

ООО «КомплектЭнергоСнаб»

109544, город Москва, бульвар Энтузиастов, д. 2, комната 53 Тел.(495) 225-13-01

Свидетельство о регистрации электролаборатории № 14-156/эл-17 от 01.11.17
Свидетельство выдано на основании акта №06-5315/РД-812 от 01.11.2017 комиссии,
назначенной приказом руководителя Северо-Западного управления Ростехнадзора от
13.01.2017 № 7-од

Программа пусконаладочных работ

Строительство тяговой подстанции ТП-М5

"О создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически
связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с
перевозками пассажиров транспортом общего пользования, в муниципальном
образовании городской округ город Ярославль в Ярославской области".

Этап 8 «Строительство системы электроснабжения южного участка трамвайного пути, путепровод
№2 в районе ул. Выставочная – разворотный круг ул. Победы – разворотный круг на ул. Чкалова."

Пусконаладочные работы.

Утверждаю:

Генеральный директор



Васильев А.Г.

Содержание

Основание для проведения работ

Настоящая программа распространяется на _____. Программа применяется в комплекте с рабочей документацией _____.

Основанием для проведения ПНР является договор № _____ от __.__.20__ г. между ООО «КЭС» и ____ «_____» (Приложение 1 к программе ПНР).

Свидетельство СРО № _____ от __.__.20__ г. о допуске к _____ (Приложение 2 к программе ПНР)

Свидетельство о регистрации электролаборатории № 14-156/эл-17 от 01.11.17
Свидетельство выдано на основании акта №06-5315/РД-812 от 01.11.2017 комиссии, назначенной приказом руководителя Северо-Западного управления Ростехнадзора от 13.01.2017 № 7-од

• Цель проведения работ

Целью проведения пусконаладочных работ является наладка оборудования в соответствии с требованиями проектной и технической документации заводоизготовителей, достижение проектных параметров работы, проведение комплексного опробования и подготовка к приемосдаточным испытаниям, а также к надежному и устойчивому функционированию во всех режимах.

Настоящая Программа определяет параметры и объёмы проведения пусконаладочных работ, необходимых для подготовки к комиссионной проверке вентиляционных установок на соответствие требованиям Правил технической эксплуатации (ПТЭ) метрополитенов РФ и других инструкций.

Все пусконаладочные работы (ПНР) проводятся в строгом соответствии с требованиями СП 76.13330, ПУЭ, эксплуатационной документации оборудования.

Пусконаладочные работы включают в себя проверку, регулировку, настройку изделий и комплектующих в строгом соответствии с проектной документацией и требованиями эксплуатационной документации.

Выявленные в процессе пусконаладочных работ замечания устраняет проектная или строительно-монтажная организация в зависимости от их характера.

Дефекты оборудования, выявленные в процессе индивидуальных испытаний и наладки, должны устраняться Заказчиком (или предприятием-изготовителем) до приемки объекта в эксплуатацию.

Пусконаладочные работы заканчиваются комплексным опробованием каждой установки систем вентиляции, приемосдаточными испытаниями и оформляются соответствующими протоколами измерений технологических параметров, проверок и актами комплексных испытаний.

- **Порядок проведения работ**

Пусконаладочные работы проводятся в три этапа

Первый этап

Изучение проектной документации, выданной заказчиком, функциональных и принципиальных электрических схем, технических описаний, паспортов и инструкций по эксплуатации на узлы и устройства, входящих в состав электрооборудования;

Разработка Программы проведения работ с учетом мероприятий по технике безопасности;

Проверка на соответствие смонтированного оборудования проектной документации, предмонтажная ревизия оборудования, проверка соответствия технических характеристик аппаратуры, приборов и электрооборудования требованиям, установленным в паспортах и инструкциях по эксплуатации заводов-изготовителей;

Выдача заказчику выявленных замечаний по проекту и оборудованию;

Подготовка парка измерительной и испытательной аппаратуры на основании изученных характеристик электротехнического оборудования.

Второй этап

Настройка параметров и характеристик приборов и оборудования, опробование схем управления, защиты и сигнализации.

Проведение испытаний технологического оборудования с уточнением параметров, характеристик и уставок защиты электроустановок после окончания индивидуальных испытаний электрооборудования.

Оформление акта технической готовности электротехнического, электронного и технологического оборудования для проведения комплексного опробования.

Третий этап

Проведение комплексного опробования оборудования;

Пусконаладочные работы по настройке взаимодействия узлов и систем электрооборудования в различных режимах с целью обеспечения заданных параметров всего технологического комплекса;

Опробование всего оборудования по полной схеме на холостом ходу и под нагрузкой во всех режимах работы;

Оформление отчетной и приемо-сдаточной документации, протоколов испытаний (измерений) по результатам выполненных пусконаладочных работ.

Работа завершается подписанием Акта приемки пусконаладочных работ.

- **Объем и состав работ**

Изучение технической документации

Изучение инструкций заводов-изготовителей по монтажу оборудования, приборов и механизмов.

Изучение технических описаний, паспортов и инструкций по наладке и эксплуатации на узлы и устройства, входящие в состав электрооборудования.

Изучение структурных, функциональных, принципиальных и монтажных схем на электрооборудование систем ТП.

Обследование систем ТП и помещений, для обслуживания которых монтируется оборудование.

Проверка правильности выполненных электромонтажных работ в электрооборудовании

Проведение визуального осмотра смонтированного оборудования на предмет механических повреждений.

Проверка надежности монтажных соединений подходящих кабелей и внутренних цепей электрооборудования ТП.

Проверка работоспособности органов управления и элементов индикации на оборудовании.

Устранение обнаруженных дефектов.

Проверка выполненных монтажных работ на соответствие принципиальным схемам и проектной документации.

Подготовка необходимых для испытаний приборы и инструментов;

Проверка приборов и средств автоматики и проведение необходимой регулировки.

Пусконаладочные работы РУ 6 кВ

Силовые и измерительные трансформаторы

Вакуумный высоковольтный выключатель

Заземляющий разъединитель

Схемы управления вакуумными силовыми выключателями

Оперативные блокировки

Микропроцессорные устройства защиты

Дуговая защита
Сигнализация
Счётчики электроэнергии
Блок индикации напряжения
Связи между ячейками
Комплексная проверка

Испытания повышенным напряжением РУ 6 кВ

Силовые трансформаторы
Измерительные трансформаторы
Шины 6 кВ
Вакуумный силовой выключатель
Цепи вторичной коммутации

Пусконаладочные работы РУ 600 В

Выключатель постоянного тока быстродействующий
Основной и заземляющий разъединители
Ячейка катодного выключателя
Ячейка фидера
Ячейка резервного выключателя
Оперативные блокировки
Функциональные релейно-контактные группы
Шины сигнализации
Межъячеечные связи
Комплексная проверка

Испытания повышенным напряжением РУ 600 В

Шины 600 В

Выключатель постоянного тока быстродействующий

Цепи вторичной коммутации
Пусконаладочные работы выпрямительных агрегатов
Оперативные блокировки
Схема защиты и контроля выпрямителя
Испытания и пусконаладочные работы ЩСН 0,4 кВ
Состав и объемы работ приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Состав и объемы работ

№ п.п.	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
--------	--------------	----------	--------	------------

Раздел 1. Устройство распределительное РУ 6кВ				
Ячейка трансформатора собственных нужд ТСН-1 -2шт.				
1	Разъединитель трехполюсный напряжением, кВ, до: 20	шт	2	
2	Трансформатор силовой сухой: трехфазный напряжением до 11 кВ	шт	2	
3	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	2	
4	Дуговая защита секций: комплектных распределительных устройств (КРУ)	компл	2	
5	Функциональная группа управления релейно-контакторная с общим числом внешних блокировочных связей: до 100	шт	2	
6	Схема образования участка сигнализации (центральной, технологической, местной, аварийной, предупредительной и др.)	участок	2	
7	Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 35 кВ	испытание	6	
8	Испытание: обмотки трансформатора силового	испытание	4	
9	Испытание герметичной кабельной проходки	испытание	2	
10	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	10	
11	Автоматизированная система управления I категории технической сложности с количеством каналов (Кобщ): 40	система	2	
Ячейка трансформатора напряжения №1 и №2 -2 шт.				

12	Трансформатор напряжения измерительный трехфазный напряжением: до 11 кВ	шт	2	
13	Разъединитель трехполюсный напряжением: до 20 кВ	шт	4	
14	Измерение токов утечки: или пробивного напряжения разрядника	измерение	6	
15	Схема электромагнитной блокировки коммутационных аппаратов, количество блокируемых аппаратов: до 5	шт	2	
16	Дуговая защита секций: комплектных распределительных устройств (КРУ)	комп	2	
17	Схема образования участка сигнализации (центральной, технологической, местной, аварийной, предупредительной и др.)	участок	2	
18	Испытание: первичной обмотки трансформатора измерительного	испытание	2	
19	Испытание: вторичной обмотки трансформатора измерительного	испытание	4	
20	Схема электромагнитной блокировки коммутационных аппаратов, количество блокируемых аппаратов: до 5	шт	2	
21	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	8	
Ячейка Ввода 1, Ввода 2 -2 шт.				
22	Выключатель: автоматический с электромагнитным дутьем или вакуумный и элегазовый напряжением до 11 кВ	шт	2	
23	Снятие характеристик коммутационных аппаратов: временных	шт	2	
24	Трансформатор тока измерительный выносной напряжением: до 11 кВ, с твердой изоляцией	шт	6	

25	Разъединитель трехполюсный напряжением: до 20 кВ	шт	2	
26	Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ): при количестве присоединений до четырех	компл.	2	
27	Двухфазная токовая отсечка: и МТЗ с независимой выдержкой времени (комплект КЗ-13)	компл.	2	
28	Устройство трехфазное ТАПВ: однократного действия	шт	2	
29	Защита минимального напряжения с блокировкой по составляющим обратной последовательности	компл.	2	
30	Максимальная токовая защита от замыканий на «землю» (комплект КЗ-7)	компл.	2	
31	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	2	
32	Дуговая защита секций: комплектных распределительных устройств (КРУ)	комп	2	
33	Функциональная группа управления релейно-контакторная с общим числом внешних блокировочных связей: до 100	шт	2	
34	Схема образования участка сигнализации (центральной, технологической, местной, аварийной, предупредительной и др.)	участок	2	
35	Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 35 кВ	испытание	10	
36	Испытание: первичной обмотки трансформатора измерительного	испытание	6	
37	Испытание: вторичной обмотки трансформатора измерительного	испытание	12	
38	Испытание герметичной кабельной проходки	испытание	2	
39	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	10	

