

УДК 621.314.22.004.67:658.58(083.75)

Открытое акционерное общество РАО "ЕЭС России"

Открытое акционерное общество "ЦКБ Энергоремонт"

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

## ТРАНСФОРМАТОРЫ СИЛОВЫЕ МАСЛЯНЫЕ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ.

Общие технические условия на капитальный ремонт.

СО 34-38-20217-2005

*Вводится в действие с 01.02.2005 г.*

### ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Разработан ОАО "ЦКБ Энергоремонт" Исполнители: Ю.В. Трофимов, Л.Л. Федосов, Е.Е. Волков, Л.Г. Федосова.

2. Взамен общих технических условий на капитальный ремонт "Трансформаторы силовые масляные общего назначения" ТУ 34-38-20217-92, ЦКБ Энергоремонт, 1992 г.

3. Настоящий стандарт организации (СО) является переизданием ТУ 34-38-20217-92, выпущенного в 1992 г. в связи с изменениями нормативных документов Госстандарта РФ, органов Государственного надзора и отраслей промышленности. В СО внесены необходимые изменения по наименованиям, обозначениям и отдельным требованиям нормативных документов, на которые даны ссылки в СО с сохранением согласования организациями и предприятиями.

Взамен СО 34-38-20217-92 (ТУ 34-38-20217-92)

### СОДЕРЖАНИЕ

[1. Введение](#)

[2. Требования безопасности](#)

[3. Общие технические требования](#)

[4. Требования к составным частям](#)

4.1. Требования к обмоткам

4.2. Требования к остову

4.3. Требования к активной части

4.4. Требования к устройствам переключения ответвлений обмоток

4.5. Требования к баку и арматуре

4.6. Требования к устройствам очистки масла

4.7. Требования к системам охлаждения

4.8. Требования к системам защиты масла и изоляции

4.9. Требования к вводам

4.10. Требования к контрольным, сигнальным и защитным устройствам

[5. Требования к отремонтированному изделию](#)

[6. Испытания, контроль, измерения](#)

[7. Консервация](#)

[8. Маркировка](#)

[9. Упаковка, транспортирование, хранение](#)

[10. Комплектность](#)

[11. Гарантии](#)

[Приложение. Перечень документов, упомянутых в ТУ](#)

### 1. ВВЕДЕНИЕ.

1.1. Настоящий стандарт организации (СО), далее общие технические условия (ОТУ) распространяется на капитальный ремонт (в дальнейшем - ремонт) трансформаторов\* силовых масляных общего назначения. Допускается применение настоящих ОТУ при реконструкции и модернизации трансформаторов.

\* Далее в тексте под термином "трансформаторы" будут подразумеваться трансформаторы, автотрансформаторы и реакторы.

1.2. Настоящие ОТУ рекомендуются к применению для предприятий и организаций, производящих ремонт, принимающих из ремонта и эксплуатирующих отремонтированные трансформаторы, а также для организаций, разрабатывающих техническую документацию на ремонт оборудования.

1.3. Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте настоящих ОТУ, приведен в приложении.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.**

2.1. Требования безопасности, в том числе пожарной безопасности, должны соответствовать ГОСТ 11677 и СО 34.46.605.

## **3. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ.**

3.1. Ремонт трансформаторов должен производиться в соответствии с проектом производства работ (ППР), выполненным на основании СО 34.20.608 с учетом СО 34.04.181.

3.2. Материалы и комплектующие изделия, применяемые при ремонте трансформаторов, по своим свойствам должны соответствовать указанным в конструкторской документации и удовлетворять требованиям действующих стандартов или технических условий. Качество материалов и комплектующих изделий должно быть подтверждено сертификатами заводов-поставщиков или протоколами испытаний образцов.

3.3. Перед дефектацией составные части трансформатора (бак, расширитель, предохранительная труба, радиаторы или охладители, фильтры, а также активная часть) должны быть очищены от загрязнений и коррозии. Активная часть должна быть промыта сухим трансформаторным маслом, соответствующим классу напряжения ремонтируемого трансформатора, см. РД 34.45-51.300.

3.4. При дефектации составных частей трансформатора необходимо использовать виды контроля и испытаний по ГОСТ 16504:

- технический осмотр;
- измерительный контроль;
- гидравлические испытания;
- электрические испытания.

3.5. По результатам технического осмотра и испытаний составные части трансформатора подразделяются на три группы:

- годные к эксплуатации без ремонта;
- требующие ремонта;
- подлежащие замене.

3.6. Замене подлежат составные части, ремонт которых не гарантирует восстановления их технических характеристик или экономически нецелесообразен.

3.7. Конструкция восстанавливаемых составных частей трансформатора должна соответствовать чертежам завода-изготовителя. Допускается применение чертежей ремонтного предприятия, выполненных на основании измерений составных частей, требующих замены или восстановления.

3.8. Повторному использованию не подлежат маслоуплотнительные прокладки, сальниковые набивки, шнуры.

3.9. При разборке трансформатора следует проверить наличие маркировки деталей и составных частей; при отсутствии маркировки - нанести ее в соответствии с чертежами.

3.10. Изделия для уплотнения разъемов должны быть выполнены из резины по ГОСТ 12855.

3.11. Трансформаторное масло для заполнения трансформаторов в соответствии с классом напряжения данного трансформатора должно удовлетворять требованиям РД 34.45-51.300. Допускается применять смеси трансформаторных масел в соответствии с РД 16.363.

По показателям качества регенерированное трансформаторное масло должно удовлетворять требованиям РД 34.45-51.300 для свежего сухого масла перед заливкой в оборудование.

3.12. Изоляционные материалы, запасные части, сборочные единицы и детали следует хранить в соответствии с нормативно-технической документацией на поставку.

3.13. Ремонт трансформатора должен проводиться в соответствии с требованиями СО 34.46.602, СО 34.46.603, СО 34.46.604, СО 34.46.605, СО 34.46.608, СО 34.46.611, СО 34.46.612, СО 34.46.613, СО 34.46.614 и технологической документации ремонтного предприятия. Пооперационные испытания трансформаторов в процессе ремонта должны соответствовать требованиям настоящего СО.

