

П. А. ДОЛИН

# РЕМОНТ ТРАНСФОРМАТОРОВ



1951

П. А. ДОЛИН

РЕМОНТ  
ТРАНСФОРМАТОРОВ  
ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР

---

Москва — 1951

В книге описывается ремонт силовых трансформаторов, производимый на месте их установки или в небольших мастерских городских электросетей.

Книга является практическим пособием для эксплуатационного персонала городских электрических сетей.

## ВВЕДЕНИЕ

Дореволюционная Россия по выработке электроэнергии занимала одно из последних мест в мире. За годы Советской власти, в результате успешного осуществления государственного плана электрификации России (ГОЭЛРО) и сталинских пятилеток, наша страна выдвинулась по уровню выработки электроэнергии на первое место в Европе и второе место в мире.

Исторические решения Советского правительства о сооружении величайших в мире гидроэлектростанций на Волге — Куйбышевской и Сталинградской, а также о сооружении мощных гидроэлектростанций на Днепре, Аму-Дарье и Дону открывают новые величественные перспективы перед советской энергетикой.

Вместе с ростом электрических станций растут линии электропередачи, подстанции и распределительные электрические сети. Резко возрастает количество трансформаторов — аппаратов, преобразующих электрическую энергию и являющихся обязательным элементом почти каждой электрической установки.

Трансформатор был изобретен в 1876 г. крупнейшим русским электротехником, создателем знаменитой «электрической свечи» — П. Н. Яблочковым.

Конструкция трехфазного трансформатора с тремя стержнями и общим ярмом, получившая в настоящее время наибольшее распространение, была предложена в 1891 г. русским ученым М. О. Доливо-Добровольским.

Трансформаторы, установленные в городских электрических сетях, являются по сути дела узловыми источниками питания потребителей электроэнергии.

Задача эксплуатационного персонала заключается в том, чтобы эти узлы бесперебойно работали.

Для этого требуется правильная эксплуатация трансформаторов, своевременное и качественное проведение текущих и капитальных ремонтов их.

Наряду с новыми трансформаторами в городских электросетях насчитывается большое количество старых трансформаторов, находящихся в эксплуатации 15 и более лет.

Многообразие типов таких трансформаторов, а также отсутствие заводских запасных частей к старым, снятым с производства типам трансформаторов, осложняют задачу ремонта их

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ветров Н. В. и Шагал И. Е. Сборка распределительных трансформаторов. ОНТИ, 1936.
2. Войтецкий Е. А., Прохоров И. Ф. и Сапожников А. В. Сборка магнитопроводов трансформаторов. ОНТИ, 1936.
3. Инструкция по эксплуатации силовых трансформаторов. МЭС СССР. Госэнергоиздат, 1946.
4. Карасев Е. П. и Каганович Е. А. Испытание распределительных трансформаторов. ОНТИ, 1936.
5. Никулин М. Е. Производство обмоток для распределительных трансформаторов. Госэнергоиздат, 1941.
6. Нормы на турбинное и трансформаторное масло. МЭС СССР. Госэнергоиздат, 1948.
7. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. Госэнергоиздат, 1943.
8. Раппопорт М. И. Ремонт и восстановление аппаратуры распределительных устройств. Госэнергоиздат, 1947.
9. Раппопорт М. И. Эксплуатационный надзор и профилактические испытания трансформаторов. Госэнергоиздат, 1940.
10. Ремонт электрооборудования промышленных предприятий. МЭП СССР, ЦБТИ, 1948.
11. Синица Л. И. Ремонт и восстановление трансформаторов. Госэнергоиздат, 1946.
12. Справочник по электрической изоляции под ред. Ю. В. Коричко и Б. М. Тареева. Госэнергоиздат, 1948.
13. Электротехнический справочник под ред. М. В. Хомякова. Госэнергоиздат, 1946.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение . . . . .	3
<b>Глава I. Общие положения по ремонту трансформаторов</b>	
§ 1. Значение и виды ремонтов . . . . .	5
§ 2. Сроки проведения плановых ремонтов . . . . .	6
§ 3. Объем плановых ремонтов . . . . .	6
А. Объем текущего ремонта . . . . .	6
Б. Объем ревизии . . . . .	7
§ 4. Длительность простоя трансформаторов в плановых ремонтах . . . . .	8
§ 5. Внеплановые ремонты . . . . .	8
§ 6. Подготовка трансформатора к ремонту . . . . .	9
А. Вывод трансформатора в ремонт . . . . .	9
Б. Погрузка, разгрузка и перемещение трансформаторов . . . . .	10
§ 7. Текущий ремонт трансформаторов . . . . .	13
§ 8. Ревизия трансформаторов . . . . .	14
<b>Глава II. Разборка выемной части трансформаторов и ремонт магнитопроводов</b>	
§ 9. Условия и порядок разборки выемной части . . . . .	17
§ 10. Виды магнитопроводов . . . . .	18
§ 11. Расшихтовка верхнего ярма и снятие обмоток . . . . .	20
§ 12. Расшихтовка магнитопровода . . . . .	21
§ 13. Разрушение межлистовой изоляции . . . . .	22
§ 14. Повреждение изоляции стяжных шпилек . . . . .	26
§ 15. Ненормальное гудение . . . . .	28
§ 16. Обрыв заземления магнитопровода . . . . .	29
§ 17. Пожар в стали . . . . .	30
<b>Глава III. Повреждения и ремонт обмоток</b>	
§ 18. Виды обмоток . . . . .	32
§ 19. Короткое замыкание между витками . . . . .	36
§ 20. Деформация обмоток . . . . .	38
§ 21. Пробой и перекрытие изоляции обмоток и главной изоляции трансформатора . . . . .	40
§ 22. Точечный разряд . . . . .	43
§ 23. Износ изоляции . . . . .	44
§ 24. Восстановление обмоточных проводов . . . . .	46
А. Удаление старой изоляции с проводов . . . . .	46
Б. Соединение концов проводов . . . . .	46
В. Изолирование проводов . . . . .	48
§ 25. Намотка обмоток трансформатора . . . . .	51
А. Станок для намотки обмоток . . . . .	51
Б. Шаблоны для намотки обмоток . . . . .	51
В. Намотка цилиндрической обмотки прямоугольным проводом . . . . .	52
Г. Намотка дисковых обмоток прямоугольным проводом . . . . .	54

