. Ливинский

05 2002 г.

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 33

Настоящее экспертное заключение составлено ОАО "Научно-исследовательский
(наименование НИИ или организации,

центр по испытанию высоковольтной аппаратуры", 127566, г. Москва, Высоковольтный проезд, 13
выдавшей экспертное заключение; адрес)

на основании заявки _____
(полное наименование заказчика с указанием почтовых реквизитов)

на предмет подтверждения соответствия функциональных показателей
Трансформаторы серий ТМ, ТМГ, ТМГМШ, ТМСУ, ТМГСУ, ТМБГ классов
(наименование продукции (оборудования)
напряжения до 35 кВ, производства республиканского унитарного предприятия "Минский электротехнический завод имени В.И. Козлова", Республика Беларусь, 220037 г. Минск, ул Уральская, 4, тел. (37517) 230 11 22, факс 230 80 80
(полное наименование изготовителя и его почтовые реквизиты)

отраслевым требованиям и условиям эксплуатации объекта использования продукции (оборудования) РАО "ЕЭС России"
(наименование и почтовые реквизиты)

1. Перечень оборудования и документации, представленных на экспертизу

1.1. Технические условия ТУ РБ 100211261.015-2001.

1.2. Трансформаторы серий ТМ, ТМСУ мощностью 25-63 кВА классов напряжения до 10 кВ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ИВЕМ.672133.017 ТО1.

1.3. Трансформатор ТМГ-1000/10-У1. Руководство по эксплуатации ВИЕЛ.672333.001 РЭ.

1.4. Трансформаторы серий ТМГ, ТМГСУ-63 классов напряжения до 15 кВ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ИВЕМ.672133.020 ТО.

1.5. Трансформаторы серий ТМЭ, ТМЭГ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ИВЕМ.672133.021 ТО.

1.6. Трансформаторы серий ТМГ, ОМГ классов напряжения до 35 кВ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ВИЕЛ.672133.002 ТО.

1.7. Протоколы испытаний. Перечень протоколов дан в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	№ протокола	Дата испытаний	Вид испытаний	Тип трансформатора	Объем испытаний
1	2	3	4	5	6
1.	92/98	07.07.98	Квалификационные	ТМГ-25/27,5-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания бака.
2.	68/96	17.09.98	Периодические	ТМ-25/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания бака.
3.	169/2001	12.12.2001	Приемочные	ТМСУ-25/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, испытания бака
4.	9/97	12.08.97	Периодические	ТМГ-25/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, испытания бака

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
5.	126/2001	03.09. 2001	Приемочные	ТМГ-25/15-У1	Испытания на транспортирование
6.	112/2001	06.08. 2001	Приемочные	ТМГ-25/15-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, испытания бака
7.	57/98	14.05.98	Периодические	ТМЭ-40/6-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания бака
8.	170/2001	12.12. 2001	Приемочные	ТМСУ-40/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, испытания бака
9.	30/2000	30.03. 2000	Периодические	ТМГ-40/6-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания бака
10.	111/2001	06.08. 2001	Приемочные	ТМГ-40/15-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, испытания бака
11.	125/2001	03.09. 2001	Приемочные	ТМГ-40/15-У1	Испытания на транспортирование
12.	137/90п	18.09. 1990	Квалификационные климатические	ТМЭ-40/6-ХЛ1	Влагоустойчивость, холодоустойчивость, смена температур, иней
13.	69/96	17.09.96	Периодические	ТМ-40/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания бака
14.	101/2001	18.07. 2001	Стойкость при КЗ	ТМГ-63/10-У1	Стойкость при КЗ
15.	121/87	08.09.87	Квалификационные	ТМ-63/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания бака

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
16.	73/92	14.01.92	Периодические	ТМЭ-63/6-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, испытания на транспортирование, испытания бака
17.	68/92	10.12.92	Периодические	ТМ-63/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, испытания на транспортирование, испытания бака
18.	44/2001	05.04.2001	Периодические	ТМГ-63/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, испытания на транспортирование, испытания бака
19.	93/96	18.12.96	Квалификационные	ТМГ-100/27,5-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания на транспортирование, испытания бака
20.	75/92	14.01.93	Периодические	ТМЭГ-100/6-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, испытания на транспортирование, испытания бака
21.	151/2001	27.11.2001	Квалификационные с применением изоляционных материалов фирмы "Вайдманн"	ТМГ-100/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания на транспортирование, испытания бака, акустические испытания
22.	172/2001	12.12.2001	Приемочные	ТМГСУ-100/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, испытания на транспортирование, испытания бака