40	Испытание кабеля силового длиной до 500 м напряжением: до 10 кВ	испытание	2	
41	Испытание кабеля силового длиной до 500 м напряжением до 1 кВ	испытание	2	
42	Агрегат, включающий в себя механизмы, связанные между собой блокировочными связями, смонтированные: предприятием-изготовителем, в количестве до 2 шт.	компл.	2	
43	Автоматизированная система управления I категории технической сложности с количеством каналов (Кобщ): 40	система	2	
Ячейка ПВА1,ПВА2-2шт.;				
44	Выключатель: автоматический с электромагнитным дутьем или вакуумный и элегазовый напряжением до 11 кВ	шт	2	
45	Снятие характеристик коммутационных аппаратов: временных	шт	2	
46	Трансформатор тока измерительный выносной напряжением: до 11 кВ, с твердой изоляцией	шт	6	
47	Разъединитель трехполюсный напряжением: до 20 кВ	шт	2	
48	Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ): при количестве присоединений до четырех	компл.	2	
49	Двухфазная токовая отсечка: и МТЗ с независимой выдержкой времени (комплект КЗ-13)	компл.	2	
50	Устройство трехфазное ТАПВ: однократного действия	шт	2	

51	Защита минимального напряжения с блокировкой по составляющим обратной последовательности	компл.	2	
52	Максимальная токовая защита от замыканий на «землю» (комплект КЗ-7)	компл.	2	
53	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	2	
54	Дуговая защита секций: комплектных распределительных устройств (КРУ)	комп	2	
55	Функциональная группа управления релейно-контакторная с общим числом внешних блокировочных связей: до 100	шт	2	
56	Схема образования участка сигнализации (центральной, технологической, местной, аварийной, предупредительной и др.)	участок	2	
57	Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 35 кВ	испытание	10	
58	Испытание: первичной обмотки трансформатора измерительного	испытание	6	
59	Испытание: вторичной обмотки трансформатора измерительного	испытание	12	
60	Испытание герметичной кабельной проходки	испытание	2	
61	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	10	
62	Испытание кабеля силового длиной до 500 м напряжением: до 10 кВ	испытание	2	
63	Испытание кабеля силового длиной до 500 м напряжением до 1 кВ	испытание	2	
64	Автоматизированная система управления I категории технической	система	2	

	сложности с количеством каналов (Кобщ): 40			
Ячейка секционного выключателя и разъединителя-1шт.				
65	Выключатель: автоматический с электромагнитным дугогасительным или вакуумный и элегазовый напряжением до 11 кВ	шт	1	
66	Снятие характеристик коммутационных аппаратов: временных	шт	1	
67	Разъединитель трехполюсный напряжением: до 20 кВ	шт	3	
68	Трансформатор тока измерительный выносной напряжением: до 11 кВ, с твердой изоляцией	шт	3	
69	Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ): при количестве присоединений до четырех	компл.	1	
70	Двухфазная токовая отсечка: и МТЗ с независимой выдержкой времени (комплект КЗ-13)	компл.	1	
71	Устройство трехфазное ТАПВ: однократного действия	шт	1	
72	Устройство АВР: со схемой восстановления напряжения	шт	1	
73	Измерение переходных сопротивлений постоянному току контактов шин распределительных устройств напряжением до 35 кВ	измерение	15	
74	Схема электромагнитной блокировки коммутационных аппаратов, количество блокируемых аппаратов: до 5	шт	2	

75	Защита минимального напряжения с блокировкой по составляющим обратной последовательности	компл.	1	
76	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	2	
77	Дуговая защита секций: комплектных распределительных устройств (КРУ)	комп	2	
78	Фазировка электрической линии или трансформатора с сетью напряжением: до 1 кВ	шт	1	
79	Измерение токов утечки: или пробивного напряжения разрядника	измерение	3	
80	Функциональная группа управления релейно-контакторная с общим числом внешних блокировочных связей: до 5	шт	1	
81	Схема образования участка сигнализации (центральной, технологической, местной, аварийной, предупредительной и др.)	участок	1	
82	Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 35 кВ	испытание	6	
83	Испытание: первичной обмотки трансформатора измерительного	испытание	3	
84	Испытание: вторичной обмотки трансформатора измерительного	испытание	6	
85	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	5	
86	Автоматизированная система управления I категории технической сложности с количеством каналов (Кобщ): 40	система	1	
Электромагнитная блокировка РУ-6кВ				

87	Схема электромагнитной блокировки коммутационных аппаратов, количество блокируемых аппаратов: до 10	шт	20	
88	Схема электромагнитной блокировки коммутационных аппаратов, количество блокируемых аппаратов: до 5	шт	20	
89	Измерение переходных сопротивлений постоянному току контактов шин распределительных устройств напряжением до 35 кВ	измерение	15	
Раздел 2. Сухие силовые трансформаторы				
Тяговый Трансформатор ТТ1,ТТ2 ТСП-1600/6 -ГТ У3 -2шт.				
90	Трансформатор силовой трехфазный масляный трехобмоточный напряжением: до 11 кВ, мощностью свыше 1,6 МВА	шт	2	
91	Измерение сопротивления изоляции мегаомметром: кабельных и других линий напряжением до 1 кВ, предназначенных для передачи электроэнергии к распределительным устройствам, щитам, шкафам, коммутационным аппаратам и электропотребителям	шт	12	
92	Измерение переходных сопротивлений постоянному току контактов шин распределительных устройств напряжением: до 10 кВ	измерение	8	
93	Фазировка электрической линии или трансформатора с сетью напряжением: до 1 кВ	шт	4	

94	Устройство подогрева воздушного выключателя с одним нагревательным элементом	шт	2	
95	Снятие, обработка и анализ: векторных диаграмм	шт	2	
96	Схема образования участка сигнализации (центральной, технологической, местной, аварийной, предупредительной и др.)	участок	2	
97	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	8	
98	Испытание: обмотки трансформатора силового	испытание	6	
Раздел 3. Блок тягового выпрямителя				
Выпрямитель В-ТПЕД-2,0к-600 М 2шт.				
99	Преобразователь диодный, ток: до 5000 А	шт	2	
100	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	2	
101	Фазировка электрической линии или трансформатора с сетью напряжением, кВ: до 1	шт	2	
102	Защита от междуфазных коротких замыканий и направленная от замыканий на "землю": двухступенчатая ЭПЗ-1640 или ЭПЗ-1641	компл.	2	
103	Защита с реле: ЗЗП-1	компл.	2	
104	Измерение переходных сопротивлений постоянному току контактов шин распределительных устройств напряжением до 35 кВ	измерение	12	
105	Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 35 кВ	испытание	4	

106	Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 1 кВ (силовых цепей)	испытание	4	
Раздел 4. РУ-600В				
Ячейка катодного выключателя KB1,KB2- 2шт.				
107	Выключатель: автоматический с электромагнитным дутьем или вакуумный и элегазовый напряжением до 11 кВ	шт	2	
108	Снятие характеристик коммутационных аппаратов: временных	шт	2	
109	Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ): при количестве присоединений до четырех	компл.	2	
110	Двухфазная токовая отсечка: и МТЗ с независимой выдержкой времени (комплект КЗ-13)	компл.	2	
111	Устройство АВР: со схемой восстановления напряжения	шт	2	
112	Защита минимального напряжения с блокировкой по составляющим обратной последовательности	компл.	2	
113	Элемент "усиление-преобразование" с числом "вход-выход" до 5: без органов настройки	шт	2	
114	Выключатель трехполюсный: с электромагнитным, тепловым или комбинированным расцепителем, номинальный ток, А, до: 50	компл.	6	
115	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	2	
116	Измерение переходных сопротивлений постоянному току контактов шин	измерение	2	

	распределительных устройств напряжением до 10 кВ			
117	Схема образования участка сигнализации (центральной, технологической, местной, аварийной, предупредительной и др.)	участок	2	
118	Испытание герметичной кабельной проходки	испытание	4	
119	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	8	
120	Автоматизированная система управления I категории технической сложности с количеством каналов (Кобщ): 40	система	2	
Ячейка фидера 3шт.				
121	Выключатель постоянного тока быстродействующий, номинальный ток, А, до: 6300	шт	3	
122	Разъединитель трехполюсный напряжением: до 20 кВ(с электроприводом) (к=0,85 для однополюсного)	шт	3	
123	Измерение токов утечки: или пробивного напряжения разрядника	измерение	3	
124	Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ): при количестве присоединений до четырех	компл.	3	
125	Двухфазная токовая отсечка: и МТЗ с независимой выдержкой времени (комплект КЗ-13)	компл.	3	
126	Устройство трехфазное ТАПВ: однократного действия	шт	3	
127	Защита минимального напряжения с блокировкой по составляющим обратной последовательности	компл.	3	

128	Элемент "усиление-преобразование" с числом "вход-выход" до 5: без органов настройки	шт	3	
129	Выключатель трехполюсный: с электромагнитным, тепловым или комбинированным расцепителем, номинальный ток, А, до: 50	шт	12	
130	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	3	
131	Фазировка электрической линии или трансформатора с сетью напряжением: до 1 кВ	шт	3	
132	Схема образования участка сигнализации (центральной, технологической, местной, аварийной, предупредительной и др.)	участок	3	
133	Испытание герметичной кабельной проходки	испытание	3	
134	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	15	
135	Автоматизированная система управления I категории технической сложности с количеством каналов (Кобщ): 40	система	3	
Ячейка запасного выключателя - 1 шт.				
136	Выключатель постоянного тока быстродействующий, номинальный ток, А, до: 6300	шт	1	
137	Выключатель трехполюсный: с электромагнитным, тепловым или комбинированным расцепителем, номинальный ток, А, до: 50	шт	2	
138	Снятие характеристик коммутационных аппаратов: скоростных	шт	1	

139	Разъединитель трехполюсный напряжением: до 20 кВ (с электроприводом) ($k=0,85$ для однополюсного)	шт	1	
140	Функциональная группа с общим числом внешних блокировочных связей до: 20	шт	1	
141	Элемент "усиление-преобразование" с числом "вход-выход" до 5: без органов настройки	шт	1	
142	Защита с реле: УСЗ-1, УСЗ-2, УСЗ-3	компл.	1	
143	Устройство ТАПВ: двухкратного действия	шт	1	
144	Технологический комплекс, включающий в себя агрегаты в количестве, шт., до: 5	компл.	1	
145	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	1	
146	Измерение переходных сопротивлений постоянному току контактов шин распределительных устройств напряжением до 10 кВ	измерение	4	
147	Испытание сборных и соединительных шин напряжением: до 11 кВ	испытание	2	
148	Испытание кабеля силового длиной до 500 м напряжением: до 10 кВ	испытание	2	
149	Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 1 кВ (силовых цепей)	испытание	2	
150	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	5	
Шкаф реле земляной защиты - 2шт.				
151	Выключатель трехполюсный: с электромагнитным, тепловым или комбинированным расцепителем, номинальный ток, А, до: 50	шт	1	

152	Датчик с числом цепей управления до: 15	шт	2	
153	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	2	
154	Фазировка электрической линии или трансформатора с сетью напряжением, кВ: до 1	шт	1	
155	Выпрямительный блок питания (токовый или напряжения) для питания цепей защиты, управления и сигнализации мощностью до 1 кВА: без стабилизации выходного напряжения	шт	1	
Раздел 5. РУОШ-600 В				
Ячейка заземляющего разъединителя - 1шт.				
156	Электродвигатель асинхронный с короткозамкнутым ротором, напряжением, кВ: до 1	шт	1	
157	Разъединитель трехполюсный напряжением, кВ, до: 20	шт	1	
158	Измерение токов утечки: или пробивного напряжения разрядника	измерение	1	
159	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	1	
160	Функциональная группа с общим числом внешних блокировочных связей до: 5	шт	1	
161	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	5	
162	Испытание герметичной кабельной проходки	испытание	1	
163	Схема электромагнитной блокировки коммутационных аппаратов, количество блокируемых аппаратов: до 5	шт	1	
Ячейка анодного разъединителя AP2.				

