

МЕТОДИКА
проведения испытаний
автоматических выключателей до 1000В

1. Область применения.....	3
2. Объект испытания.....	3
3. Условия проведения испытаний	4
4. Метод испытаний	4
5. Подготовка к проведению измерений	5
6. Измерение сопротивления изоляции	5
6.1 Проверка действия расцепителей автоматических выключателей.....	6
6.2 Особенности проведения проверки автоматических выключателей	7
6.3 Схемы проверки автоматических выключателей.....	8
6.4 Измерение тока и времени срабатывания токовой отсечки	10
6.5 Измерение тока и времени срабатывания канала перегрузки.....	11
7. Оформление результатов измерений.....	12
8. Меры безопасности при проведении испытаний и охрана окружающей среды.....	12
9. Формы протоколов.....	14

1. Область применения

Данная методика предназначена для производства измерений времени срабатывания аппаратов защиты с тепловыми, электромагнитными и полупроводниковыми расцепителями с целью проверки выполнения требований пункта 413 ГОСТ Р50571.3-2009, обеспечивающего безопасность косвенного прикосновения к нетоковедущим металлическим частям оборудования в момент замыкания фазного проводника.

Время отключения для распределительных цепей не должно превышать 5 с, если сопротивление защитного заземления меньше: $(50/U_0) \cdot Z_0$, где U_0 — номинальное фазное напряжение, Z_0 — сопротивление цепи фаза-нуль, т.е. достаточно мало, чтобы обеспечить безопасное напряжение прикосновения на металлических частях оборудования, и 0,4 с для цепей, питающих передвижное и переносное оборудование и для распределительных цепей, в которых не выполняется вышеуказанное условие для сопротивления защитного заземления.

Объектом измерений являются автоматические выключатели, которые служат для защиты распределительных сетей переменного тока и электроприемников в аварийных случаях при повреждении изоляции. Для осуществления защитных функций автоматические выключатели имеют максимальные расцепители от токов перегрузки и токов короткого замыкания. При прохождении через автоматический выключатель токов больше номинальных не менее 20%, последний должен отключаться. Защита от перегрузки осуществляется тепловыми или электронными устройствами. Защита от токов короткого замыкания осуществляется электромагнитными или электронными расцепителями.

Измеряемой величиной является время отключения АВ при заданной величине тока, превышающей номинальное значение тока АВ.

2. Объект испытания.

Согласно ПУЭ 7 изд. п.1.8.37, ПТЭЭП 2003 г. (приложение 1 §26) и Правил технического обслуживания устройств РЗ и А эл. сетей 0.4 — 35 кВ (РД 34.35.613-89 §58), электрические аппараты до 1 кВ испытываются при вводе в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации в следующем объеме:

2.1. Измерение сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции аппаратов должно соответствовать величинам, указанным в табл. 1.8.37 ПУЭ и табл.37 ПТЭЭП, но не менее 0,5 МОм. Периодичность проверки при вводе в эксплуатацию и в процессе ее не реже 1 раза в 6 лет.

2.2. Испытательное напряжение для автоматических выключателей, магнитных пускателей и контакторов — 1кВ. Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения — 1мин.

Испытательное напряжение 1000 В промышленной частоты может быть заменено измерением одномоментного значения сопротивления изоляции мегаомметром на напряжение 2500В. В этом случае измерение сопротивления изоляции мегаомметром на 500 — 1000 В по п.1.1 можно не проводить (см. п.п.28.3, приложения 3 ПТЭЭП; п.1.8.37 ПУЭ).

2.3. Проверка действия максимальных, минимальных или независимых расцепителей автоматических выключателей (АВ).

Проверка действия (работоспособности) максимальных (тепловых, электромагнитных и комбинированных) расцепителей АВ, тепловых расцепителей магнитных пускателей (ПМ) производится первичным током от постороннего источника тока как при вводе электроустановок (или отдельного аппарата АВ или ПМ) в эксплуатацию, так и в процессе их эксплуатации в сроки, определяемые графиком ППР электрооборудования предприятия.

Плавкие вставки предохранителей должны проверяться в те же сроки, что и другие защитные аппараты. При этом проверяется их соответствие номинальным параметрам

защищаемого оборудования, отсутствие трещин на корпусах предохранителей, наличие заполнителя.

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

Значения напряжения и количества операций при испытании автоматических выключателей и контакторов многократными включениями и отключениями приведены в табл. 18.40 ПУЭ.