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
23.	31/96	26.04.96	Периодические	ТМЭГ-160/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания на транспортирование, испытания бака.
24.	85/97	06.10.97	Периодические	ТМГ-160/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания на транспортирование, испытания бака.
25.	60/99	15.04.99	Приемочные	ТМГ-160/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания на транспортирование, испытания бака.
26.	173/2001	12.12.2001	Приемочные	ТМГСУ-250/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, испытания на транспортирование, испытания бака.
27.	78/2001	11.07.2001	Квалификационные	ТМГ-250/35-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, акустические, испытания на транспортирование, испытания бака.
28.	146/2001	05.11.2001	Квалификационные	ТМГ-250/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, акустические, испытания на транспортирование, испытания бака
29.	102/2001	18.07.2001	Квалификационные	ТМГ-250/10-У1	Стойкость при КЗ

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
30.	153/2000	21.09. 2000	Приемочные	ТМГМШ- 400/01/0,4У-1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, акустические, испытания на транспортирование, испытания бака
31.	81/2001	10.07. 2001	Квалификационные	ТМГ-400/35-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, акустические, испытания на транспортирование, испытания бака
32.	13/97	02.04 1997	Квалификационные	ТМГ-400/27,5-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, акустические
33.	81/98	17.06. 1998	Квалификационные	ТМГ-400/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, стойкость при КЗ, акустические, испытания на транспортирование, испытания бака.
34.	3503-93-08 (ВЭИ)	12.1993	Типовые	ТМГ-630/10-У1	Стойкость при КЗ
35.	82/98	17.06. 1998	Квалификационные	ТМГ-400/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, акустические, испытания на транспортирование, испытания бака.
36.	146/99	14.12. 1999	Квалификационные	ТМ-1000/10-У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, акустические, испытания на транспортирование, испытания бака
37.	3503-98-01 (ВЭИ)	06.2001	Типовые	ТМ-1000/10-У1	Стойкость при КЗ

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
38.	171/98	24.11.1998	Квалификационные	ТМГ-1000/10У1	Приемо-сдаточные, нагрев, электрическая прочность изоляции, акустические, испытания на транспортирование, испытания бака. (Стойкость при КЗ - см. строку 37)
39.	167/2001	13.12.2001	Квалификационные	Мощности 100-1000 кВА	Акустические (для трансформаторов со сниженным уровнем шума)
40.	179/89	06.12.1989	Квалификационные	ТМГ-160/10-У1 в уменьшенном баке	Испытания на транспортировку
41.	203/2000	30.04.2000	Расчет вероятности возникновения пожара	Масляные трансформаторы	Определение вероятности возникновения пожара
42.	23/99	15.03.1999	Расчет надежности	ТМ, ТМГ, ТМЭ, ТМЭГ	Расчет надежности трансформаторов серий ТМ, ТМГ, ТМЭ, ТМЭГ
43.	168/98	16.11.1998	Расчет надежности	ТМГ-1000	Расчет надежности трансформатора ТМГ-1000
44.	1Н/97	31.01.1997	Расчет надежности	Расчет надежности трансформаторов ТМГ мощностью 100, 160, 250, 400 кВА напряжением 27,5 кВ	Расчет надежности трансформаторов ТМГ мощностью 100, 160, 250, 400 кВА напряжением 27,5 кВ
45.	1Н/96	13.03.1996	Определение вероятности возникновения пожара силовых масляных трансформаторов	Расчет по ГОСТ 12.1.004-91	Расчет для всех трансформаторов по ТУ РБ 100211261.015-2001

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
46.	197/2000	28.11.2000	Сертификационные на соответствие требованиям безопасности	ТМЭГ-100/6-У1	Требования безопасности

1.8. Аттестат аккредитации лаборатории ЦЗЛ № ВУ/112.02.2.0.0291.