	Стр
Д. Намотка секционной обмотки круглым проводом . . . . .	55
Е. Намотка цилиндрической обмотки круглым проводом . . . . .	57
Ж. Контроль изготовленных обмоток . . . . .	58
З. Пропитывание обмоток лаками . . . . .	59
И. Запекание пропитанных обмоток . . . . .	60
 <b>Глава IV. Ремонт элементов трансформатора</b>	
§ 26. Ремонт кожуха . . . . .	61
§ 27. Ремонт расширителя . . . . .	64
§ 28. Ремонт крышки . . . . .	67
§ 29. Ремонт и сборка вводов . . . . .	68
§ 30. Ремонт и изготовление уплотнений . . . . .	76
§ 31. Ремонт отводов . . . . .	77
§ 32. Ремонт клеммных досок и переключателей . . . . .	78
 <b>Глава V. Сборка трансформатора и приемка его после ремонта</b>	
§ 33. Сборка выемной части трансформатора . . . . .	81
А. Шихтовка магнитопровода . . . . .	81
Б. Насадка обмоток . . . . .	86
В. Шихтовка верхнего ярма . . . . .	91
Г. Прессовка сердечника . . . . .	92
Д. Сборка отводов . . . . .	93
§ 34. Сушка выемной части трансформатора . . . . .	95
§ 35. Сборка трансформатора . . . . .	101
§ 36. Приемка трансформатора после ремонта и включение его в работу . . . . .	104
 <b>Глава VI. Испытание трансформаторов</b>	
§ 37. Виды испытаний, производимых в период ремонта трансформаторов . . . . .	105
§ 38. Проверка количества витков в катушках . . . . .	106
§ 39. Испытание кожуха и расширителя . . . . .	107
§ 40. Испытание трансформаторного масла . . . . .	109
А. Отбор проб масла . . . . .	109
Б. Испытание свежего масла . . . . .	109
В. Испытание эксплуатационного масла . . . . .	110
Г. Определение электрической прочности масла . . . . .	112
§ 41. Измерение сопротивления и испытание электрической прочности изоляции стяжных ярмовых шпилек . . . . .	113
§ 42. Измерение сопротивления изоляции обмоток меггером . . . . .	115
§ 43. Испытание повышенным напряжением главной изоляции трансформатора и вводов . . . . .	116
§ 44. Испытание изоляции витков повышенным напряжением . . . . .	119
§ 45. Измерение омических сопротивлений обмоток . . . . .	120
§ 46. Проверка коэффициента трансформации . . . . .	124
§ 47. Проверка группы соединения обмоток . . . . .	128
§ 48. Определение тока и потерь холостого хода . . . . .	130
§ 49. Определение потерь и напряжения короткого замыкания . . . . .	132
 <b>Приложения:</b>	
1. Запасные части для трансформаторов . . . . .	135
2. Форма технической ведомости ревизии или капитального ремонта трансформатора . . . . .	136
3. Номинальные мощности, напряжения обмоток, схемы и группы соединения обмоток трансформаторов в исполнении завода МОТЭЗ (по ГОСТ 4815) . . . . .	139