164	Электродвигатель асинхронный с короткозамкнутым ротором, напряжением, кВ: до 1	шт	2	
165	Разъединитель трехполюсный напряжением, кВ, до: 20	шт	2	
166	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	2	
167	Функциональная группа с общим числом внешних блокировочных связей до: 5	шт	2	
168	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	10	
169	Испытание герметичной кабельной проходки	испытание	2	
170	Схема электромагнитной блокировки коммутационных аппаратов, количество блокируемых аппаратов: до 5	шт	2	
Ячейка линейного разъединителя ЛР-3				
171	Электродвигатель асинхронный с короткозамкнутым ротором, напряжением, кВ: до 1	шт	3	
172	Разъединитель трехполюсный напряжением, кВ, до: 20	шт	3	
173	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	3	
174	Функциональная группа с общим числом внешних блокировочных связей до: 5	шт	3	
175	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	15	
176	Испытание герметичной кабельной проходки	испытание	3	
Шкаф блокировок и внешних подключений (ШБВП) -1шт.				
177	Выключатель трехполюсный: с электромагнитным, тепловым или	шт	3	

	комбинированным расцепителем, номинальный ток, А, до: 50			
178	Программируемый микропроцессорный комплекс	шт	1	
179	Датчик с числом цепей управления до: 15	шт	2	
180	Схема разводки трехпроводной системы с количеством панелей (шкафов, ячеек): до 2	схема	1	
181	Фазировка электрической линии или трансформатора с сетью напряжением, кВ: до 1	шт	1	
182	Выпрямительный блок питания (токовый или напряжения) для питания цепей защиты, управления и сигнализации мощностью до 1 кВА: без стабилизации выходного напряжения	шт	1	
Раздел 6. Шкаф собственных нужд				
ШСН-2шт.				
183	Трансформатор силовой однофазный масляный напряжением: до 1 кВ	шт	1	
184	Разъединитель трехполюсный напряжением, кВ, до: 20	шт	2	
185	Выключатель трехполюсный: с электромагнитным, тепловым или комбинированным расцепителем, номинальный ток, А, до: 50	шт	4	
186	Схема образования участка сигнализации (центральной, технологической, местной, аварийной, предупредительной и др.)	участок	1	
187	Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 1 кВ (силовых цепей)	испытание	2	

188	Устройство АВР: со схемой восстановления напряжения	шт	1	
189	Испытание кабеля силового длиной до 500 м напряжением: до 10 кВ	испытание	4	
190	Присоединение с количеством взаимосвязанных устройств до 5 шт.	присоединение	1	
191	Испытание сборных и соединительных шин напряжением: до 11 кВ	испытание	4	
Шкаф телемеханики				
192	Автоматизированная система управления I категории технической сложности с количеством каналов (Кобщ): 40	система	12	
193	Контур регулирования параметров: 1: с числом органов настройки до 5	шт	1	
194	Схема образования участка сигнализации (центральной, технологической, местной, аварийной, предупредительной и др.)	участок	1	
195	Выпрямительный блок питания (токовый или напряжения) для питания цепей защиты, управления и сигнализации мощностью до 1 кВА: со стабилизацией выходного напряжения	шт	1	
196	Трансформатор напряжением до 1 кВ	шт	2	
197	Испытание цепи вторичной коммутации	испытание	2	
198	Фазировка электрической линии или трансформатора с сетью напряжением, кВ: св. 1	шт	1	
Окончание таблицы 4.1				

- **График производства работ**

График производства работ приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1. График производства работ

9.	Наладка оборудования собственных нужд переменного тока (силовые и освещение)	%	100									
10	Наладка оборудования собственных нужд постоянного тока	%	100									

- Методика проведения испытаний**

Электрические аппараты, вторичные цепи и электропроводки напряжением до 1 кВ

Электрические аппараты и вторичные цепи схем защит, управления, сигнализации и измерения испытываются в объеме, предусмотренном настоящим параграфом. Электропроводки напряжением до 1 кВ от распределительных пунктов до электроприемников испытываются по п.1.

Измерение сопротивления изоляции.

Сопротивление изоляции должно быть не менее значений, приведенных в табл. 6.1.

Таблица 6.1.

Допустимые значения сопротивления изоляции

Испытуемый элемент	Напряжение мегаомметра, В	Наименьшее допустимое значение сопротивления изоляции, МОм
1. Шины постоянного тока на щитах управления и в распределительных устройствах (при отсоединенных цепях)	500-1000	10
2. Вторичные цепи каждого присоединения и цепи питания приводов выключателей и разъединителей	500-1000	1
3. Цепи управления, защиты, автоматики и измерений, а также цепи возбуждения	500-1000	1

машин постоянного тока, присоединенные к силовым цепям		
4. Вторичные цепи и элементы при питании от отдельного источника или через разделительный трансформатор, рассчитанные на рабочее напряжение 60 В и ниже	500	0,5
5. Электропроводки, в том числе осветительные сети	1000	0,5
6. Распределительные устройства, щиты и токопроводы (шинопроводы)	500-1000	0,5

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты.

Испытательное напряжение для вторичных цепей схем защиты, управления, сигнализации и измерения со всеми присоединительными аппаратами (автоматические выключатели, магнитные пускатели, контакторы, реле, приборы и т.п.) 1 кВ. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

Проверка действия автоматических выключателей.

Проверка сопротивления изоляции. Производится у выключателей на номинальный ток 400 А и более. Значение сопротивления изоляции - не менее 1 МОм.

Проверка действия расцепителей. Проверяется действие расцепителя мгновенного действия. Выключатель должен срабатывать при токе не более 1,1 верхнего значения тока срабатывания выключателя, указанного заводом-изготовителем.

В электроустановках, выполненных по требованиям раздела 7 ПУЭ, глав 7.1 и 7.2, проверяются все вводные и секционные выключатели, выключатели цепей аварийного освещения, пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, а также не менее 2% выключателей распределительных и групповых сетей.

В других электроустановках испытываются все вводные и секционные выключатели, выключатели цепей аварийного освещения, пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, а также не менее 1% остальных выключателей.

Проверка производится в соответствии с указаниями заводов-изготовителей. При выявлении выключателей, не отвечающих установленным требованиям, дополнительно проверяется удвоенное количество выключателей.

Проверка работы автоматических выключателей и контакторов при пониженном и номинальном напряжениях оперативного тока.

Значение напряжения срабатывания и количество операций при испытании автоматических выключателей и контакторов многократными включениями и отключениями приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2.

Испытание контакторов и автоматических выключателей многократными включениями и отключениями

Операция	Напряжение оперативного тока, % номинального	Количество операций
Включение	90	5
Отключение	80	5

Устройства защитного отключения (УЗО), выключатели дифференциального тока (ВДТ) проверяются в соответствии с указаниями завода-изготовителя.

Проверка релейной аппаратуры. Проверка реле защиты, управления, автоматики и сигнализации и других устройств производится в соответствии с действующими инструкциями. Пределы срабатывания реле на рабочих уставках должны соответствовать расчетным данным.

Проверка правильности функционирования полностью собранных схем при различных значениях оперативного тока.

Все элементы схем должны надежно функционировать в предусмотренной проектом последовательности при значениях оперативного тока, приведенных в табл. 6.3.

Таблица 6.3.

Напряжение оперативного тока, при котором должно обеспечиваться нормальное функционирование схем

Испытуемый объект	Напряжение оперативного тока, % номинального	Примечание
Схемы защиты и сигнализации в установках напряжением выше 1кВ	80, 100	-
Схемы управления в установках напряжением выше 1 кВ: испытание на включение	90, 100	-
то же, но на отключение	80, 100	-
Релейно-контакторные схемы в установках напряжением до 1кВ	90, 100	Для простых схем кнопка - магнитный пускатель проверка работы на пониженном напряжении не производится.
Бесконтактные схемы на логических элементах	85, 100, 110	Изменение напряжения производится на входе в блок питания.

Вакуумные выключатели

Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления.

Измерение производится согласно указаниям раздела 6.1.

Испытание изоляции повышенным напряжением частоты 50 Гц.

- Испытание изоляции выключателя.

Значение испытательного напряжения принимается согласно табл. 6.4.

- Испытание изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления.

Испытания производятся согласно указаниям раздела 6.1.

Проверка минимального напряжения срабатывания выключателя.

Электромагниты управления вакуумных выключателей должны срабатывать:

- электромагниты включения при напряжении не более $0,85 \cdot U_{ном}$;
- электромагниты отключения при напряжении не более $0,7 \cdot U_{ном}$.

Таблица 6.4.

Испытательное напряжение промышленной частоты для внешней изоляции аппаратов

Класс напряжения, кВ	Испытательное напряжение, кВ, для аппаратов с изоляцией			
	нормальной керамической	нормальной органической	облегченной керамической	облегченной органической
3	24	21,6	13	11,7
6	32	28,8	21	18,9
10	42	37,8	32	28,8
15	55	49,5	48	43,2
20	65	58,5	-	-
35	95	85,5	-	-

Испытание выключателей многократными опробованиями.

Число операций и сложных циклов, подлежащих выполнению выключателем при номинальном напряжении на выводах электромагнитов, должно составлять:

- 3-5 операций включения и отключения;
- 2-3 цикла ВО без выдержки времени между операциями.

Измерение сопротивления постоянному току, измерение временных характеристик выключателей, измерение хода подвижных частей и одновременности замыкания контактов.

Производятся, если это требуется инструкцией завода-изготовителя

Измерительные трансформаторы тока

Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления основной изоляции трансформаторов тока, изоляции измерительного конденсатора и вывода последней обкладки бумажно-масляной изоляции конденсаторного типа производится мегаомметром на 2500 В.

Измерение сопротивления вторичных обмоток и промежуточных обмоток каскадных трансформаторов тока относительно цоколя производится мегаомметром на 1000 В.

Измеренные значения сопротивления изоляции должны быть не менее приведенных в табл. 6.5.

Таблица 6.5.

Сопротивление изоляции каскадных трансформаторов тока

Класс напряжения, кВ	Допустимые сопротивления изоляции, МОм, не менее				
	Основная изоляция	Измерительный вывод	Наружные слои	Вторичные обмотки	Промежуточные обмотки
3-35	1000	-	-	50(1)	-
110-220	3000	-	-	50(1)	-
330-750	5000	3000	1000	50(1)	1

У каскадных трансформаторов тока сопротивление изоляции измеряется для трансформатора тока в целом. При неудовлетворительных результатах таких измерений сопротивление изоляции дополнительно измеряется по ступеням.

Измерение $\tan \delta$ изоляции.