При профилактических испытаниях указанная проверка производится не реже 1 раза в 12 лет (п. 28.8 приложение 2 ПТЭЭП), кроме случаев, оговоренных выше, для взрывоопасных зон.

3. Условия проведения испытаний.

При проведении испытаний соблюдают следующие условия:

Выключатель устанавливают вертикально.

Выключатели, предназначенные для установки в отдельной оболочке, испытывают в наименьшей оболочке, предписанной изготовителем.

Испытания проводят при частоте (50 ± 5) Гц.

Во время испытаний не допускается обслуживание или разборка АВ.

Испытания проводят при искусственном или естественном освещении, при температуре 20-25 °С и относительной влажности воздуха до 80% (при 25° С), и защищают от чрезмерного наружного нагрева или охлаждения.

4. Метод испытаний.

Испытания автоматических выключателей производятся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50345-92 (п. 8) путем проверки время — токовых характеристик. Стандартные диапазоны токов мгновенного расцепления в соответствии с ГОСТ Р 50345-92 п.4.3.5 указаны в таблице 1.

Диапазоны токов мгновенного расцепления. Таблица 1.

Тип	Диапазон
B	3 In-5 In
C	5 In-10 In
D	10 In-50 In

Времятоковая характеристика (характеристика расцепления) АВ проверяется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50345-99 п.8.6.1 таблица 6.

5. Подготовка к проведению измерений

При подготовке к выполнению испытаний проводят следующие работы:

5.1 Перед выполнением испытаний необходимо проверить:

- соответствие типов и параметров АВ проекту или паспорту на электроустановку;
- соответствие токов уставки АВ проекту;
- проверить правильность монтажа АВ (в соответствии с требованием паспорта на АВ),
- проверить отсутствие видимых повреждений АВ,
- проверить соблюдение полярности подключения АВ,
- проверить надежность затяжки контактных зажимов АВ.

5.2 Снять напряжение со всех частей проверяемого АВ и принять меры, препятствующие подаче напряжения на место работы, вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры. Проверить отсутствие напряжения на токоведущих частях. Оставшиеся под напряжением токоведущие части должны быть ограждены, на ограждениях вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

5.3 Собрать испытательную схему нагрузочного устройства

6. Измерение сопротивления изоляции.

Перед началом работ по проверке расцепителей необходимо произвести внешний осмотр автоматического выключателя на наличие сколов, трещин и прочих повреждений корпуса, а затем проверить сопротивление изоляции токоведущих частей.

Требование по измерению сопротивления изоляции (ПУЭ, п.1.8.37.3) относится к автоматам с номинальными токами свыше 400 (А).

В качестве прибора для измерения сопротивления изоляции будем использовать мегаомметр ЭСО 202/2 Г напряжением от 500-2500В.

Автомат должен быть закреплен на заземленное металлическое основание (панель, плита).

Измерение сопротивления изоляции производится при отключенном автомате между полюсами и между каждым полюсом и «землей».

Согласно ПУЭ (п.1.8.37.3), сопротивление изоляции должно быть не менее 1 (МОм), а согласно ПТЭЭП (Приложение 3.1, таблица 37) — не менее 0,5 (МОм).