3.14. Сдача в ремонт и выдача трансформаторов из ремонта должны проводиться в соответствии с СО

34.04.181, а трансформаторов, ремонтируемых на заводах и производственных базах ремонтных предприятий, в соответствии с СО 34-38-567.

3.15. Крепежные изделия должны соответствовать стандартам и чертежам.

3.16. Состояние резьбы необходимо проверять визуально и навинчиванием гаек от руки.

3.17. Крепежные изделия с поврежденными резьбовыми поверхностями должны быть заменены при наличии:

- выкрашивания или срывов резьбы на длине более одного шага;

- трещин;

- забоин;

- задиоров;

- повреждений граней на гайках и головках болтов более 5% номинального размера.

3.18. Крепежные изделия с резьбовыми поверхностями подлежат ремонту при повреждениях резьбы более 10% длины витка. Дефект следует устранять прогонкой резьбонарезным инструментом.

3.19. Повреждения гладкой части болтов (шпилек) должны быть устранены механической обработкой. Допускается уменьшение диаметра не более 3% от номинального.

3.20. Шплинты повторному применению не подлежат.

3.21. Пружинные шайбы повторному использованию не подлежат.

3.22. Шпонки должны быть заменены при наличии вмятин, сколов и задиоров. При нарушении стенок шпоночного паза допускается увеличение его ширины не более чем на 15% с установкой новой шпонки.

3.23. Штифты подлежат замене при износе и ослаблении посадки.

#### **4. ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВНЫМ ЧАСТЯМ.**

##### **4.1. Требования к обмоткам.**

4.1.1. Обмотки должны соответствовать требованиям настоящих ОТУ и рабочих чертежей.

4.1.2. К изоляционным деталям обмоток предъявляются следующие требования:

4.1.2.1. Изоляционные детали обмоток не должны иметь расслоений, рваных краев, "ворса", заусенцев и загрязнений, наплывов и пузырьков лака в соответствии с требованиями СО 34.46.602.

4.1.2.2. Электротехнические бумажно-бакелитовые цилиндры должны соответствовать требованиям ГОСТ 8726.

4.1.2.3. Кабельная бумага должна соответствовать ГОСТ 645, бумага электроизоляционная трансформаторная - ГОСТ 24874, телефонная бумага - ГОСТ 3553, крепированная бумага - ГОСТ 12769, лакоткань - ТУ 16-ИЗ7.0012.002, киперная и тафтяная ленты - ГОСТ 4514.

4.1.3. При намотке обмоток необходимо производить визуальный контроль изоляции проводов. Поврежденную изоляцию проводов следует срезать на конус длиной, равной десятикратной толщине изоляции.

Восстановить изоляцию необходимо согласно СО 34.46.612 кабельной или электроизоляционной трансформаторной бумагой, бандажировать крепированной бумагой или подклеивать концы бумаги бакелитовым лаком ГОСТ 901 или клеем КМЦ 55/500 ТУ 6-55-39-90 в соответствии с СО 34.46.602.

4.1.4. В процессе намотки, отделки и ремонта, а также перед насадкой обмотки необходимо проводить контроль ее геометрических размеров и визуальный контроль качества согласно СО 34.46.612.

4.1.4.1. Предельные отклонения внутреннего и наружного диаметров обмоток, а также овальность обмоток должны находиться в пределах допусков.

4.1.4.2. Рейки обмоток должны выступать за прокладки в радиальном направлении не менее чем на 1,5 мм.

4.1.4.3. Толщина реек может быть уменьшена на 1-2 мм по сравнению с размером, указанным на чертеже, если внутренние и наружные диаметры обмоток не укладываются в предельные отклонения. При этом должны быть выдержаны требования п.4.2.5.

4.1.4.4. Расхождение расстояний между любой парой реек не должно быть более  $\pm 5$  мм.

4.1.4.5. Отклонение оси прокладок от вертикали не должно быть более  $\pm 5$  мм.

4.1.4.6. Катушки обмотки должны иметь плотную намотку. Намотку считать плотной, если между проводами катушек под вторым витком в четырех - пяти местах по окружности не входит полоса картона толщиной 0,5 мм и шириной 60 мм.

4.1.4.7. Соединения в обмотках проводов между собой, проводов с проводом емкостного кольца, проводов с регулировочными отводами должны соответствовать требованиям ГОСТ 19249 и чертежа.

4.1.4.8. Пайку медных проводов следует производить серебряным припоем ГОСТ 19738.

4.1.4.9. При выполнении пайки обмотки должны быть защищены от попадания в них металлических опилок и брызг.

4.1.4.10. Поврежденную в процессе пайки изоляцию необходимо восстановить в соответствии с п. 4.1.3.

4.1.4.11. При изолировании мест соединения проводов с изоляцией толщиной 0,55; 0,72; 0,96 мм поверх изоляции из телефонной бумаги следует установить коробочки из электроизоляционного картона толщиной 0,5 мм длиной 80-100 мм. Коробочки устанавливаются с двух сторон и бандажуются крепированной бумагой или тафтяной лентой в один слой с перекрытием 0,5 ширины ленты.

4.1.5. Замыкания между параллельными проводами, витками и обрывы проводов в обмотках не допускаются.

4.1.6. При проведении измерений обмотки должны быть запрессованы усилием в соответствии с требованиями СО 34.46.605.

4.1.7. Перед насадкой обмотки должны пройти сушку в соответствии с требованиями СО 34.46.603 и технологических инструкций ремонтных предприятий.

#### **4.2. Требования к остову.**

4.2.1. Пластины магнитной системы не должны иметь забоин, надрывов, мест подгаров лакового покрытия и активной стали.

4.2.2. При нанесении дополнительного покрытия на пластины допускается подгар или пропуски лаковой пленки, если количество таких пластин не превышает 5% одного типоразмера согласно РД 16.14.304-87; допустимый подгар или пропуски лаковой пленки - менее 3% площади поверхности пластины.

4.2.3. Удельное электрическое сопротивление одной пластины после нанесения дополнительного покрытия должно быть не менее  $0,2 \cdot 10^{-2}$  Ом·м<sup>2</sup>.

4.2.4. При сборке магнитной системы, зачищенные от подгаров лакового покрытия и заизолированные места на соседних пластинах не должны совпадать.