Измерения $\tan \delta$ трансформаторов тока с основной бумажно-масляной изоляцией производятся при напряжении 10 кВ.

Измеренные значения, приведенные к температуре 20 °С, должны быть не более указанных в табл. 6.6.

Таблица 6.6.

Значения $\tan \delta$ основной изоляции трансформаторов тока

Тип изоляции	Предельные значения $\tan \delta$, %, основной изоляции трансформаторов тока на номинальное						
	3-15	20-35	110	220	330	500	750
Бумажно-бакелитовая	3,0	2,5	2,0	-	-	-	-
Основная бумажно-масляная и конденсаторная изоляция	-	2,5	2,0	1,0	Не более 150% от измеренного на заводе, но не выше 0,8		

У каскадных трансформаторов тока $\tan \delta$ основной изоляции измеряется для трансформатора тока в целом. При неудовлетворительных результатах таких измерений $\tan \delta$ основной изоляции дополнительно производится измерение по ступеням.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты 50 Гц.

Испытание повышенным напряжением основной изоляции.

Значения испытательного напряжения основной изоляции приведены в табл. 6.4. Длительность испытания трансформаторов тока - 1 мин.

Допускается проведение испытаний трансформаторов тока совместно с ошиновкой. Трансформаторы тока напряжением более 35 кВ не подвергаются испытаниям повышенным напряжением.

Испытание повышенным напряжением изоляции вторичных обмоток.

Значение испытательного напряжения для изоляции вторичных обмоток вместе с присоединенными к ним цепями принимается равным 1 кВ.

Продолжительность приложения испытательного напряжения - 1 мин.

Снятие характеристик намагничивания.

Характеристика снимается повышением напряжения на одной из вторичных обмоток до начала насыщения, но не выше 1800 В.

При наличии у обмоток ответвлений характеристика снимается на рабочем ответвлении.

Снятая характеристика сопоставляется с типовой характеристикой намагничивания или с характеристиками намагничивания исправных трансформаторов тока, одностипных с проверяемыми.

Отличия от значений, измеренных на заводе-изготовителе, или от измеренных на исправном трансформаторе тока, одностипном с проверяемым, не должны превышать 10%.

Допускается снятие только трех контрольных точек.

Измерение коэффициента трансформации.

Отклонение измеренного коэффициента от указанного в паспорте или от измеренного на исправном трансформаторе тока, одностипном с проверяемым, не должно превышать 2%.

Измерение сопротивления вторичных обмоток постоянному току.

Измерение проводится у трансформаторов тока на напряжение 110 кВ и выше.

Отклонение измеренного сопротивления обмотки постоянному току от паспортного значения или от измеренного на других фазах не должно превышать 2%. При сравнении измеренного значения с паспортными данными измеренное значение сопротивления должно приводиться к заводской температуре. При сравнении с другими фазами измерения на всех фазах должны проводиться при одной и той же температуре.

Испытания трансформаторного масла.

При вводе в эксплуатацию трансформаторов тока трансформаторное масло должно быть испытано в соответствии с требованиями табл. 6.7. пп.1-6, а у герметичных и по п.10.

Таблица 6.7.

Предельно допустимые значения показателей качества трансформаторного масла

Показатель качества масла и номер стандарта на метод испытания	Свежее сухое масло перед заливкой в оборудование	Масло непосредственно после заливки в оборудование
1. Пробивное напряжение по ГОСТ 6581-75, (кВ) не менее, электрооборудование:		
до 15 кВ включительно	30	25
до 35 кВ включительно	35	30
от 60 кВ до 150 кВ	60	55
от 220 кВ до 500 кВ	65	60
2. Кислотное число ГОСТ 5985-79 мг КОН на 1 г масла, не более, электрооборудование:		
до 220 кВ	0,02	0,0
выше 220 кВ	0,01	0,01
3. Температура вспышки в закрытом тигле по ГОСТ 6356-75, °С, не ниже	135	135
4. Влагосодержание по ГОСТ 7822-75, % массы (г/т), не более ГОСТ 1547-84 качественно	0,001% (10 г/т)	0,001% (10 г/т)
а) трансформаторы с пленочной или азотной защитой, герметичные маслonaполненные вводы и измерительные трансформаторы	0,001 (10)	0,001 (10)

Продолжение таблицы 6.7.

Показатель качества масла и номер стандарта на метод испытания	Свежее сухое масло перед заливкой в оборудование	Масло непосредственно после заливки в оборудование
б) силовые и измерительные трансформаторы без специальных защит масла, негерметичные вводы	0,002% (20)	0,0025% (25)
в) электрооборудование при отсутствии требований предприятий-изготовителей по количественному определению данного показателя	отсутствует	отсутствует
5. Содержание механических примесей ГОСТ 6370-83 и РТМ 17216-71 электрооборудование		
до 220 кВ включительно	отсутствие	отсутствие
свыше 220 кВ, %, не более	0,0008	0,0008
6. Тангенс угла диэлектрических потерь ГОСТ 6581-75, %, не более, при 90 °С	1,7	2,0
7. Водорастворимые кислоты и щелочи по ГОСТ 6307-75	отсутствие	отсутствие
8. Содержание антиокислительной присадки по РД 34.43.105-89	0,2	0,18
9. Температура застывания по ГОСТ 20287-91		
°С, не выше	-45	-
арктическое масло	-60	
10. Газосодержание, % объема, не более, по РД 34.43.107-95	0,5	1,0
11. Стабильность против окисления по ГОСТ 981-75 для силовых и измерительных трансформаторов от 110 до 220 кВ		

а) содержание осадка, % массы, не более	0,01	
б) кислотное число окисленного масла, мг КОН на 1 г масла, не более	0,1	

У маслонаполненных каскадных трансформаторов тока оценка состояния трансформаторного масла в каждой ступени проводится по нормам, соответствующим рабочему напряжению ступени.

Испытание встроенных трансформаторов тока.

Производится по пп.6.3.1, 6.3.3. (2), 6.3.4-6.3.6. Измерение сопротивления изоляции встроенных трансформаторов тока производится мегаомметром на напряжение 1000 В.

Измеренное сопротивление изоляции без вторичных цепей должно быть не менее 10 МОм.

Допускается измерение сопротивления изоляции встроенных трансформаторов тока вместе со вторичными цепями. Измеренное сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм.

Измерительные трансформаторы напряжения

Электромагнитные трансформаторы напряжения.

Измерение сопротивления изоляции обмоток.

Измерение сопротивления изоляции обмотки ВН трансформаторов напряжения производится мегаомметром на напряжение 2500 В.

Измерение сопротивления изоляции вторичных обмоток, а также связующих обмоток каскадных трансформаторов напряжения производится мегаомметром на напряжение 1000 В.

Измеренные значения сопротивления изоляции должны быть не менее приведенных в табл. 6.8.

Таблица 6.8.

Сопротивление изоляции трансформаторов напряжения

Класс напряжения, кВ	Допустимые сопротивления изоляции, МОм, не менее		
	Основная изоляция	Вторичные обмотки*	Связующие обмотки*
3-35	100	50(1)	1
110-500	300	50(1)	1

Испытание повышенным напряжением частоты 50 Гц.

Испытание изоляции обмотки ВН повышенным напряжением частоты 50 Гц проводятся для трансформаторов напряжения с изоляцией всех выводов обмотки ВН этих трансформаторов на номинальное напряжение.

Значения испытательного напряжения основной изоляции приведены в табл. 6.8.

Длительность испытания трансформаторов напряжения - 1 мин.

Значение испытательного напряжения для изоляции вторичных обмоток вместе с присоединенными к ним цепями принимается равным 1 кВ.

Продолжительность приложения испытательного напряжения - 1 мин.

Измерение сопротивления обмоток постоянному току.

Измерение сопротивления обмоток постоянному току производится у связующих обмоток каскадных трансформаторов напряжения.

Отклонение измеренного сопротивления обмотки постоянному току от паспортного значения или от измеренного на других фазах не должно превышать 2%. При сравнении измеренного значения с паспортными данными измеренное значение сопротивления должно приводиться к температуре заводских испытаний. При сравнении с другими фазами измерения на всех фазах должны проводиться при одной и той же температуре.

Испытание трансформаторного масла.

При вводе в эксплуатацию трансформаторов напряжения масло должно быть испытано в соответствии с требованиями табл. 6.7. пп.1-6.

У маслонаполненных каскадных трансформаторов напряжения оценка состояния масла в отдельных ступенях проводится по нормам, соответствующим рабочему напряжению ступени.

Емкостные трансформаторы напряжения.

Испытание конденсаторов делителей напряжения.

Испытание конденсаторов делителей напряжения проводятся в соответствии с требованиями раздела 6.5.

Измерение сопротивления изоляции электромагнитного устройства.

Измерение сопротивления изоляции обмоток проводится мегаомметром на 2500 В.

Сопротивление изоляции не должно отличаться от указанного в паспорте более чем на 30% в худшую сторону, но составлять не менее 300 МОм.

Испытание электромагнитного устройства повышенным напряжением частоты 50 Гц.

Испытаниям подвергается изоляция вторичных обмоток электромагнитного устройства.

Испытательное напряжение - 1,8 кВ.

Длительность приложения напряжения - 1 мин.

Измерение сопротивления обмоток постоянному току.

При вводе в эксплуатацию измерение сопротивления обмоток постоянному току производится на всех положениях переключающего устройства.

Измеренные значения, приведенные к температуре при заводских испытаниях, не должны отличаться от указанных в паспорте более чем на 5%.

Измерение тока и потерь холостого хода.

Измерение тока и потерь холостого хода производится при напряжениях, указанных в заводской документации.

Измеренные значения не должны отличаться от указанных в паспорте более чем на 10%.

Испытание трансформаторного масла из электромагнитного устройства.

Значение пробивного напряжения масла должно быть не менее 30 кВ.

При вводе в эксплуатацию свежее сухое трансформаторное масло для заливки (доливки) электромагнитного устройства должно быть испытано в соответствии с требованиями табл.1.8.33 пп.1-6.

Испытание вентильных разрядников.

Проводятся согласно указаниям раздела 6.6.

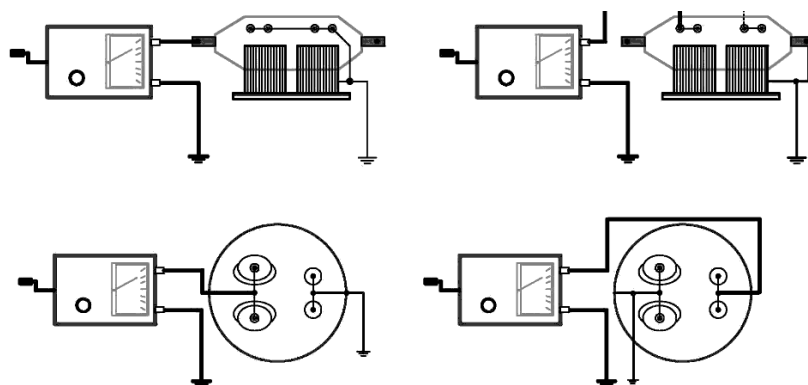


Рис 6.1. Схема измерения сопротивления изоляции трансформаторов

Сборные и соединительные шины

Шины испытываются в объеме:

- на напряжение до 1 кВ - по пп.1, 3-5;
- на напряжение выше 1 кВ - по пп.2-6.