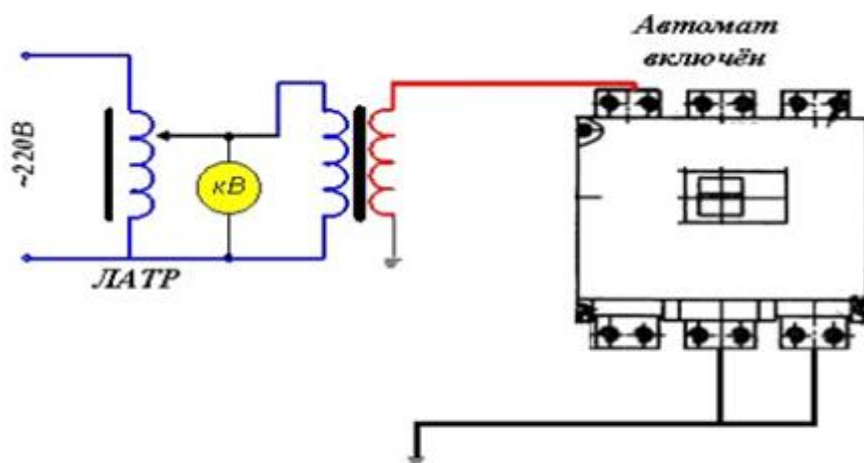


Рисунок 1. Испытание повышенным напряжением

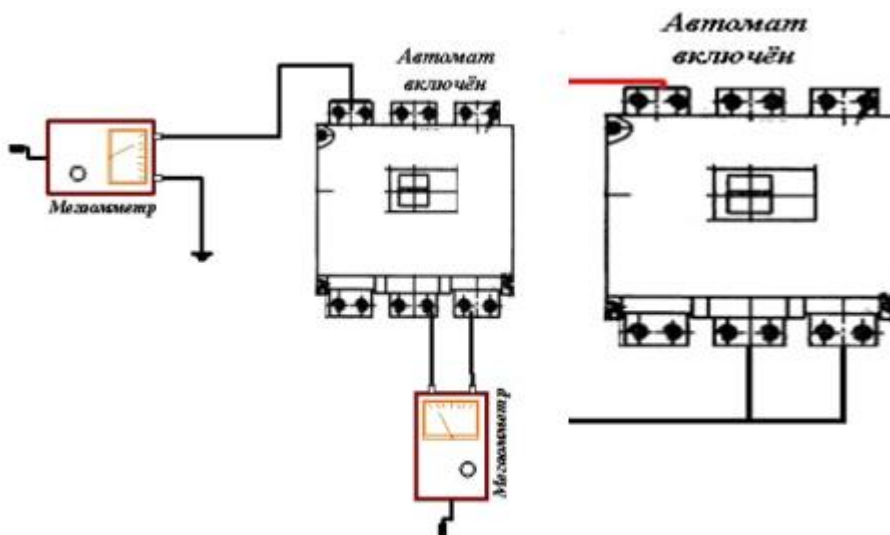


Рисунок 2. Измерение сопротивления изоляции автомата.

6.1. Проверка действия расцепителей автоматических выключателей

Испытание автоматических выключателей при помощи РЕТОМ-21 проводится согласно ГОСТ Р 50345-2010. Для проверки действия максимальных расцепителей автоматических выключателей (тепловых, электромагнитных, полупроводниковых) в РЕТОМ-21 предусмотрены следующие функции:

- синхронизация с сетью, что позволяет подавать ток с нулевой фазы;
- использование различных режимов выдачи тока: непрерывное, импульсное и однократное воздействие;

- программирование времени выдачи импульса тока в пределах от 0,02 до 10с;
- измерение действующего значения тока;
- отслеживание момента срабатывания как по свободному контакту, так и по разрыву (пропаданию) тока в цепи;
- выдача синусоидального тока до 700А с РЕТОМ-21 и до 3500А с трансформатором РЕТ-3000.

6.2. Особенности проведения проверки автоматических выключателей

Автоматические выключатели предназначены для защиты контролируемой цепи от перегрузки и коротких замыканий. Для канала перегрузки обычно используется реле тока с зависимой времятоковой характеристикой срабатывания, а для защиты от коротких замыканий – токовая отсечка, с минимальным временем срабатывания. На рисунке 3 изображена времятоковая характеристика произвольного автоматического выключателя, где 1 – зона перегрузки, 2 – токовая отсечка. Время срабатывания в зоне перегрузки зависит от величины контрольного тока, а в зоне работы токовой отсечки – не зависит. Так как обе эти защиты действуют на отключение независимо друг от друга, а разделить их работу не представляется возможным, то при проведении проверки возникает сложность в поиске уставки срабатывания токовой отсечки. При работе вручную ток выдается постоянно, и канал перегрузки может сработать раньше, чем будет найден порог срабатывания токовой отсечки ($k2I_n$). Для продолжения проверки придется ждать, пока канал перегрузки не вернется в исходное состояние. Все это сильно увеличивает время проверки.