1.9. Расчет обоснования выбора режимов испытаний на стойкость при КЗ (письмо № 97А/373 от 18.12.01).

1.10. Таблица технических характеристик трансформаторов для выбора трансформаторов-прототипов.

2. Общие технические характеристики и функциональные показатели продукции (оборудования), представленной на экспертизу

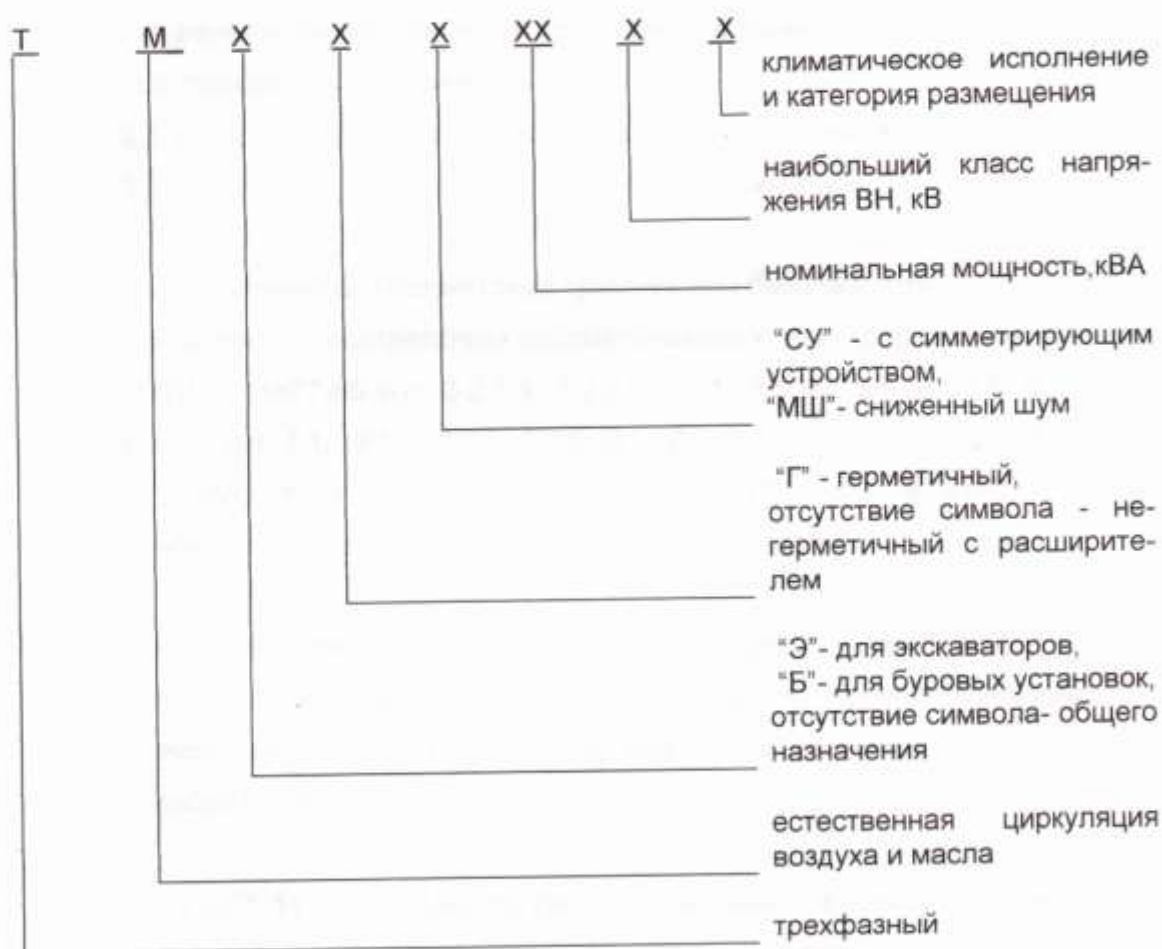
Объектами, представленными на экспертизу, являются трансформаторы силовые масляные серий ТМ, ТМГ, ТМГМШ, ТМСУ, ТМГСУ, ТМЭ, ТМЭГ, ТМБГ классов напряжения до 35 кВ, выпускаемые по техническим условиям ТУ РБ 100211261.015-2001 со стандартной номинальной мощностью из ряда 25-40-63-100-160-250-400-630-1000 кВА, с номинальными высшими напряжениями 3, 3,15, 6, 8,05, 8,15, 10, 15, 27,5, 35 кВ и с переключением ответвлений ВН без возбуждения (ПБВ) $\pm 2 \times 2,5$ %. Климатические исполнения и категория размещения У1 и ХЛ1. Класс защиты 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75, степень защиты IP 00.