Измерение сопротивления изоляции подвесных и опорных фарфоровых изоляторов.

Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ только при положительной температуре окружающего воздуха.

Сопротивление каждого изолятора или каждого элемента многоэлементного изолятора должно быть не менее 300 МОм.

Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты.

Испытание изоляции проводится согласно табл. 6.9.

Продолжительность испытания - 1 мин.

Таблица 6.9.

Испытательное напряжение промышленной частоты изоляции токопроводов

Класс напряжения, кВ	Испытательное напряжение, кВ, токопровода с изоляцией	
	фарфоровой	смешанной (керамической) и из твердых органических материалов
До 0,69	1	1
6	32	28,8
10	42	37,8
15	55	49,5
35	95	85,5

Проверка качества выполнения болтовых контактных соединений.

Производится выборочная проверка качества затяжки контактов и вскрытие 2-3% соединений. Измерение переходного сопротивления контактных соединений следует производить выборочно на 2-3% соединений. Контактные соединения на ток более 1000 А рекомендуется проверять в полном объеме.

Падение напряжения или сопротивление на участке шины (0,7-0,8 м) в месте контактного соединения не должно превышать падения напряжения или сопротивления участка шин той же длины более чем в 1,2 раза.

Проверка качества выполнения опрессованных контактных соединений.

Опрессованные контактные соединения бракуются, если:

- их геометрические размеры (длина и диаметр опрессованной части) не соответствуют требованиям инструкции по монтажу соединительных зажимов данного типа;
- на поверхности соединителя или зажима имеются трещины, следы значительной коррозии и механических повреждений;
- кривизна опрессованного соединителя превышает 3% его длины;
- стальной сердечник опрессованного соединителя смещен относительно симметричного положения более чем на 15% длины прессуемой части провода.

Следует произвести выборочное измерение переходного сопротивления 3-5% опрессованных контактных соединений. Падение напряжения или сопротивление на участке соединения не должно превышать падения напряжения или сопротивления на участке провода той же длины более чем в 1,2 раза.

Контроль сварных контактных соединений.

Сварные контактные соединения бракуются, если непосредственно после выполнения сварки будут обнаружены:

- пережог провода наружного повива или нарушение сварки при перегибе соединенных проводов;

- усадочная раковина в месте сварки глубиной более 1/3 диаметра провода.

Испытание проходных изоляторов.

Производится в соответствии с 6.7.

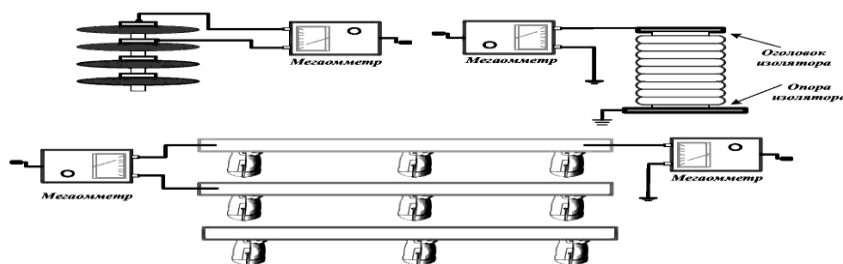


Рис. 6.2. Схема измерения сопротивления изоляции шинопроводов

Вентильные разрядники и ограничители перенапряжений

Измерение сопротивления разрядников и ограничителей перенапряжения.

Измерение проводится:

- на разрядниках и ОПН с номинальным напряжением менее 3 кВ - мегаомметром на напряжение 1000 В.
- на разрядниках и ОПН с номинальным напряжением 3 кВ и выше - мегаомметром на напряжение 2500 В.

Сопротивление разрядников РВН, РВП, РВО, CZ должно быть не менее 1000 МОм.

Сопротивление элементов разрядников РВС должно соответствовать требованиям заводской инструкции.

Сопротивление элементов разрядников РВМ, РВРД, РВМГ, РВМК должно соответствовать значениям, указанным в таблице 6.10.

Таблица 6.10

Значение сопротивлений вентильных разрядников

Тип разрядника или элемента	Сопротивление, МОм	
	не менее	не более
РВМ-3	15	40
РВМ-6	100	25
РВМ-10	170	450
РВМ-15	600	2000
РВМ-20	1000	10000
Элемент разрядника РВМГ		
110М	400	2500
150М	400	2500
220М	400	2500
330М	400	2500
400	400	2500
500	400	2500
Основной элемент разрядника РВМК-330, 500	150	500
Вентильный элемент разрядника РВМК-330,500	0,010	0,035

Продолжение таблицы 6.10.

Тип разрядника или элемента	Сопротивление, МОм	
	не менее	не более
Искровой элемент разрядника РВМК-330, 500	600	1000
Элемент разрядника РВМК-750М	1300	7000
Элемент разрядника РВМК-1150 (при температуре не менее 10 °С в сухую погоду)	2000	8000

Сопротивление ограничителей перенапряжений с номинальным напряжением 110 кВ и выше должно быть не менее 3000 МОм и не должно отличаться более чем на $\pm 30\%$ от данных, приведенных в паспорте.

Сопротивление изоляции изолирующих оснований разрядников с регистраторами срабатывания измеряется мегаомметром на напряжение 2500 В. Значение измеренного сопротивления изоляции должно быть не менее 1 МОм.

Сопротивление ограничителей перенапряжений с номинальным напряжением до 3 кВ должно быть не менее 1000 МОм.

Сопротивление ограничителей перенапряжения с номинальным напряжением 3-35 кВ должно соответствовать требованиям инструкций заводов-изготовителей.

Сопротивление ограничителей перенапряжений с номинальным напряжением 110 кВ и выше должно быть не менее 3000 МОм и не должно отличаться более чем на $\pm 30\%$ от данных, приведенных в паспорте.

Измерение тока проводимости вентильных разрядников при выпрямленном напряжении.

Измерение проводится у разрядников с шунтирующими сопротивлениями. При отсутствии указаний заводов-изготовителей токи проводимости должны соответствовать приведенным в табл. 6.11.

Таблица 6.11.

Допустимые токи проводимости вентильных разрядников при выпрямленном напряжении

Тип разрядника или элемента	Испытательное выпрямленное напряжение, кВ	Ток проводимости при температуре разрядника 20 °С, мкА	
		не менее	не более
РВС-15	16	200	340
РВС-20	20	200	340
РВС-33	32	450	620
РВС-35	32	200	340
РВМ-3	4	380	450
РВМ-6	6	120	220
РВМ-10	10	200	280

Продолжение таблицы 6.11.

Тип разрядника или элемента	Испытательное выпрямленное напряжение, кВ	Ток проводимости при температуре разрядника 20 °С, мкА	
		не менее	не более
РВМ-15	18	500	700
РВМ-20	28	500	700
РВЭ-25М	28	400	650
РВМЭ-25	32	450	600
РВРД-3	3	30	85
РБРД-6	6	30	85
РВРД-10	10	30	85
Элемент разрядника РВМГ-110 М, 150 М, 220 М, 330 М, 400, 500	30	1000	1350
Основной элемент разрядника РВМК-330, 500	18	1000	1350
Искровой элемент разрядника РВМК-330, 500	28	900	1300
Элемент разрядника РВМК-750 М	64	220	330
Элемент разрядника РВМК-1150	64	180	320

Измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений.

Измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений производится:

- для ограничителей класса напряжения 3-110 кВ при приложении наибольшего длительно допустимого фазного напряжения;
- для ограничителей класса напряжения 150, 220, 330, 500 кВ при напряжении 100 кВ частоты 50 Гц.

Предельные значения токов проводимости ОПН должны соответствовать инструкции завода-изготовителя.

Проверка элементов, входящих в комплект приспособления для измерения тока проводимости ограничителя перенапряжений под рабочим напряжением.

Проверка электрической прочности изолированного вывода производится для ограничителей ОПН-0330 и 500 кВ перед вводом в эксплуатацию.

Проверка производится при плавном подъеме напряжения частоты 50 Гц до 10 кВ без выдержки времени.

Проверка электрической прочности изолятора ОФР-10-750 производится напряжением 24 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин.

Измерение тока проводимости защитного резистора производится при напряжении 0,75 кВ частоты 50 Гц. Значение тока должно находиться в пределах 1,8-4,0 мА.

Вводы и проходные изоляторы

Измерение сопротивления изоляции.

Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ у вводов с бумажно-масляной изоляцией. Измеряется сопротивление изоляции измерительной и последней обкладок вводов относительно соединительной втулки. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1000 МОм.

Измерение $\text{tg } \delta$ и емкости изоляции.

Производится измерение $\text{tg } \delta$ и емкости изоляции:

- основной изоляции вводов при напряжении 10 кВ;
- изоляции измерительного конденсатора ПИН (С2) и/или последних слоев изоляции (С3) при напряжении 5 кВ.

Предельные значения $\text{tg } \delta$ приведены в табл. 6.12.

Таблица 6.12.

Предельные значения $\text{tg } \delta$

Тип и зона изоляции ввода	Предельные значения $\text{tg } \delta$, %, для вводов номинальным напряжением, кВ			
	35	110-150	220	330-750
Бумажно-масляная изоляция ввода: основная изоляция (С1) и изоляция конденсатора ПИН (С2); последние слои изоляции (С2);	-	0,7	0,6	0,6
	-	1,2	1,0	0,8
Твердая изоляция ввода с масляным заполнением, основная изоляция (С1)	1,0	1,0	-	-
Бумажно-бакелитовая изоляция ввода с мастичным заполнением: основная изоляция (С1)	3,0	-	-	-

Предельное увеличение емкости основной изоляции составляет 5% относительно измеренной на заводе-изготовителе.

Нормируются значения $\text{tg } \delta$, приведенные к температуре 20 °С. Приведение производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации ввода.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты.

Испытание является обязательным для вводов и проходных изоляторов на напряжение до 35 кВ.

Испытательное напряжение для проходных изоляторов и вводов, испытываемых отдельно или после установки в распределительном устройстве, принимается согласно табл. 6.13.

Таблица 6.13.

Испытательное напряжение промышленной частоты вводов и проходных изоляторов

Номинальное напряжение, кВ	Испытательное напряжение		
	керамические изоляторы, испытываемые отдельно	аппаратные вводы и проходные изоляторы с основной керамической или жидкой изоляцией	керамические изоляторы, испытываемые отдельно
3	25	24	21,6
6	32	32	28,8
10	42	42	37,8
15	57	55	49,5
20	68	65	58,5
35	100	95	85,5

Испытание вводов, установленных на силовых трансформаторах, следует производить совместно с испытанием обмоток по нормам, принятым для силовых трансформаторов.

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения для вводов и проходных изоляторов 1 мин.

Ввод считается выдержавшим испытание, если при этом не наблюдалось пробоя, перекрытия, скользящих разрядов и частичных разрядов в масле (у маслонаполненных вводов), выделений газа, а также если после испытания не обнаружено местного перегрева изоляции.