4.2.5. При закладке пакета разность установочных размеров по диагонали не должна быть более 2 мм для размера до 2000 мм и 3 мм для размера более 2000 мм.

При зашихтовке магнитной системы трансформаторов до 1000 кВА разность установочных размеров по диагонали не нормируется.

4.2.6. Магнитная система должна удовлетворять следующим требованиям:

- зазоры в местах стыков и "ребешки" пластин должны быть не более 1,5 мм;

- нахлест пластин не допускается;

- на собранном остове разрешается наличие зазоров и "ребешков" до 2 мм, если их количество не превышает 10% общего количества стыков, и до 2,5 мм, если их количество не превышает 5% общего количества стыков.

4.2.7. Разновысотность полок нижних ярмовых балок одна относительно другой не должно превышать 3 мм для трансформаторов мощностью до 6300 кВ·А, 5 мм - мощностью до 10000 кВ·А включительно и 8 мм - мощностью более 10000 кВ·А.

4.2.8. Затяжку яра необходимо производить равномерно. При этом давление в центральном пакете должно находиться в пределах  $(0,2 \pm 0,4)$  МПа  $((2 \pm 4)$  кгс/см<sup>2</sup>).

4.2.9. Отклонение оси стержня от вертикали для трансформаторов мощностью свыше 6300 кВ·А не должно быть более 1,5 мм на один метр высоты.

Для остовов 1, 2 и 3 габаритов отклонение оси стержня от вертикали не нормируется.

4.2.10. Магнитные системы трансформаторов и металлические конструктивные элементы должны иметь надежное металлическое соединение с баком (заземление).

4.2.11. Изоляция стяжных шпилек, бандажей, полубандажей и ярмовых балок относительно активной стали до и после опрессовки должна удовлетворять требованиям РД 16.363 и РД 34.45-51.300.

#### **4.3. Требования к активной части.**

4.3.1. Изоляционные детали должны быть выполнены в соответствии с рабочими чертежами.

4.3.2. При сборке не должна применяться загрязненная изоляция и изоляция с повреждениями. Контроль - визуальный.

4.3.3. Смещения полок нижних ярмовых балок друг относительно друга необходимо устранить путем подгонки изоляции по месту.

4.3.4. Отклонения размеров взаимного расположения элементов изоляции должны соответствовать требованиям ОСТ 16.0.686.425.

4.3.4.1. Оси смежных прокладок уравнильной и ярмовой изоляции, установленных между плоскостями обмотки и ярмовыми балками, не должны иметь смещение друг относительно друга более чем на 6 мм для трансформаторов мощностью до 63000 кВ·А и 10 мм - для трансформаторов мощностью свыше 63000 кВ·А.

4.3.4.2. При намотке цилиндров из электроизоляционного картона стыки листов в слоях по окружности необходимо смещать не менее чем на два поля обмотки, при этом перекрытие листов должно быть: при толщине электрокартона 3 мм -  $(150 \pm 25)$  мм, при толщине 2 мм -  $(100 \pm 15)$  мм.

4.3.4.3. После намотки, перед насадкой обмоток, необходимо проверить диаметр цилиндра на соответствие чертежу. Измерение следует производить в двух местах по высоте цилиндра: 0,25Н и 0,75Н, где Н - высота цилиндра, по двум взаимно перпендикулярным осям. Насадка обмоток должна быть плотной.

4.3.4.4. В насаженных обмотках допускается смещение вертикальных осей дистанционных прокладок относительно прокладок концевой изоляции обмоток в пределах 10 мм.

При этом дистанционные прокладки обмоток не должны выходить за пределы прокладок концевой изоляции.

4.3.4.5. Предельные отклонения размеров между осями промежуточных реек активной части по отношению к рейкам обмоток не должно быть более  $\pm 10$  мм.

4.3.4.6. Направляющие полосы, используемые для установки угловых шайб, разрешается не удалять при условии:

- если ширина полосы не превышает высоты угловой шайбы и при этом полоса оседает на кольцо из электрокартона;
  - если полоса не имеет механических повреждений (складок, вмятин, надрывов).
- 4.3.5. Зазор между цилиндрами и прессующими кольцами должен быть:
- не менее 8 мм для трансформаторов классов напряжения до 35 кВ;
  - 17 мм для трансформаторов классов напряжения 110 и 150 кВ;
  - 20 мм для трансформаторов классов напряжения от 220 до 750 кВ.
- 4.3.6. Крепление отводов должно удовлетворять следующим требованиям:
- деревянные, гетинаксовые планки, бумажно-бакелитовые трубки не должны иметь трещин, искривлений и надколов; поврежденные детали необходимо заменить новыми, предварительно просушенными при температуре 100-105°C в течение 48 часов и пропитанными сухим трансформаторным маслом при температуре масла 50°C;
  - изолированные отводы не должны иметь нарушений целостности изоляции, оплетки или бандажа;
  - изгиб изолированного гибкого провода должен быть выполнен радиусом, равным не менее пяти диаметров провода с изоляцией;
  - гибкие соединения не должны иметь повреждений отдельных лент, складок, забоин, изломов;
  - поврежденные соединения необходимо заменить новыми, изготовленными из луженой медной ленты тех же размеров;
  - резьбовые соединения элементов крепления и несущей конструкции отводов, а также выводов переключателей должны быть тщательно затянуты и застопорены от самоотвинчивания (стальные крепежные изделия - кернением в трех точках). Затяжка должна быть плотной, зажатие отводов в креплениях должно исключать их повреждение;
  - отводы обмоток в местах прохода через закрепляющие планки должны быть заизолированы дополнительной изоляцией из электрокартона ГОСТ 4194 толщиной 0,5 мм и плотно без перекосов зажаты креплениями.
- 4.3.7. Схема заземления должна соответствовать чертежу. Шинки заземления не должны иметь подгаров и надрывов.
- Поврежденные шинки заменить новыми, изготовленными из луженой медной ленты тех же размеров. Их длина должна обеспечивать установку без натяга.
- 4.3.8. Гибку медных шин, прутков, выполнение паяных соединений и изолирование отводов производить в соответствии с требованиями ОСТ 16.0.686.425.
- При прохождении отводов в отверстиях междуфазной перегородки между отводами и краями отверстий перегородки должен быть зазор не менее 20 мм.
- 4.3.9. Не допускаются прожоги, подгары изоляции при пайке. Изоляция на отводах должна быть наложена плотно, все пустоты должны быть заполнены согласно СО 34.46.602 лакотканью ТУ 16-И37.0012.002 или кабельной бумагой по ГОСТ 645. Поверх изоляции должен быть наложен бандаж из тафтяной или киперной ленты ГОСТ 4514. В качестве бандажа может быть использована лакоткань.
- 4.3.10. Обмотки, отводы, бумажно-бакелитовые цилиндры не должны иметь механических повреждений.
- 4.3.11. Обмотки должны быть запрессованы усилием, указанным в заводской документации на данный трансформатор с учетом корректировки усилия запрессовки на состояние изоляции обмоток в соответствии с СО 34.46.605. Осевую прессовку обмоток необходимо производить равномерно по всей окружности; после прессовки затянуть контргайки прессующих винтов и домкратов.
- Обмотки должны запрессовываться гидродомкратами. Подпрессовку обмоток трансформаторов мощностью до 80 МВ·А допускается производить моментными ключами в соответствии с РД 16.363.
- 4.3.12. Условия пребывания активной части на воздухе должны соответствовать требованиям СО 34.46.605.
- 4.3.13. Сушку активных частей трансформаторов производить в соответствии с требованиями СО 34.46.605.
- 4.3.14. Вакуумирование и заливку трансформаторов маслом производить в соответствии с РД 16.363 и СО 34.46.605.
- 4.4. Требования к устройствам переключения ответвлений обмоток.**
- 4.4.1. Изоляционные детали (гетинаксовые плиты, бумажно-бакелитовые трубки и др.) должны быть без сколов и трещин.
- 4.4.2. Поверхности контактов должны быть чистыми, без следов подгара и плотно прилегать друг к другу по всей поверхности.
- 4.4.3. Сальниковые уплотнения устройств не должны пропускать масло.
- 4.4.4. Усилие на рукоятке привода при ручном управлении не должно превышать усилий, указанных в паспорте на данное переключающее устройство.
- 4.4.5. В устройствах РПН на муфтах сцепления вертикального и горизонтального валов должны быть нанесены риски согласно СО 34.46.605.
- 4.4.6. В устройствах РПН смещение подвижных и неподвижных дугогасительных контактов один относительно другого в вертикальном и горизонтальном направлениях не должно быть более 1 мм.
- Неподвижные дугогасительные контакты должны плотно прилегать к опорной поверхности

контактодержателя по всей плоскости.

Спаренные дугогасительные контакты должны касаться неподвижных контактов одновременно.

4.4.7. Давления контактов в устройствах РПН должны соответствовать значениям, указанным в СО 34.46.605.

4.4.8. Круговые диаграммы переключающего устройства должны соответствовать требованиям завода-изготовителя.

4.4.9. Течь масла из бака трансформатора в бак контактора не допускается.

4.4.10. Пробивное напряжение и влагосодержание масла в контакторах должно соответствовать требованиям СО 34.46.605.

#### **4.5. Требования к баку и арматуре.**

4.5.1. Бак трансформатора не должен иметь механических повреждений (изгибов, вмятин и пр.).

4.5.2. Сварные швы должны обеспечивать маслоплотность. Обнаруженные места утечек масла необходимо очистить, обезжирить, заварить, удалить шлак. Сварные швы зачистить металлическими щетками. Проверить качество швов на маслоплотность в соответствии с ГОСТ 3484.4 и СО 34.46.605.

4.5.3. Бак трансформатора должен быть снабжен надежным устройством для заземления в соответствии с ГОСТ 11677.

4.5.4. Бак трансформатора с установленной активной частью должен быть испытан на механическую прочность и плотность при вакууме и повышенном внутреннем давлении для трансформаторов классов напряжения 110 кВ и выше в соответствии с ГОСТ 3484.4, ГОСТ 3484.5, РД 16.363 и СО 34.46.605.

4.5.5. На задвижках, затворах и кранах должны быть заменены маслостойкие резиновые и сальниковые уплотнения и проведены гидравлические испытания давлением 0,3 МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>) в соответствии с СО 34.46.605.

4.5.6. Оси катков и кареток должны быть смазаны солидолом ГОСТ 1033.

#### **4.6. Требования к фильтрам.**

4.6.1. Сетки фильтров не должны иметь оборванных проволок и коррозии; при наличии коррозии и обрыва хотя бы одной проволоки, сетки должны быть заменены новыми по ГОСТ 3826.

4.6.2. Адсорбционные фильтры должны быть заполнены силикагелем по ГОСТ 3956 в соответствии с СО 34.46.605.

4.6.3. Перезарядку адсорбционных фильтров необходимо производить при возрастании кислотного числа масла до 0,1-0,15 мг КОН на 1 г масла.

4.6.4. Термосифонные фильтры и воздухоосушители должны быть заполнены силикагелем по ГОСТ 3956 и СО 34.46.605 с влагосодержанием:

- для термосифонных фильтров - не более 1,0%;

- для воздухоосушителей - не более 2,0%.

Для зарядки патронов воздухоосушителей применять силикагель-индикатор по ГОСТ 8984 влагосодержанием не более 2,0%. При изменении окраски индикаторного силикагеля с голубого на розовый, воздухоосушители необходимо перезарядить.

#### **4.7. Требования к системам охлаждения.**

##### 4.7.1. Системы охлаждения М и Д.

4.7.1.1. Каждый радиатор должен быть испытан на плотность давлением трансформаторного масла 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>) при температуре масла 50-70°C в течение 30 мин. в соответствии с СО 34.46.605.

Обнаруженные течи заварить, а радиаторы должны быть испытаны вновь. Течи масла из радиаторов не должно быть.

4.7.1.2. Внутренняя поверхность радиаторов должна быть промыта чистым сухим трансформаторным маслом, температура которого составляет 50-70°C. Условием окончания промывки служит отсутствие в пробе масла механических примесей в соответствии с ГОСТ 6370. Пробивное напряжение пробы масла, взятой в конце промывки, должно быть не ниже пробивного напряжения пробы масла, взятой в начале промывки.