Трансформаторы ТМ и ТМГ - общего назначения, ТМГМШ - общего назначения со сниженным уровнем звуковой мощности, ТМСУ и ТМГСУ предназначены для работы в сетях с резко несимметричной нагрузкой, ТМЭ и ТМЭГ - для питания электрооборудования экскаваторов, ТМБГ - для питания буровых установок, трансформаторы ТМГ напряжением 27,5 кВ - для питания потребителей от контактной сети железных дорог, напряжением 8,05 и 8,15 кВ - для питания анодных цепей выпрямительных установок.

Трансформаторы снабжаются, по требованию заказчика, пробивными предохранителями на стороне НН, мановакууметрами (только серии ТМГ, ТМГМШ, ТМГСУ мощностью от 100 кВА, напряжением до 15 кВ включительно).

Трансформаторы ТМ, ТМГ, ТМГМШ мощностью 1000 кВА снабжаются манометрическим термометром.

Расшифровка обозначения



Для подтверждения соответствия трансформаторов, изготавливаемых на предприятии УП "Минский электротехнический завод имени В.И. Козлова (Республика Беларусь) по техническим условиям ТУ РБ 100211261.015-2001, требо-

ваниям безопасности предварительно было проведено подтверждение соответствия показателям назначения. Соответствие трансформаторов показателям назначения по российским стандартам подтверждено протоколами испытаний, перечисленными в табл. 1.

3. Функциональные показатели оборудования, требующие подтверждения соответствия отраслевым требованиям и требованиям пользователя оборудования

- 3.1. Электромагнитные испытания (в объеме приемо-сдаточных).
- 3.2. Испытание электрической прочности изоляции.
- 3.3. Испытание на нагрев.
- 3.4. Испытания на стойкость трансформаторов к токам КЗ.
- 3.5. Испытания на прочность при транспортировании.
- 3.6. Испытания бака.
- 3.7. Испытания на соответствие требованиям безопасности.

Заключение о соответствии рассматриваемых трансформаторов требованиям ГОСТ 11677-85 п.п. 3.2.1.5, 3.2.2, 3.3.1, 3.5.45, 3.5.48, 3.8, 4 ; ГОСТ 12.2.007.0-75 п.п. 2.1, 3.1.1, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.10, 3.2.1, 3.2.2, 3.3, 3.6.4, 3.7, 3.9.2; ГОСТ 12.2.007.2-75 п.п. 3.2, 3.5, 3.7, 3.10; ГОСТ 1516.1-76 п. 1.14; ГОСТ 12.2.024-87 составлялось на основании анализа протоколов, приведенных в табл. 1.

4. Перечень отраслевых документов, содержащих требования к функциональным показателям оборудования и дополнительные требования пользователя оборудования, на соответствие которым проводится экспертиза

- 4.1. ГОСТ 11677-85. Трансформаторы силовые. Общие технические условия.
- 4.2. ГОСТ 12.2.007.0-75. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
- 4.3. ГОСТ 12.2.007.2-75. Трансформаторы силовые и реакторы электрические. Требования безопасности.

4.4. ГОСТ 12.2.024-87. Шум. Трансформаторы силовые масляные. Нормы и методы контроля.

4.5. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

4.6. ГОСТ 1516.1-76. Электрооборудование переменного тока на напряжения от 3 до 500 кВ. Требование к электрической прочности изоляции.

4.7. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категория, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

4.8. Стандарт МЭК. Публикация 76. Силовые трансформаторы.

5. Краткое описание методов и оборудования, использованных при проведении экспертизы

При составлении экспертного заключения были использованы документы, представленные в п. 1, требования, приведенные в нормативных документах, представленных в п. 4.