Проверка качества уплотнений вводов.

Производится для негерметичных маслонаполненных вводов напряжением 110 кВ и выше с бумажно-масляной изоляцией путем создания в них избыточного давления масла 0,1 МПа. Продолжительность испытания 30 мин. При испытании не должно наблюдаться признаков течи масла. Допустимое снижение давления за время испытаний не более 5%.

Испытание трансформаторного масла из маслонаполненных вводов.

Производится испытание залитого масла по показателям пп.1-6 табл. 6.7.

У герметичных вводов испытание масла не производится.

Разъединители, отделители и короткозамыкатели

Измерение сопротивления изоляции:

- поводков и тяг, выполненных из органических материалов. Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ. Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в табл. 6.14.;
- многоэлементных изоляторов. Производится в соответствии с 6.9.;
- вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления. Производится в соответствии с таблицей 6.1.

Таблица 6.14

Сопротивление изоляции

Номинальное напряжение, кВ	3-10	15-150	220-500
Сопротивление изоляции, МОм	1000	3000	5000

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

- изоляции разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Производится в соответствии с табл. 6.4.;
- изоляции вторичных цепей и обмоток электромагнитов управления. Производится в соответствии с 6.1.

Измерение сопротивления постоянному току:

- измерение должно выполняться между точками "контактный вывод - контактный вывод". Результаты измерений сопротивлений должны соответствовать заводским нормам, а при их отсутствии - данным табл. 6.15.;
- обмоток электромагнитов управления. Значения сопротивления обмоток должны соответствовать данным заводов-изготовителей.

Таблица 6.15.

Наибольшее допустимое сопротивление постоянному току контактной системы
разъединителей и отделителей

Тип разъединителя (отделителя)	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Сопротивление, мкОм
РОНЗ	500	2000	200
РЛН	35-200	600	220
Остальные типы	Все классы напряжения	600	175
		1000	120
		1500-2000	50

Измерение вытягивающихся усилий подвижных контактов из неподвижных.

Производится у разъединителей и отделителей 35 кВ. Измерение значения вытягивающих усилий при обезжиренном состоянии контактных поверхностей должны соответствовать данным завода-изготовителя.

Проверка работы разъединителя, отделителя и короткозамыкателя.

Аппараты с ручным управлением должны быть проверены выполнением 5 операций включения и 5 операций отключения.

Аппараты с дистанционным управлением должны быть также проверены выполнением 5 операций включения и такого же числа операций отключения при номинальном напряжении на выводах электромагнитов и электродвигателей управления.

Определение временных характеристик.

Производится у короткозамыкателей при включении и у отделителей при отключении. Измеренные значения должны соответствовать данным завода-изготовителя.

Проверка работы механической блокировки.

Блокировка не должна позволять оперирование главными ножами при включенных заземляющих ножах, и наоборот.

Подвесные и опорные изоляторы

Для опорно-стержневых изоляторов испытание повышенным напряжением промышленной частоты не обязательно.

Электрические испытания стеклянных подвесных изоляторов не производятся. Контроль их состояния осуществляется путем внешнего осмотра.

Измерение сопротивления изоляции подвесных и многоэлементных изоляторов.

Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ только при положительных температурах окружающего воздуха. Проверку изоляторов следует производить непосредственно перед их установкой в распределительных устройствах и на линиях электропередачи. Сопротивление изоляции каждого подвесного фарфорового изолятора или каждого элемента штыревого изолятора должно быть не менее 300 МОм.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

- опорных одноэлементных изоляторов. Для изоляторов внутренней и наружной установок значения испытательного напряжения приводятся в табл. 6.16.;
- опорных многоэлементных и подвесных изоляторов. Вновь устанавливаемые штыревые и подвесные изоляторы следует испытывать напряжением 50 кВ, прикладываемым к каждому элементу изолятора. Допускается не производить испытание подвесных изоляторов.

Таблица 6.16.

Испытательное напряжение опорных одноэлементных изоляторов

Испытуемые изоляторы	Испытательное напряжение, кВ, для номинального напряжения, электроустановки, кВ					
	3	6	10	15	20	35
Изоляторы, испытываемые отдельно	25	32	42	57	68	100

Изоляторы, установленные в цепях шин и аппаратов	24	32	42	55	65	95
--	----	----	----	----	----	----

Длительность приложения нормированного испытательного напряжения - 1 мин.

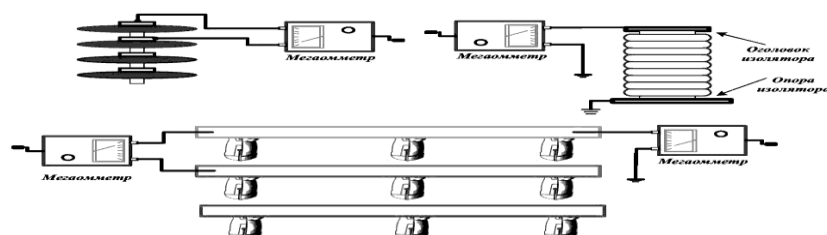


Рис. 6.3. Схема измерения сопротивления изоляции изоляторов

Комплектные распределительные устройства внутренней и наружной установки (КРУ и КРУН)

Нормы испытаний элементов КРУ: масляных выключателей, измерительных трансформаторов, выключателей нагрузки, вентильных разрядников, предохранителей, разъединителей, силовых трансформаторов и трансформаторного масла - приведены в соответствующих параграфах настоящей главы.

Измерение сопротивления изоляции:

- первичных цепей. Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ.

Сопротивление изоляции полностью собранных первичных цепей КРУ с установленным в них оборудованием и узлами должно быть не менее 100 МОм.

При неудовлетворительных результатах испытаний измерение сопротивления производится поэлементно, при этом сопротивление изоляции каждого элемента должно быть не менее 1000 МОм; испытание комплектных распределительных устройств, заполненных элегазом на заводе-изготовителе и не подлежащих вскрытию в течение всего срока службы, не производится;

- вторичных цепей. Производится мегаомметром на напряжение 500-1000 В.

Сопротивление изоляции каждого присоединения вторичных цепей со всеми присоединенными аппаратами (реле, приборами, вторичными обмотками трансформаторов тока и напряжения и т.п.) должно быть не менее 0,5 МОм.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:

- изоляции первичных цепей ячеек КРУ и КРУН. Испытательное напряжение полностью смонтированных ячеек КРУ и КРУН при вкленных в рабочее положение тележках и закрытых дверях указано в табл. 6.17.

Таблица 6.17.

Испытательное напряжение промышленной частоты изоляции ячеек КРУ и КРУН

Класс напряжения, кВ	Испытательное напряжение, кВ, ячейки с изоляцией	
	керамической	из твердых органических материалов
до 0,69	1	1

3	24	21,6
6	32	28,8
10	42	37,8
15	55	49,5
20	65	58,5
35	95	85,5

Длительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин;

- изоляции вторичных цепей. Производится напряжением 1 кВ. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения 1 мин.

Измерение сопротивления постоянному току.

Сопротивление разъемных и болтовых соединений постоянному току должно быть не более значений, приведенных в табл. 6.18.

Таблица 6.18.

Допустимые значения сопротивлений постоянному току элементов КРУ

Измеряемый элемент	Допустимые значения сопротивления
1. Втычные контакты первичной цепи	Допустимые значения сопротивления контактов приведены в заводских инструкциях. В случаях, если значения сопротивления контактов не приведены в заводских инструкциях, они должны быть не более:
	для контактов на 400 А - 75 мкОм;
	для контактов на 630 А - 60 мкОм;
	для контактов на 1000 А - 50 мкОм;
	для контактов на 1600 А - 40 мкОм;
	для контактов на 2000 А и выше - 33 мкОм;
2. Связь заземления выдвижного элемента с корпусом	Не более 0,1 Ом

Механические испытания.

Производятся в соответствии с инструкциями завода-изготовителя. К механическим испытаниям относятся:

- вкатывание и выкатывание выдвижных элементов с проверкой взаимного вхождения разъединяющих контактов, а также работы шторок, блокировок, фиксаторов и т.п.;
- проверка работы и состояния контактов заземляющего разъединителя.

Силовые кабельные линии

Силовые кабельные линии напряжением до 1 кВ испытываются по пп.6.11.1, 6.11.2, 6.11.7, 6.11.13, напряжением выше 1 кВ и до 35 кВ - по пп. 6.11.1-6.11.3, 6.11.6, 6.11.7,

6.11.11, 6.11.13, напряжением 110 кВ и выше - в полном объеме, предусмотренном настоящим параграфом.

Проверка целостности и фазировки жил кабеля. Проверяются целостность и совпадение обозначений фаз подключаемых жил кабеля.

Измерение сопротивления изоляции. Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ.

Для силовых кабелей до 1 кВ сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5

МОм. Для силовых кабелей выше 1 кВ сопротивление изоляции не нормируется.

Измерение следует производить до и после испытания кабеля повышенным напряжением.

Испытание повышенным напряжением выпрямленного тока.

Испытательное напряжение принимается в соответствии с табл. 6.19.

Таблица 6.19

Испытательное напряжение выпрямленного тока для силовых кабелей

Кабели с бумажной изоляцией на напряжение, кВ										
2	3	6	10	20	35	110	150	220	330	500
12	18	36	60	100	175	285	347	510	670	865
Кабели с пластмассовой изоляцией на напряжение, кВ					Кабели с резиновой изоляцией на напряжение, кВ					
1	3	6	10	110	3		6		10	
5,0	15	36	60	285	6		12			20

Для кабелей на напряжение до 35 кВ с бумажной и пластмассовой изоляцией длительность приложения полного испытательного напряжения составляет 10 мин.

Для кабелей с резиновой изоляцией на напряжение 3-10 кВ длительность приложения полного испытательного напряжения составляет 5 мин. Кабели с резиновой изоляцией на напряжение до 1 кВ испытаниям повышенным напряжением не подвергаются.

Для кабелей на напряжение 110-500 кВ длительность приложения полного испытательного напряжения составляет 15 мин.

Допустимые токи утечки в зависимости от испытательного напряжения и допустимые значения коэффициента асимметрии при измерении тока утечки приведены в табл. 6.20. Абсолютное значение тока утечки не является браковочным показателем. Кабельные линии с удовлетворительной изоляцией должны иметь стабильные значения токов утечки. При проведении испытания ток утечки должен уменьшаться. Если не происходит уменьшения значения тока утечки, а также при его увеличении или нестабильности тока испытание производить до выявления дефекта, но не более чем 15 мин.

При смешанной прокладке кабелей в качестве испытательного напряжения для всей кабельной линии принимать наименьшее из испытательных напряжений по табл. 6.19.

Испытание напряжением переменного тока частоты 50 Гц.

Такое испытание допускается для кабельных линий на напряжение 110-500 кВ взамен испытания выпрямленным напряжением.

Испытание производится напряжением $(1,00-1,73)U_{ном}$. Допускается производить испытания путем включения кабельной линии на номинальное напряжение $U_{ном}$. Длительность испытания - согласно указаниям завода-изготовителя.