Масло для промывки должно удовлетворять требованиям, предъявляемым маслу для заливки в трансформатор.

4.7.1.3. Дисбаланс крыльчаток вентиляторов не должен быть более 0,06 мм в соответствии с СО 34.46.605.

4.7.1.4. Сопротивление изоляции всех электрических цепей относительно земли, включая статорные обмотки электродвигателей, должно быть не ниже 0,5 МОм. Измерение производить мегаомметром на 500-1000 В.

##### 4.7.2. Система охлаждения ДЦ.

4.7.2.1. Составные части системы должны быть очищены от ржавчины и грязи.

4.7.2.2. Электронасосы должны быть отремонтированы в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации электронасосов. Каждый электронасос должен быть проверен в работе путем перекачивания чистого трансформаторного масла в отдельный бак в соответствии с СО 34.46.605.

4.7.2.3. Каждое охлаждающее устройство должно быть испытано на плотность избыточным давлением трансформаторного масла 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>) в течение 30 мин. при температуре масла 50-70°C в соответствии с СО 34.46.605.

4.7.2.4. После испытания на плотность охлаждающие устройства должны быть промыты сухим, горячим, очищенным от примесей трансформаторным маслом в соответствии с СО 34.46.605.

4.7.2.5. Ремонт электродвигателей вентиляторов должен быть произведен согласно инструкции завода-изготовителя.

#### 4.7.3. Система охлаждения Ц.

4.7.3.1. Запорная арматура и маслоохладители должны быть подготовлены и испытаны в соответствии с требованиями СО 34.46.605, а также требованиями технических описаний и инструкций по эксплуатации.

4.7.3.2. Внутренние поверхности всех труб маслопровода должны быть очищены стальными ершами и промыты чистым трансформаторным маслом.

4.7.3.3. Полностью собранную систему испытать давлением 0,4 МПа (4 кгс/см<sup>2</sup>) в течение 1 часа; масляную сторону - трансформаторным маслом при температуре 50-70°С, водяную - водой при температуре не ниже 10°С в соответствии с СО 34.46.605.

4.7.3.4. После испытания собранной системы и до присоединения ее к трансформатору необходимо промыть масляную сторону системы сухим, горячим, очищенным от примесей трансформаторным маслом в соответствии с СО 34.46.605.

Промывку следует закончить, когда характеристики масла будут удовлетворять требованиям, предъявляемым маслу для заливки в трансформатор, а содержание механических примесей соответствовать ГОСТ 6370.

#### **4.8. Требования к системам защиты масла и изоляции.**

4.8.1. Трансформаторы, оборудованные азотной или пленочной защитой, должны быть испытаны на плотность согласно СО 34.46.605 и удовлетворять требованиям инструкций заводов-изготовителей по монтажу и эксплуатации трансформаторов, оборудованных азотной или пленочной защитой.

#### **4.9. Требования к вводам.**

4.9.1. При ремонте вводы классов напряжения до 35 кВ должны быть разобраны, очищены от загрязнений, промыты с внутренней и наружной сторон и тщательно осмотрены.

4.9.2. Фарфоровые изоляторы вводов по качеству поверхности должны соответствовать ГОСТ 13873. Ремонт изоляторов вводов производить согласно СО 34.46.608.

4.9.3. Винты для спуска воздуха должны быть уплотнены.

4.9.4. Армированные вводы должны быть испытаны избыточным давлением в соответствии с СО 34.46.611.

4.9.5. Ремонт маслonaполненных вводов классов напряжения 110+500 кВ производить в соответствии с СО 34.46.611.

4.9.6. Маслonaполненные вводы классов напряжения 110 кВ и выше после ремонта должны быть испытаны на плотность избыточным давлением масла 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) в течение 30 мин. в соответствии с РД 34.45-51.300.

#### **4.10. Требования к контрольным, сигнальным и защитным устройствам.**

4.10.1. Контрольные, сигнальные и защитные устройства должны соответствовать чертежам и нормативно-техническим документам заводов-изготовителей.

4.10.2. Газовое реле, термометрический сигнализатор, термометр, стрелочный маслоуказатель и другие контрольные и сигнальные устройства должны быть отремонтированы в соответствии с документацией заводов-изготовителей и СО 34.46.605. Испытания должны быть подтверждены протоколом.

4.10.3. Предохранительный клапан должен быть заменен при обнаружении дефектов в соединениях, нарушении целостности пружин или обнаружении на них раковин. Ремонт и регулировка клапана не разрешается.

### **5. ТРЕБОВАНИЯ К ОТРЕМОНТИРОВАННОМУ ИЗДЕЛИЮ.**

5.1. Отремонтированный трансформатор должен соответствовать настоящим ОТУ, чертежам завода-изготовителя или ремонтного предприятия, если в конструкцию трансформатора в установленном порядке внесены изменения, и РД 34.45-51.300.

5.2. После ремонта наружные поверхности бака, расширителя, предохранительной трубы, радиаторов, охладителей, термосифонного фильтра, трубопроводов и других узлов должны быть окрашены в светлые тона краской без металлических наполнителей, устойчивой к атмосферным воздействиям в соответствии с ГОСТ 11677 и СО 34.46.605.

Класс покрытия по внешнему виду - VII по ГОСТ 9.032.

Условия эксплуатации покрытия:

- в части воздействия особых средств - 6/1 по ГОСТ 9.032;

- в части воздействия климатических факторов VI по ГОСТ 9.104.

5.3. При капитальном ремонте трехфазных трансформаторов соотношения потерь на разных фазах не должно отличаться от соотношений, приведенных в протоколе заводских испытаний (паспорте), более чем на 5%, у однофазных трансформаторов отличие измеренных потерь от исходных - не более 10%.

5.4. На отремонтированном трансформаторе не допускается:

- течей масла через уплотнения и сварные швы;

- механических повреждений бака и других узлов, установленных на трансформаторе.

## 6. ИСПЫТАНИЯ, КОНТРОЛЬ, ИЗМЕРЕНИЯ.

6.1. Каждый трансформатор при сдаче в ремонт и приемке из ремонта должен подвергаться испытаниям по утвержденным программам в соответствии с СО 34.20.608.