6. Обоснование выбора типопредставителя для сертификационных испытаний

Обоснование правомочности выбора трансформаторов-прототипов сделано на основании таблицы технических характеристик трансформаторов, приведенной в приложении.

Поскольку конструктивно активные части трансформаторов всех типоразмеров для одинаковых мощностей и одинаковых напряжений одинаковы, результаты испытаний трансформаторов одного типоразмера могут быть во многом распространены на остальные типоразмеры. Разумеется, полный перенос всех результатов невозможен, например режим КЗ трансформаторов ТМСУ и ТМГСУ отличается от КЗ на трансформаторах ТМ и ТМГ, однако представленные протоколы испытаний, с учетом правила прототипов (ГОСТ 11677-85 п. 6.9), позволяют дать заключение на все типоразмеры. Требования безопасности могут быть проверены на одном трансформаторе (за исключением корректирован-

ного уровня звуковой мощности, который должен быть проверен на трансформаторах общего назначения и на трансформаторах, имеющих в обозначении символы "МШ"). Протоколы этих испытаний представлены.

7. Результаты испытаний и проверок

7.1. Требования по нагреву

В соответствии с ГОСТ 11677-85 п. 3.2.1.1 превышение температуры отдельных элементов масляного трансформатора над температурой окружающей среды при испытаниях на нагрев на основном ответвлении для изоляции класса А по ГОСТ 8865 не должно быть более: 65 °С для обмоток и 60 °С для масла в верхних слоях для герметичного исполнения или исполнения с расширителем.

В представленных протоколах получены наибольшие следующие превышения температур обмоток и масла над воздухом для каждой мощности (°С).

Превышения температур обмоток и масла над воздухом
по результатам испытаний (°С)

Таблица 2

Трансформатор	Обмотки	Масло
ТМ-25/10-У1	58,03	44
ТМСУ-40/10-У1	64,9	53,5
ТМ-63/10-У1	60,13	54
ТМГ-100/10-У1	62,8	45
ТМГСУ-100/10-У1	59,4	49,5
ТМГ-160/10-У1	63,1	59,4
ТМСУ-250/10-У1	63	58
ТМГМШ-400/10-У1	63,3	59
ТМГ-630/10-У1	58,9	51
ТМ-1000/10-У1	64,1	53

Примечание.

Приведены наибольшие значения превышения температур для каждой мощности.

Результаты испытаний положительные.

Рассматриваемые трансформаторы соответствуют требованиям ГОСТ 11677-85 п. 3.2.1.1 в части нагрева.

7.2. Требования к электрической прочности изоляции

В соответствии с ГОСТ 11677-85 п. 3.2.2.1 испытательные напряжения масляных трансформаторов должны соответствовать ГОСТ 1516.1-76 для электрооборудования с нормальной изоляцией. (Для изделий, разработанных после 01.01. 1999 года - испытательные напряжения должны соответствовать ГОСТ 1516.3-96, но все представленные трансформаторы разработаны до указанной даты).

В соответствии с ГОСТ 1516.1-76 испытательные напряжения для трансформаторов на напряжения 6; 10 и 35 кВ с нормальной изоляцией равны:

- для обмотки ВН напряжение промышленной частоты соответственно 25; 35 и 85 кВ, полный грозовой импульс 60; 75 и 190 кВ, срезанный грозовой импульс 70; 90 и 220 кВ (ГОСТ 1516.1-76 табл.4 изменения 6);

- для обмотки НН (имеющей номинальное напряжение ниже 3 кВ) - приложенное от постороннего источника напряжение 5 кВ относительно земли и между обмотками (ГОСТ 1516.1-76 п.2.4.3).

Кроме того, по ГОСТ 1516.1-76 п. 2.4.2 внутренняя изоляция обмоток трансформаторов с полной изоляцией нейтрали испытывается индуктированным двойным напряжением, равным для обмотки НН $400 \times 2 = 800$ В.

Все приемочные и приемо-сдаточные высоковольтные испытания трансформаторы выдержали.

Рассматриваемые трансформаторы соответствуют требованиям ГОСТ 11677-85 п. 3.2.2.1, ГОСТ 1516.1-76 табл. 4 изменение №6 в части электрической прочности изоляции.