4. Номинальные мощности и сочетания напряжений обмоток трансформаторов в исполнении МТЗ по ГОСТ 401—41 (каталог 1941 г.) . . . . .	140
5. Номинальные мощности, сочетания напряжений, обмоток, схемы и группы соединений обмоток трансформаторов в исполнении МТЗ по ГОСТ 401—41 (каталог 1948 г.) . . . . .	141
6. Характеристики трансформаторов в исполнении завода МОТЭЗ по ОСТ 4815 . . . . .	142
7. Характеристики трансформаторов в исполнении МТЗ по ГОСТ 401—41 (каталог 1941 г.) . . . . .	144
8. Характеристики трансформаторов в исполнении МТЗ по ГОСТ 401—41 (каталог 1948 г.) . . . . .	146
9. Веса и основные размеры трансформаторов в исполнении МОТЭЗ по ОСТ 4815(2) . . . . .	147
10. Веса и основные размеры трансформаторов в исполнении МТЗ по ГОСТ 401—41 (каталог 1941 г.) . . . . .	148
11. Веса и основные размеры трансформаторов в исполнении МТЗ по ГОСТ 401—41 (каталог 1948 г.) . . . . .	149
12. Размеры и допускаемые нагрузки стержней проходных изоляторов для силовых трансформаторов . . . . .	149
13. Допустимый ток в шинных вводах, работающих в воздухе . . . . .	150
14. Применение карбинольного клея при ремонте трансформаторов . . . . .	150
15. Минимальные изоляционные расстояния в мм между токоведущими частями от токоведущих до заземленных частей и толщина изоляции отводов . . . . .	152
16. Минимальные изоляционные размеры в мм главной изоляции трансформатора . . . . .	153
17. Расстояния между обмотками высшего напряжения в свету, при которых междуфазовые перегородки не ставятся . . . . .	154
18. Допустимый ток в круглых отводах, заключенных в прессбачковые трубки и работающих в масле . . . . .	154
19. Допустимый ток в голых отводах, работающих в масле . . . . .	155
20. Данные намагничивающих обмоток при сушке трансформаторов в собственном кожухе без масла под вакуумом . . . . .	155
21. Форма акта приемки трансформатора из ремонта . . . . .	156
22. Техническая документация на силовой трансформатор . . . . .	158
23. Сроки отбора проб масла из трансформаторов . . . . .	158
24. Нормы на свежее сухое масло . . . . .	159
25. Методы испытаний трансформаторного масла . . . . .	160
26. Нормы на эксплуатационное масло . . . . .	160
27. Наименьшие допустимые значения сопротивления изоляции обмоток трансформаторов . . . . .	161
28. Заводские испытательные напряжения в кв для трансформаторов, изготовленных МТЗ. . . . .	161
29. Испытательные напряжения в кв трансформаторов, для которых отсутствуют данные о заводских испытательных напряжениях . . . . .	161
30. Испытательные напряжения для вводов . . . . .	162
31. Проверка групп соединений обмоток при помощи поляромера . . . . .	162
32. Проверка групп соединений обмоток при помощи вольтметра . . . . .	163
Литература . . . . .	164



02

Научн. редактор *А. Н. Тарумов.*

Редактор *Л. Е. Иоселевич*

Технический редактор *О. А. Гурова*

Сдано в набор 26/X 1950 г.

Подписано к печати 14/II 1951 г.

Л 101608.

Формат бумаги 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Тираж 15 000.

Печ. л. 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

Зн. в 1 п. л. 44 000.

Уч.-изд. л. 11,55.

Изд. № 468.

Зак. 2822.

Типография изд-ва Министерства коммунального хоз-ва РСФСР,  
г. Перово, ул. Плющева, 22.