Виды испытаний, контроля и измерений в соответствии с ГОСТ 11677 и РД 34.45-51.300.

6.2. Приборы для измерений и испытаний должны быть исправными, иметь непросроченные клейма Госповерки, свидетельства и аттестат о поверке. Приборы, не подлежащие Госповерке, должны иметь протоколы периодических поверок, установленных графиком.

По классам точности приборы должны удовлетворять требованиям ГОСТ 3484.1, ГОСТ 3484.3, ГОСТ 8008 и ГОСТ 17512.

6.3. Программой испытаний, контроля и измерений при сдаче в ремонт должно предусматриваться:

6.3.1. - наружный осмотр трансформатора и испытание бака на плотность;

6.3.2. - измерение потерь холостого хода при пониженном напряжении (для трансформаторов мощностью 1000 кВА и более);

6.3.3. - измерение сопротивления изоляции  $R_{60}$ ;

6.3.4. - измерение  $\text{tg}\delta$  изоляции обмоток;

6.3.5. - физико-химический анализ масла; хроматографический анализ масла (для трансформаторов класса напряжения 110 кВ и выше);

6.3.6. - измерение сопротивления обмоток постоянному току;

6.3.7. - проверка работы механической части переключающего устройства;

6.3.8. - оценка состояния бумажной изоляции по степени полимеризации (для трансформаторов класса напряжения 110 кВ и выше);

6.3.9. - измерение сопротивления короткого замыкания (для трансформаторов мощностью 125 МВ·А и выше).

6.4. В процессе выполнения ремонта (с заменой обмоток и изоляции) должен проводиться пооперационный контроль, в объем которого входит:

6.4.1. - проверка обмоток на отсутствие замыкания между витками и параллельными проводниками;

6.4.2. - проверка равенства числа витков в параллельных ветвях обмоток методом встречного включения;

6.4.3. - измерение сопротивления обмоток постоянному току при всех положениях переключающего устройства;

6.4.4. - измерение сопротивления постоянному току межлистовой изоляции магнитопровода;

6.4.5. - проверка группы соединения обмоток и коэффициента трансформации;

6.4.6. - измерение потерь холостого хода при пониженном напряжении;

6.4.7. - измерение сопротивления изоляции ярмовых балок, прессующих колец, стяжных шпилек, обмоток, бандажей и полубандажей ярм относительно активной стали и ярмовых балок относительно активной стали и электростатических экранов относительно обмоток и магнитной системы;

6.4.8. - измерение напряжения и потерь короткого замыкания;

6.4.9. - проверка состояния комплектующих узлов, степени износа контактов переключающего устройства и усилий нажатия в контактных соединениях;

6.4.10. - проверка схемы заземления согласно чертежу.

6.5. Программой, испытаний при приемке из ремонта должно предусматриваться:

6.5.1. - выполнение наружного осмотра трансформатора и испытание бака на плотность;

6.5.2. - измерение потерь холостого хода при пониженном напряжении (для трансформаторов мощностью 1000 кВА и более);

6.5.3. - измерение потерь холостого хода при номинальном напряжении;

6.5.4. - измерение сопротивления изоляции  $R_{60}$ ;

6.5.5. - измерение  $\text{tg}\delta$  изоляции обмоток;

6.5.6. - проведение физико-химического анализа масла; хроматографического анализа масла (для трансформаторов класса напряжения 110 кВ и выше);

6.5.7. - измерение сопротивления обмоток постоянному току;

6.5.8. - проверка работы механической части и соответствия давления контактного нажатия паспортным данным переключающего устройства;

6.5.9. - измерение сопротивления короткого замыкания (для трансформаторов мощностью 125 МВ·А и выше);

6.5.10. - измерение сопротивления изоляции ярмовых балок, прессующих колец, стяжных шпилек, обмоток, бандажей и полубандажей ярм относительно активной стали и ярмовых балок относительно активной стали и электростатических экранов относительно обмоток и магнитной системы (в случае вскрытия трансформатора);

6.5.11. - проверка группы соединения обмоток и коэффициента трансформации;

6.5.12. - испытание электрической прочности изоляции;

6.5.13. - оценка влажности твердой изоляции (для трансформаторов классов напряжения 110 кВ и выше,



мощностью 60 МВ·А и более);

6.5.14. - проверка устройств охлаждения, предохранительных устройств, устройств защиты;

6.5.15. - испытание изоляции цепей защитной и контрольно-измерительной аппаратуры, установленной на трансформаторе;

6.5.16. - испытание трансформатора включением на номинальное напряжение для трансформаторов, отремонтированных в условиях ремонтного предприятия.

6.6. Методы испытаний.

6.6.1. Измерения, испытания и проверка требований по:

- п.п. 6.3.2 и 6.3.3, п.п. 6.4.3, 6.4.5 и 6.4.6 и п.п. 6.5.3-6.5.5 и 6.5.7 должны проводиться по ГОСТ 3484.1 и ГОСТ 3484.3;

- п. 6.4.7, п.п. 6.5.10 и 6.5.12-должны проводиться по ГОСТ 1516.1;

- п.п. 6.3.5-6.3.9, п.п. 6.4.8-6.4.10, п.п. 6.5.2, 6.5.6, 6.5.8-6.5.11 и 6.5.14-6.5.16 должны проводиться по ГОСТ 3484.3, ГОСТ 3484.4, ГОСТ 3484.5 и РД 34.45-51.300;

- п. 6.3.1, п. 6.4.10 и п. 6.5.1 должны проводиться по СО 34.46.605.

6.6.2. Испытание электрической прочности изоляции по п. 6.5.12 - по ГОСТ 1516.2 и ГОСТ 22756.

6.6.3. Оценка влажности твердой изоляции должна производиться по РД 16.363.

6.6.4. Испытание проб трансформаторного масла должно проводиться с учетом РД 16.363.

6.6.5. Испытание бака трансформатора на плотность в соответствии с п.п. 6.3.1 и 6.5.1 должно производиться согласно ГОСТ 3484.5 и РД 34.45-51.300.

Трансформатор считается герметичным, если при визуальном контроле не наблюдается течи масла.

6.6.6. Работа переключающего устройства должна проверяться по ГОСТ 8008 и ГОСТ 24126.