Таблица 6.20

Токи утечки и коэффициенты асимметрии для силовых кабелей

Кабели напряжением, кВ	Испытательное напряжение, кВ	Допустимые значения токов утечки, мА	Допустимые значения коэффициента асимметрии (I_{max}/I_{min})
6	36	0,2	8
10	60	0,5	8
20	100	1,5	10
35	175	2,5	10
110	285	Не нормируется	Не нормируется
150	347	То же	То же
220	610	"	"
330	670	"	"
500	865	"	"

Определение активного сопротивления жил.

Производится для линий 20 кВ и выше. Активное сопротивление жил кабельной линии постоянному току, приведенное к 1 мм² сечения, 1 м длины и температуре +20 °С, должно быть не более 0,0179 Ом для медной жилы и не более 0,0294 Ом для алюминиевой жилы. Измеренное сопротивление (приведенное к удельному значению) может отличаться от указанных значений не более чем на 5%.

Определение электрической рабочей емкости жил.

Производится для линий 20 кВ и выше. Измеренная емкость не должна отличаться от результатов заводских испытаний более чем на 5%.

Проверка защиты от блуждающих токов.

Производится проверка действия установленных катодных защит.

Испытание на наличие нерастворенного воздуха (пропиточное испытание).

Производится для маслонаполненных кабельных линий 110-500 кВ. Содержание нерастворенного воздуха в масле должно быть не более 0,1%.

Испытание подпитывающих агрегатов и автоматического подогрева концевых муфт.

Производится для маслонаполненных кабельных линий 110-500 кВ.

Проверка антикоррозионных защит.

При приемке линий в эксплуатацию и в процессе эксплуатации проверяется работа антикоррозионных защит для:

- кабелей с металлической оболочкой, проложенных в грунтах со средней и низкой коррозионной активностью (удельное сопротивление грунта выше 20 Ом/м), при среднесуточной плотности тока утечки в землю выше 0,15 мА/дм²;
- кабелей с металлической оболочкой, проложенных в грунтах с высокой коррозионной активностью (удельное сопротивление грунта менее 20 Ом/м) при любой среднесуточной плотности тока в землю;
- кабелей с незащищенной оболочкой и разрушенными броней и защитными покровами;
- стального трубопровода кабелей высокого давления независимо от агрессивности грунта и видов изоляционных покрытий.

При проверке измеряются потенциалы и токи в оболочках кабелей и параметры электрозащиты (ток и напряжение катодной станции, ток дренажа) в соответствии с руководящими указаниями по электрохимической защите подземных энергетических сооружений от коррозии.

Оценку коррозионной активности грунтов и естественных вод следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602-89.

Определение характеристик масла и изоляционной жидкости.

Определение производится для всех элементов маслонаполненных кабельных линий на напряжение 110-500 кВ и для концевых муфт (вводов в трансформаторы и КРУЭ) кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение 110 кВ. Пробы масел марок С-220, МН-3 и МН-4 и изоляционной жидкости марки ПМС должны удовлетворять требованиям норм табл. 6.21 и 6.22.

Таблица 6.21.

Нормы на показатели качества масел марок С-220, МН-3 и МН-4 и изоляционной жидкости марки ПМС

Показатель качества масла	Для вновь вводимой		
	С-220, 5РА	МН-3, МН-4	ПМС
Пробивное напряжение в стандартном сосуде, кВ, не менее	45	45	35
Степень дегазации (растворенный газ), не более	0,5	0,1	-

Таблица 6.22

Тангенс угла диэлектрических потерь масла и изоляционной жидкости (при 100, %, не более, для кабелей на напряжение, кВ

110	150-220	330-500
0,5/0,8	0,5/0,8	0,5/-

Если значения электрической прочности и степени дегазации масла МН-4 соответствуют нормам, а значения $\operatorname{tg} \delta$, измеренные по методике ГОСТ 6581-75, превышают указанные в табл. 1.8.42, пробу масла дополнительно выдерживают при температуре 100 °С в течение 2 ч, периодически измеряя $\operatorname{tg} \delta$. При уменьшении значения $\operatorname{tg} \delta$ проба масла выдерживается при температуре 100 °С до получения установившегося значения, которое принимается за контрольное значение.

Измерение сопротивления заземления.

Производится на линиях всех напряжений для концевых заделок, а на линиях 110-500 кВ, кроме того, для металлических конструкций кабельных колодцев и подпиточных пунктов.

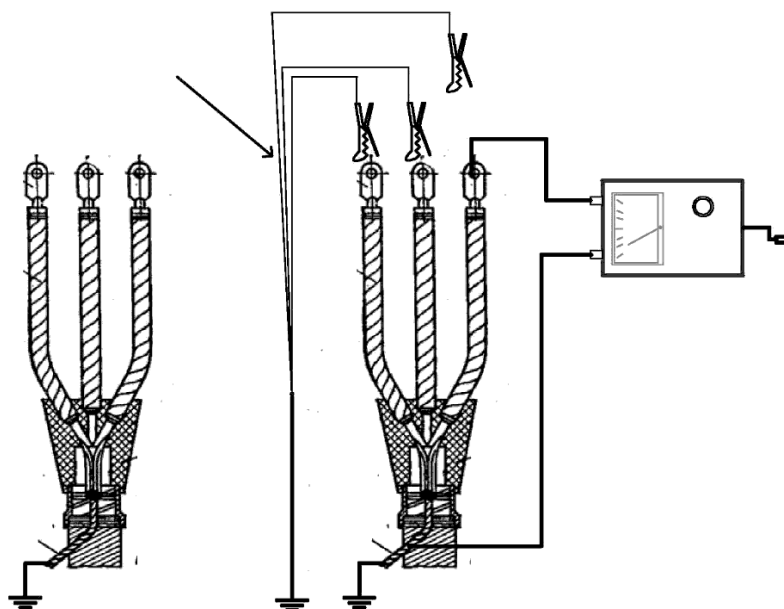


Рис. 6.4. Измерение сопротивления изоляции кабеля

Измерение сопротивления изоляции автомата

При подготовке к выполнению измерений сопротивления изоляции проводят следующие операции:

Проверяют по внешнему осмотру состояние выбираемого мегаомметра, соединительных проводников, работоспособность мегаомметра, согласно технического описания. Срок действия госповерки на мегаомметр.

При выполнении периодических профилактических работ в электроустановках, а также при выполнении работ на реконструируемых объектах в электроустановках, подготовку

рабочего места выполняет персонал предприятия, где выполняется работа согласно правил «ПОТЭЭУ» при эксплуатации электроустановок».

Отсчет значений электрического сопротивления при измерении проводят по истечении 1 минуты с момента приложения измерительного напряжения к образцу, но не более чем через 5 минут, если в стандартах или технических условиях на конкретные кабельные изделия или на другое измеряемое оборудование не предусмотрены другие требования.

Перед повторным измерением все металлические элементы кабельного изделия должны быть заземлены не менее чем за 2 мин.

Электрическое сопротивление изоляции отдельных жил одножильных кабелей, проводов и шнуров должно быть измерено:

- для изделий без металлической оболочки, экрана и брони – между токопроводящей жилой и металлическим стержнем; или между жилой и заземлением.
- для изделий с металлической оболочкой, экраном и броней
- между токопроводящей жилой и металлической оболочкой или экраном, или броней.

Электрическое сопротивление изоляции многожильных кабелей, проводов и шнуров должно быть измерено:

- для изделий металлической оболочки, экрана и брони – между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой или между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой и заземлением.
- для изделий с металлической оболочкой, экраном и броней – между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой и оболочкой или экраном, или броней.

При пониженном сопротивлении изоляции кабелей проводов и шнуров отличной от нормативных правил ПУЭ, ГОСТ необходимо выполнить повторные измерения с отсоединением кабелей, проводов и шнуров от зажимов потребителей и разведением токоведущих жил.

При измерении сопротивления изоляции отдельных образцов кабелей проводов и шнуров, они должны быть отобраны на строительные длины, намотанные на барабаны или бухты, или образцы длиной не менее 10 м, исключая длину концевых разделок, если в стандартах или технических условиях на кабели, провода и шнуры не оговорена другая длина. Число строительных длин и образцов для измерения должно быть указано в стандартах или технических условиях на кабели, провода и шнуры.

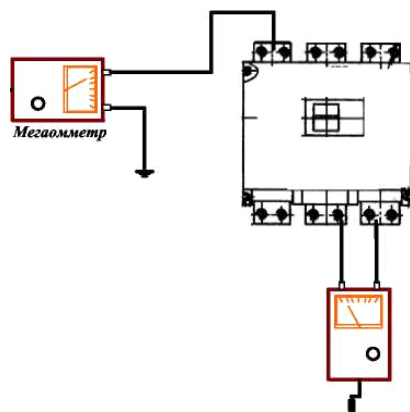


Рис. 6.5. Измерение сопротивления изоляции автомата.

Сопротивление изоляции

Условия и режим измерений:

- запрещается работать в дождь и при грозе; не допускается попадание атмосферных осадков на прибор или выпадение росы при повышенной влажности;
- при питании от химических источников климатические условия эксплуатации определяются возможностями источников, но не должны быть хуже, чем встроенный электромеханический генератор с ручным приводом;
- прибор должен размещаться на горизонтальном устойчивом основании, исключающем вибрацию, удары, падение; при пользовании ручным приводом должны быть созданы условия исключающие травмирование пальцев рук;
- освещённость должна быть достаточна для чёткого считывания показаний;
- соединительные контакты в измерительной схеме должны быть надёжными, соединительные провода должны иметь соответствующую изоляцию и не касаться проводящих поверхностей, быть, по возможности, короткими;
- с испытываемой электроустановки (элементов электроустановки) должно быть снято напряжение и исключена возможность появления наведённого электричества на измеряемых элементах;
- на объекте измерений не должно быть лиц, не имеющих отношения к испытаниям;

Требования к квалификации операторов:

Испытания с подачей повышенного напряжения от постороннего источника тока проводятся бригадами в составе не менее 2 человек, из которых производитель работ должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, остальные – не ниже III.

В установках напряжением выше 1000 В. измерения производят по наряду два лица, одно из которых должно иметь группу по электробезопасности не ниже IV. В установках до 1000 В. измерения выполняют по распоряжению два лица, одно из которых должно иметь группу по электробезопасности не ниже III. 1000 В.

Испытания может проводить персонал, прошедший специальную подготовку и проверку знаний схем испытаний и правил безопасного их производства, имеющих практический опыт проведения испытаний в условиях действующих электроустановок, полученный за период стажировки продолжительностью от 2 до 14 смен (п. 1.4.11. ПТЭЭП). Указанная проверка знаний проводится в комиссии, назначаемой в соответствии с п. 1.4.30. ПТЭЭП с включением в ее состав специалиста по испытаниям электрооборудования, имеющим группу V (п. 5.1.1. МП) в сроки одновременно с общей проверкой знаний МП и ПТЭЭП (п. 1.4.20; п. 1.4.23 ПТЭЭП).