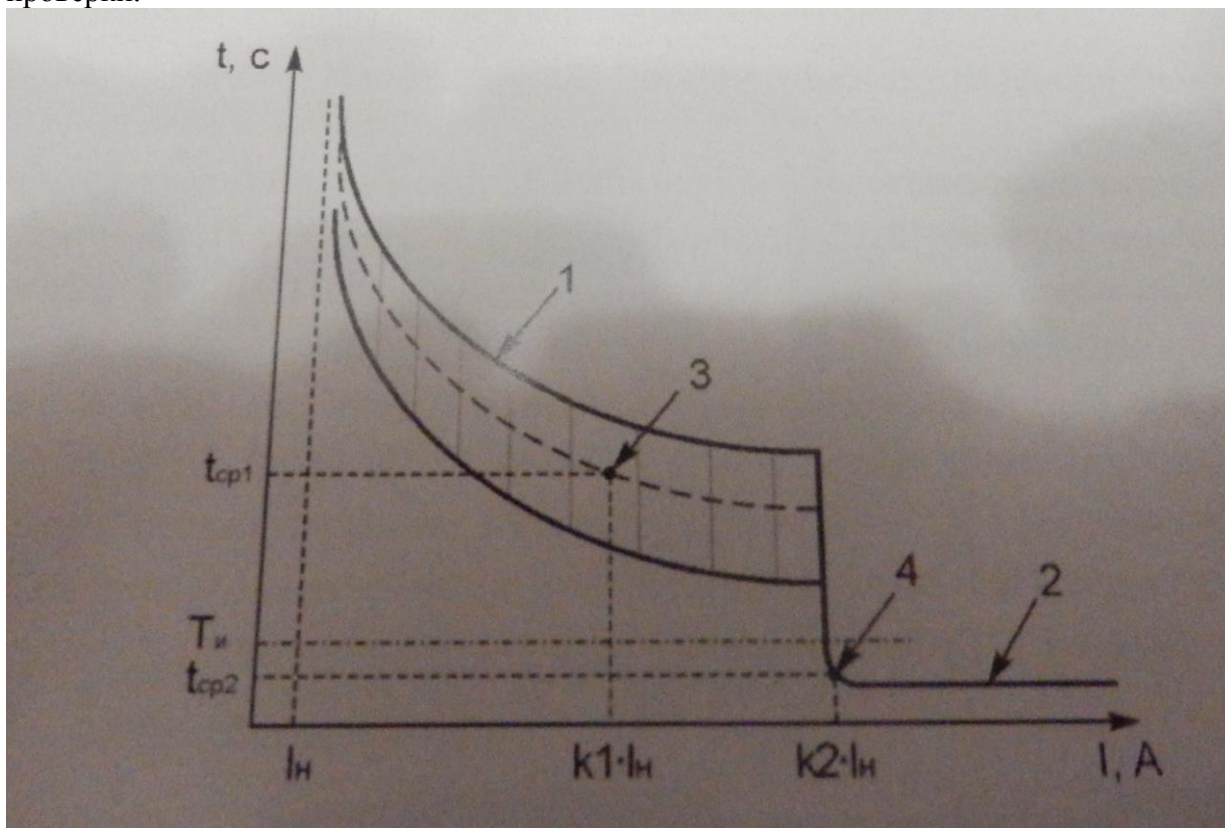


Рисунок 3 – Времятоковая характеристика автоматического выключателя

В РЕТОМ-21 имеется возможность подавать ток короткими импульсами ($T_{и}$), длительность которых выбирается достаточной для срабатывания токовой отсечки, но не позволяет вмешиваться каналу перегрузки в процесс проверки. Постепенно увеличивая значение тока, достигаем срабатывания токовой отсечки (точка 4). Если во время проверки автомат отключится, то его можно включить и проводить проверку далее, не ожидая пока канал перегрузки «остынет». Устанавливая время импульса, необходимо учитывать, что длительность импульса должна быть немного больше (на 20 – 50 %) времени срабатывания проверяемого канала, и при этом она не должна попадать в зону работы канала перегрузки при тех токах, где работает канал токовой отсечки. Времятоковая характеристика работы канала перегрузки (кривая 3) снимается обычным

способом. Если возникнут сложности с установкой определенного значения тока (особенно в области больших кратностей, близких к уставке токовой отсечки) из-за малого времени срабатывания канала перегрузки в этой зоне, то для предварительного выставления определенной величины тока необходимо использовать импульсный режим с малой длительностью времени импульса (примерно 40 - 80 мс). Главное - не забыть, перед проверкой увеличить это время до величины, достаточной для срабатывания. При проверке времени срабатывания автоматического выключателя желательно контролировать его состояние по контакту. Например, если проверяемый автомат трехфазный, то в качестве контрольного контакта можно использовать контакт свободной фазы. Но, в некоторых случаях, может не оказаться свободного контакта (например, однополюсный автомат), тогда в секундомере надо сменить режим останова. В место контакта К2 выбрать канал измерения тока (Стоп: I3, I5 или PV1). В этом режиме моментом срабатывания считается пропадание тока в цепи, вследствие - отключения автомата.