Объем проверок и испытаний в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации завода-изготовителя.

6.6.7. Измерения и проверка требований п.п. 6.4.1-6.4.4 должны проводиться предприятиями и организациями, производящими ремонт по инструкциям ремонтного предприятия.

6.7. Измерение потерь холостого хода должно проводиться до испытаний и измерений, связанных с подачей на обмотки трансформатора постоянного тока.

6.8. Если в процессе испытаний трансформатора после ремонта хотя бы один из параметров не будет соответствовать требованиям настоящих ОТУ, то после выявления причин и устранения дефектов повторные испытания проводят в полном объеме.

Результаты повторных испытаний являются окончательными.

6.9. Результаты всех испытаний и измерений должны записываться в протокол испытаний трансформатора, который является основанием для приемки трансформатора из ремонта.

6.10. При ремонте трансформаторов допускаются отклонения значений измеренных величин в пределах допусков, установленных ГОСТ 11677 и РД 34.45-51.300.

## **7. КОНСЕРВАЦИЯ.**

7.1. Консервация неокрашенных и не имеющих защитных покрытий наружных поверхностей трансформатора, подвергающихся коррозии - по ГОСТ 9.014.

7.2. Контактные поверхности вводов должны быть покрыты смазкой ЦИАТИМ-202 ГОСТ 11110.

## **8. МАРКИРОВКА.**

8.1. Маркировка трансформатора, выполненная на заводе-изготовителе должна быть сохранена или восстановлена согласно СО 34.46.605.

8.2. На баке трансформатора рядом с основной табличкой укрепляется дополнительная по ГОСТ 12969 и ГОСТ 12971, на которой указывается:

- наименование или товарный знак ремонтного предприятия;

- дата выпуска из ремонта;

- обозначение настоящих ОТУ.

8.3. Для трансформаторов, отремонтированных в условиях ремонтного предприятия маркировка должна производиться по ГОСТ 11677. На таре для демонтированных и запасных частей, а также на деталях и сборочных единицах трансформатора, транспортируемых без упаковки, нанести надписи с указанием заводского номера и номера трансформатора.

Транспортная маркировка грузов по ГОСТ 14192 должна содержать основные, дополнительные и информационные надписи.

Способ нанесения маркировки - окраской по трафарету или электролитическим способом на ярлыках.

8.4. Вводы трансформатора и устройство переключения ответвлений обмоток должны иметь четкие обозначения фаз и положений переключателя, выполненные способом, обеспечивающим их долговечность и стойкость к атмосферным воздействиям.

## **9. УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, ХРАНЕНИЕ.**

9.1. Упаковка, транспортирование и хранение трансформатора после ремонта должны производиться по ГОСТ 11677 и РД 16.363.

9.2. Требования к хранению трансформаторов в части воздействия климатических факторов - по группе условий хранения ОЖЗ ГОСТ 15150.

## 10. КОМПЛЕКТНОСТЬ.

10.1. Комплектность трансформатора, сдаваемого в ремонт и выпускаемого из ремонта по СО 34-38-567, должна соответствовать требованиям конструкторской документации на трансформатор.

Изменение комплектности допускается при двустороннем согласовании заказчика и исполнителя.

10.2. При сдаче трансформатора в ремонт заказчик передает исполнителю на время ремонта:

- формуляр (паспорт), отчетные документы о предыдущих ремонтах трансформатора и всю конструкторскую документацию;

- запасные части и комплектующие изделия;

- специальные приспособления и инструменты, поставляемые заводом-изготовителем.

10.3. При выдаче трансформатора из ремонта исполнитель возвращает заказчику:

- формуляр (паспорт), отчетные документы, в которых должны быть отражены сведения о произведенном ремонте, а также даты приемки и выдачи из ремонта;

- конструкторскую документацию, полученную от заказчика до ремонта;

- неиспользованные запасные части и комплектующие изделия;

- специальные приспособления и инструмент, поставляемые заказчиком.

## 11. ГАРАНТИИ.

11.1. Исполнитель ремонта гарантирует соответствие отремонтированного трансформатора и его составных частей требованиям настоящих ОТУ при соблюдении заказчиком правил транспортирования, хранения и эксплуатации.

11.2. Гарантийный срок эксплуатации (до аварии, отказов первой или второй степени) - 12 мес. с момента ввода трансформатора в эксплуатацию и не более 18 мес. с момента выдачи его из ремонта, а также не более, чем до первого ремонта, выполняемого без участия исполнителя, назначившего гарантийный срок, или без согласования с ним.

При выполнении ремонта несколькими исполнителями гарантия распространяется в пределах выполненного объема работ. Исполнитель ремонта не назначает гарантийного срока на детали и сборочные единицы, которые оставлены для дальнейшей эксплуатации без ремонта по результатам испытаний в соответствии с действующими в Российской Федерации нормативно-техническими документами.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Справочное

### ПЕРЕЧЕНЬ

#### документов, упомянутых в ОТУ

Наименование документа	Обозначение документа	Номера пунктов
Трансформаторы силовые. Общие технические условия.	ГОСТ 11677-85	2.1, 4.5.3, 5.2, 6.1, 6.10, 8.3, 9.
Типовая технологическая инструкция. Трансформаторы классов напряжения 110-1150 кВ, мощностью 80 МВА и более. Капитальный ремонт.	СО 34.46.605-2005 (РДИ 34-38-058-91)	2.1, 3.13, 4.1.6, 4.3.11-4.3.14, 4.4.5, 4.4.7, 4.4.10, 4.5.2, 4.5.4, 4.5.5, 4.6.2, 4.6.4, 4.7.1.1, 4.7.1.3, 4.7.2.2-4.7.2.4, 4.7.3.1, 4.7.3.3, 4.7.3.4, 4.8.1, 4.10.2, 5.2, 6.6.1, 8.1
Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей	СО 34.04.181-2003 (РДПр 34-38-030-99)	3.1, 3.14
Методические указания. Проект производства работ для ремонта энергетического оборудования электростанций. Требования к составу, содержанию и оформлению.	СО 34.20.608-2003 (РД 153-34.0-20.608-2003)	3.1, 6.1
Объем и нормы испытания электрооборудования.	РД 34.45-51.300-97	3.3, 3.11, 4.2.11, 4.9.6, 5.1, 6.1, 6.6.1, 6.6.5, 6.10