7.3. Требования к стойкости при КЗ

Представлены протоколы испытаний типопредставителей для каждой мощности. Всего 18 трансформаторов (см. табл.1), из них по мощностям:

Таблица 3

Мощность, кВА	Количество испытанных трансформаторов
25	2
40	3
63	2
100	2
160	3
250	2
400	2
630	1
1000	1

Результаты испытаний положительные.

Рассматриваемые трансформаторы соответствуют требованиям ГОСТ 11677-85 п. 3.3.1 в части стойкости при КЗ.

7.4. Климатическое исполнение

Трансформаторы выпускаются с климатическими исполнениями У1 и ХЛ1. Представлен протокол климатических испытаний трансформатора ТМЭ-40/6-ХЛ1, включающий испытания на влагоустойчивость (ГОСТ 16962 метод 207-1), испытания на холодоустойчивость (ГОСТ 16962-71 метод 203-1), испытания на воздействие смены температур (ГОСТ 16962-71 метод 205-1).

Результаты положительные. Поскольку применяемые технологии и материалы одинаковы для всех трансформаторов, результаты могут быть распространены на все рассматриваемые серии.

Рассматриваемые трансформаторы соответствуют требованиям ГОСТ 11677-85 п.1.3 и ГОСТ 17412-72 в части климатических исполнений.

7.5. Требования к бакам

Представлены протоколы испытаний баков на маслоплотность и механическую прочность для всех трансформаторов, представленных в табл. 1 по нормам, указанным в ТУ РБ 100211261.015-2001 (ГОСТ 11677-85 п. 3.5.18).

Результаты испытаний положительные.

7.6. Требования безопасности

Проверка соответствия трансформатора типа ТМЭГ-100/6 зав. №1439814 (выбранного в качестве типопредставителя) требованиям безопасности приведена в протоколе № 197/2000 от 28.11.2000, в соответствии с которым трансформатор силовой типа соответствует требованиям безопасности по ГОСТ 11677-85 п.п. 3.2.2.1, 3.5.48, 3.8, 4; ГОСТ 12.2.007.0-75 п.п. 2.1, 3.1.1, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.10, 3.2.1, 3.2.2, 3.3, 3.6.4, 3.7.1, 3.9.2; ГОСТ 12.2.007.2-75 п.п. 3.2, 3.7, 3.10; ГОСТ 1516.1-76 п. 1.14; ГОСТ 12.2.024-87, включая пожарную безопасность. Представлены протоколы акустических испытаний трансформаторов, мощностью 100-1000 кВА, в том числе - трансформаторов со сниженными скорректированными уровнями звуковой мощности. Результаты измерений в табл. 4.

Таблица 4

Мощность	Измеренный скорректированный уровень звуковой мощности, дБ		Допускаемое значение, дБ
	Обычное исполнение	Исполнение со сниженными скорректированными уровнями звуковой мощности	
100	-	50	59
160	-	53	62
250	61	56	65
400	65	55	68
630	59	61	70
1000	71	63	73

Подтверждение соответствия требованиям ГОСТ 11677-85 п. 3.5.45 приведено в ТУ РБ 100211261.015-2001 (возможность установки пробивных предохранителей на стороне НН).

Это заключение по соответствию требованиям безопасности может быть распространено на всю серию.

8. Заключение

Трансформаторы серий ТМ, ТМГ, ТМГМШ, ТМСУ, ТМГСУ, ТМБГ классов напряжения от 3 до 35 кВ, мощностью от 25 до 1000 кВА, климатических исполнений У1 и ХЛ1, производства республиканского унитарного предприятия "Минский электротехнический завод имени В.И. Козлова" (Республика Беларусь) соответствуют требованиям отраслевых нормативных документов, перечисленных в п. 4 настоящего экспертного заключения и могут быть применены в электроустановках РАО "ЕЭС России" в сетях классов напряжения от 3 до 35 кВ с изолированной нейтралью.

Генеральный директор
ОАО НИЦ ВВА



А.В. Малышев

М.П.

Заведующий лабораторией
электромагнитных процессов

В.Ю. Горшунов