Работники, допущенные к проведению испытаний, должны иметь запись в удостоверении о праве проведения специальных работ (п. 1.2.6 МП).

Наряду с изложенным, квалификация персонала, проводящего испытания, должна соответствовать требованиям гл. 1.4. ПТЭЭП, «Требования к персоналу и его подготовка» и гл. 1.2 МП "Требования к персоналу " в части, касающейся ремонтного персонала, к которому относится персонал лабораторий, в обязанности которого входит проведение испытаний, измерений и наладки электрооборудования, регулировка электроаппаратуры и т.п., в частности:

- возраст не менее 18-ти лет (прилож. 1 к МП, примечания);
- состояние здоровья определено медицинским освидетельствованием в сроки, установленные органами здравоохранения;
- персонал должен знать в объеме, необходимой для данной должности:

Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (МП); ПТЭЭП; соответствующие главы ПУЭ 6 и 7 изданий, требования других нормативных документов в частности, ГОСТ Р.50571 «Электроустановки зданий».

• **Используемые приборы и оборудование**

Измерения производятся мегаомметрами различного типа и на различное напряжение: 100В, 500В, 1000В, 2500В. Значение напряжения для мегаомметра определяет выходное испытательное напряжение, выдаваемое с зажимов мегаомметра. Значение измеренного сопротивления может быть показано прибором в Ом, кОм, или МОм.

Технические данные мегаомметров:

Мегаомметры типа М4100.

Переносной прибор магнитоэлектрической системы (логометр) предназначен для измерения сопротивления изоляции электрических цепей, не находящихся под напряжением. Приборы используются при температуре окружающей среды от -30 до +400С и относительной влажности до 90% (при 300С). По устойчивости к механическим

воздействиям приборы относятся к тряскопрочным (группа II). По степени защищённости от внешних магнитных полей мегаомметры относятся к категории II. Класс точности прибора 1,0. Пределы измерения, диапазон измерений и выходные напряжения приведены в таблице 7.1. Питание прибора осуществляется от встроенного генератора с ручным приводом (номинальная частота вращения рукоятки генератора 120 об/минуту). Габаритные размеры прибора 200*155*140 миллиметров, масса не более 3,5 кг.

Таблица 7.1.

Модификация прибора	Предел измерения		Диапазон измерения		Номинальное выходное напряжение (В)
	кОм	МОм	кОм	МОм	
M4100/1	0-200	0-100-∞	0-200	0-20	100+10
M4100/2	0-500	0-250-∞	0-500	0-50	250+25
M4100/3	0-1000	0-500-∞	0-1000	0-100	500+50
M4100/4	0-1000	0-1000-∞	0-1000	0-200	1000+100
M4100/5	0-2000	0-2500-∞	0-2000	0-1000	2500+250

Корпус прибора пластмассовый. Подвижная часть прибора укреплена на кернях и подпятниках. Длина шкалы не менее 80 миллиметров. Диапазон измерения на пределе «М.» охватывает не менее 80% всей шкалы, на пределе «к.» составляет 100% длины шкалы.

Мегаомметры типа M4101.

Переносной прибор магнитоэлектрической системы (логометр) предназначен для измерения сопротивления изоляции электрических цепей, не находящихся под напряжением. Приборы используются при температуре окружающей среды от -30 до +400С и относительной влажности до 90% (при 300С). По устойчивости к механическим воздействиям приборы относятся к тряскопрочным (группа II). По степени защищённости от внешних магнитных полей мегаомметры относятся к категории II. Класс точности прибора 1,0. Пределы измерения, диапазон измерений и выходные напряжения приведены в таблице 7.2. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 127/220В частоты 50Гц. Габаритные размеры прибора 200*155*130 миллиметров, масса не более 3,5 кг.

Таблица 7.2.

Модификация прибора	Предел измерения		Диапазон измерения		Номинальное выходное
	кОм	МОм	кОм	МОм	

					напряжение (В)
M4101/1	0-200	0-100	0-200	0-20	100+10
M4101/2	0-500	0-250-∞	0-500	0-50	250+25
M4101/3	0-1000	0-500-∞	0-1000	0-100	500+50
M4101/4	0-1000	0-1000-∞	0-1000	0-200	1000+100
M4101/5	0-2000	0-3000-∞	0-2000	0-1000	2500+250

Корпус прибора пластмассовый. Подвижная часть прибора укреплена на кернях и подпятниках. Длина шкалы не менее 80 миллиметров. Диапазон измерения на пределе «М.» охватывает не менее 80% всей шкалы, на пределе «к.» составляет 100% длины шкалы

Мегаомметры типа ЭСО202

Мегаомметры типа ЭСО202/1-Г и ЭСО202/2-Г предназначены для измерения сопротивления изоляции различных электроустройств, не находящихся под напряжением, и могут использоваться во всех отраслях промышленности. Диапазоны измерения, а также значение напряжения на зажимах прибора указаны в таблице 7.3. Класс точности приборов по ГОСТ 8.401-80 15. Предел допускаемого значения основной приведённой погрешности равен $\pm 1,5\%$ от длины шкалы. Длина шкалы мегаомметра не менее 88 миллиметров. Время установления показаний не превышает 15 секунд.

Таблица 7.3.

Модификация прибора	Диапазон измерения (МОм)	Номинальное выходное напряжение (В)
ЭСО202/1-Г	0-1000	100±10
		250±25
		500±50
ЭСО202/2-Г	0-10000	500±50
		1000±100
		2500±250

Режим работы мегаомметром прерывистый – не более 1 минуты, пауза - 2 минуты. Электрические испытания во взрывоопасных зонах должны проводиться приборами во взрывозащищённом исполнении, предназначенными для соответствующих взрывоопасных зон. Допускается проводить измерение и испытание во взрывоопасных зонах приборами общего назначения при наличии наряда – допуска на выполнение огневых работ.

- **Требования безопасности**

При выполнении ПНР необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- пожароопасные вещества;

При наличии опасных и вредных производственных факторов, безопасность ПНР должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации следующих решений по охране труда:

- меры безопасности при выполнении ПНР;
- меры пожарной безопасности.

При выполнении ПНР необходимо выполнить требования правил по охране труда.

Требования к персоналу подрядной организации

Электротехнический персонал, выполняющий работы в действующих электроустановках должен пройти обучение и проверку знаний ПОТЭЭ и других нормативно-технических документов (правил и инструкций по технической эксплуатации, пожарной безопасности, пользованию защитными средствами, устройства электроустановок) и иметь соответствующую группу по электробезопасности.

Перед началом работ исполнители работ должны быть ознакомлены с настоящим ППР в части технологии выполнения работ и особых условий по технике безопасности и пожарной безопасности.

Требования по охране труда и пожарной безопасности при выполнении работ

- Работы выполнять в соответствии с требованиями СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве», СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве» часть 1 «Общие требования», ПОТЭЭ – «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок с изменениями на 19 февраля 2016 года».
- Лица, виновные в нарушении правил пожарной безопасности, несут уголовную, административную, дисциплинарную или иную ответственность в соответствии с действующим законодательством.
- Ответственным за пожарную безопасность на строительном объекте назначается приказом лицо из числа исполнителей работ организации, производящей работы.
- На рабочих местах должны быть вывешены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны и схемы эвакуации людей в случае пожара.

- На месте ведения работ должны быть установлены противопожарные посты, снабженные пожарными огнетушителями, ящиками с песком и щитами с инструментом, вывешены предупредительные плакаты. Весь инвентарь должен находиться в исправном состоянии.

- На территории запрещается разведение костров, пользование открытым огнем и курение.

- Курить разрешается только в местах, специально отведенных и оборудованных для этой цели. Там обязательно должна находиться бочка с водой.

- Рабочие места и подходы к ним требуется содержать в чистоте, своевременно очищая их от мусора.

- Запрещается загромождать проезды, проходы, подъезды к местам расположения пожарного инвентаря, воротам пожарной сигнализации.

- Исполнители работ, занятые на производстве, обязаны:

- соблюдать на производстве требования пожарной безопасности, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- в случае пожара сообщить о нем в пожарную охрану и принять меры к спасению людей и ликвидации пожара.

- Устройство и эксплуатация электроустановок и временных сетей должны осуществляться в соответствии с требованиями ПУЭ, ПТБ и «Правил эксплуатации электроустановок потребителей».

В случаях нарушения требований техники безопасности, ставящих под угрозу безопасность персонала и оборудования, работы должны быть приостановлены. Места прохода людей в пределах опасных зон должны иметь защитные ограждения.

Производство работ с повышенной опасностью

Работы в электроустановках относятся к работам с повышенной опасностью и на их выполнение в обязательном порядке необходимо оформлять наряд-допуск.

Лица, имеющие право выдачи нарядов-допусков на проведение работ в электроустановках, должны иметь группу по электробезопасности не ниже V по электроустановкам напряжением выше 1000В и не ниже IV по электроустановкам напряжением до 1000 В.

По наряду-допуску производятся все работы по обслуживанию электроустановок, выполняемые:

- со снятием напряжения;
- без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них;

- без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Перед допуском членов бригады к выполнению работ с повышенной опасностью ответственный производитель работ совместно с допускающим должны проверить выполнение предусмотренных нарядом-допуском технических и организационных мероприятий по подготовке места работы.

После проверки выполнения мероприятий разрешение на производство работ должно быть оформлено в наряде-допуске подписью ответственного производителя работ.

Допускающий при допуске членов бригады к работе обязан:

- проверить по наряду-допуску фамилии ответственного руководителя работ и ответственного производителя работ, членов бригады и содержание порученной работы;
- информировать членов бригады на основе учета рисков об условиях безопасности при проведении работ, учесть пригодность каждого работника
- к выполняемой работе (из условий безопасности и состояния здоровья), проверить знание обязанностей членов бригады при выполнении работ в составе бригады с соблюдением требований безопасности;
- указать места отключения объекта от электрических, паровых, газовых и других источников питания, выделенную зону монтажа, ремонта и т.п.

При перерыве в работе в течение рабочей смены (обеденный перерыв, перерыв по производственным причинам и др.) члены бригады должны быть удалены с места работ, наряд-допуск должен находиться у ответственного производителя работ. Члены бригады после перерыва могут приступить к работе по разрешению ответственного производителя работ.

До закрытия наряда-допуска запрещается вводить в эксплуатацию объект, где выполнялись работы с повышенной опасностью.

Ответственный производитель работ несет ответственность за техническое руководство работами, за соблюдение мер безопасности, указанных в наряде-допуске, в проекте производства работ и в инструкциях по эксплуатации применяемого при работах оборудования.

При производстве работ повышенной опасности работники должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты в соответствии с отраслевыми нормами и ГОСТ 12.4.011 с учетом воздействующих на них опасных и вредных производственных факторов.

Список используемой нормативно-технической литературы

- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;
- ППБ 01-03 правила пожарной безопасности в Российской Федерации», МЧС РФ, М.М 2003г.;
- СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства»;
- ПУЭ. «Правила устройства электроустановок», издание седьмое.
- РД34.45-51.300-97 Объем и нормы испытаний электрооборудования