Издание шестое, М.: ЭНАС, 2001.		
Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.	ГОСТ 16504-81	3.4
Пластина резиновая для трансформаторов. Технические условия.	ГОСТ 12855-77	3.10
Трансформаторы силовые. Транспортирование, разгрузка, хранение, монтаж и ввод в эксплуатацию.	РД 16.363-87	3.11, 4.2.11, 4.3.11, 4.3.14, 4.5.4, 6.6.3, 6.6.4, 9.1
Типовая технологическая инструкция. Трансформаторы силовые масляные. Изготовление главной и продольной изоляции обмоток трансформатора.	СО 34.46.602-2005 (РДИ 34-38-05-88)	3.13, 4.1.2.1, 4.1.3, 4.3.9
Типовая технологическая инструкция. Трансформаторы силовые масляные классов напряжения до 220 кВ включительно. Смена обмоток и изоляции при капитальном ремонте.	СО 34.46.603-2005 (РТМ 34-38-034-85)	3.13, 4.1.7
Типовая технологическая инструкция. Трансформаторы силовые масляные классов напряжения 35-220 кВ. Мощностью до 80 МВА. Капитальный ремонт.	СО 34.46.604-2005 (И 34-70-019-84)	3.13
Типовая технологическая инструкция. Методика ремонта фарфоровых покрышек высоковольтных вводов.	СО 34.46.608 -2005 (Э 647)	3.13, 4.9.2
Типовая технологическая инструкция. Ремонт высоковольтных вводов классов напряжения 35 кВ и выше.	СО 34.46.611-2005 (Э 752)	3.13, 4.9.4, 4.9.5
Типовая технологическая инструкция. Трансформаторы силовые масляные. Ремонт и перемотка обмоток.	СО 34.46.612-2005 (РДИ 34-38-047-88)	3.13, 4.1.3, 4.1.4
Инструкция по применению системы мониторинга при изготовлении и ремонте силовых трансформаторов.	СО 34.46.613-2005	3.13
Типовые технологические процессы на отдельные виды работ по ремонту силовых трансформаторов. 2 альбома.	СО 34.46.614-2005 (Э 655)	3.13
Порядок сдачи в капитальный ремонт и выдачи из капитального ремонта изделий, ремонтируемых на производственных базах ремонтных предприятий.	СО 34-38-567 (ОСТ 34-38-567-87)	3.14, 10.1
Трубки электротехнические бумажно-бакелитовые. Технические условия.	ГОСТ 8726-88	4.1.2.2
Кабельная бумага.	ГОСТ 645-88	4.1.2.3, 4.3.9
Бумага электроизоляционная трансформаторная. Технические условия.	ГОСТ 24874-86	4.1.2.3
Бумага телефонная. Технические условия.	ГОСТ 3553-87	4.1.2.3
Бумага электроизоляционная крепированная. Технические условия.	ГОСТ 12769-85	4.1.2.3
Лакоткань электроизоляционная. Технические условия.	ТУ 16-И37.0012.002-90	4.1.2.3, 4.3.9
Ленты для электропромышленности. Технические условия.	ГОСТ 4514-78	4.1.2.3, 4.3.9
Клей КМЦ 55/500. Общие требования.	ТУ 6-55-39-90	4.1.3
Соединения паяные. Основные типы и параметры.	ГОСТ 19249-73	4.1.4.7
Припои серебряные. Марки.	ГОСТ 19738-74	4.1.4.8
Остовы с шихтованной магнитной системой. Общие технические требования.	РД 16.14.304-87	4.2.2
Трансформаторы силовые. Активная часть.	ОСТ 16.0.686.425-76	4.3.4, 4.3.8

Технические требования.		
Картон электроизоляционный для трансформаторов и аппаратов с масляным заполнением. Технические условия.	ГОСТ 4194-88	4.3.6
Трансформаторы силовые. Испытания баков на механическую прочность.	ГОСТ 3484.4-88	4.5.2, 4.5.4, 6.6.1
Трансформаторы силовые. Испытания баков на герметичность.	ГОСТ 3484.5-88	4.5.4, 6.6.1, 6.6.5
Смазка, солидол жировой. Технические условия.	ГОСТ 1033-79	4.5.6
Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия.	ГОСТ 3826-82	4.6.1
Силикагель технический. Технические условия.	ГОСТ 3956-76	4.6.2, 4.6.4
Силикагель-индикатор. Технические условия	ГОСТ 8984-75	4.6.4
Нефть, нефтепродукты и присадки. Метод определения механических примесей.	ГОСТ 6370-83	4.7.1.2, 4.7.3.4
Изделия керамические. Требования к качеству поверхности.	ГОСТ 13873-81	4.9.2
Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения.	ГОСТ 9.032-74	5.2
Покрытия лакокрасочные. Группы условий эксплуатации и основные параметры методов окрашивания.	ГОСТ 9.104-79	5.2
Трансформаторы силовые. Методы электромагнитных испытаний.	ГОСТ 3484.1-88	6.2, 6.6.1
Электрооборудование переменного тока на напряжения от 3 до 500 кВ. Требования к электрической прочности изоляции.	ГОСТ 1516.1-76	6.6.1
Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения 3 кВ и выше. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции.	ГОСТ 1516.2-76	6.6.2
Трансформаторы (силовые и напряжения) и реакторы. Методы испытаний электрической прочности изоляции.	ГОСТ 22756-77	6.6.2
Устройства регулирования напряжения силовых трансформаторов под нагрузкой. Общие технические условия.	ГОСТ 24126-80	6.6.6
Трансформаторы силовые. Методы испытаний устройств переключения ответвлений обмоток.	ГОСТ 8008-75	6.2, 6.6.6
Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования.	ГОСТ 9.014-78	7.1
Смазки ЦИАТИМ-202. Технические условия.	ГОСТ 11110-75	7.2
Таблички прямоугольные для машин и приборов. Размеры.	ГОСТ 12971-67	8.2
Маркировка грузов.	ГОСТ 14192-77	8.3
Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.	ГОСТ 15150-69	9.2