6.3 Схемы проверки автоматических выключателей

Момент срабатывания автоматического выключателя надо фиксировать по обрыву тока, что может быть выполнено в нескольких вариантах:

- фиксация от I3 и I5 - эти режимы подходит к тем случаям, когда величина контрольного тока не превышает 300А, и нет возможности подключиться к контакту (для однополюсных и многополюсных автоматических выключателей);
- фиксация от PV1 - этот режим похож на первый, но величина тока превышает 300А;
- фиксация от К2 - этот режим подходит для многополюсных автоматических выключателей.

Рабочие схемы проверки автоматических выключателей различаются в зависимости от рабочего диапазона по току.

Для автоматических выключателей с номинальным током до 40А проверку можно проводить по схеме, изображенной на рисунке 4 или 5, где 1 – РЕТОМ-21, 2 – автомат, 3 – РЕТ-ДТ, применяется только при токе более 300 А. Выходные клеммы РЕТОМ-21 (~U3 или ~U5) выбираются исходя из максимально необходимого тока.

Для автоматических выключателей с номинальным током до 300А проверку необходимо проводить по схеме, изображенной на рисунке 6 или 7, где 1 – РЕТОМ-21, 2 – проверяемый автоматический выключатель, 3 – преобразователь измерительный токовый РЕТ-ДТ, 4 – трансформатор нагрузочный РЕТ-3000. Необходимое количество вторичных витков на РЕТ-3000 выбирается согласно таблице из руководства по эксплуатации РЕТОМ-21.

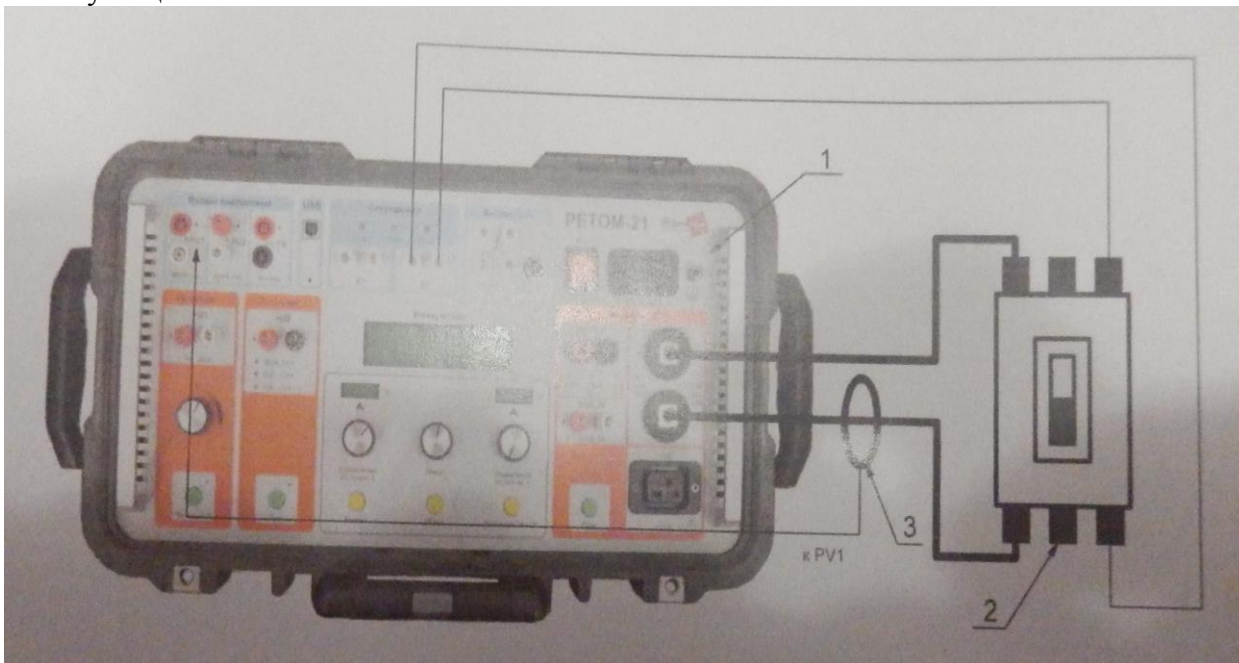


Рисунок 4 – Проверка выключателей с помощью РЕТОМ-21 в режиме фиксации по току от измерителя

PV1.

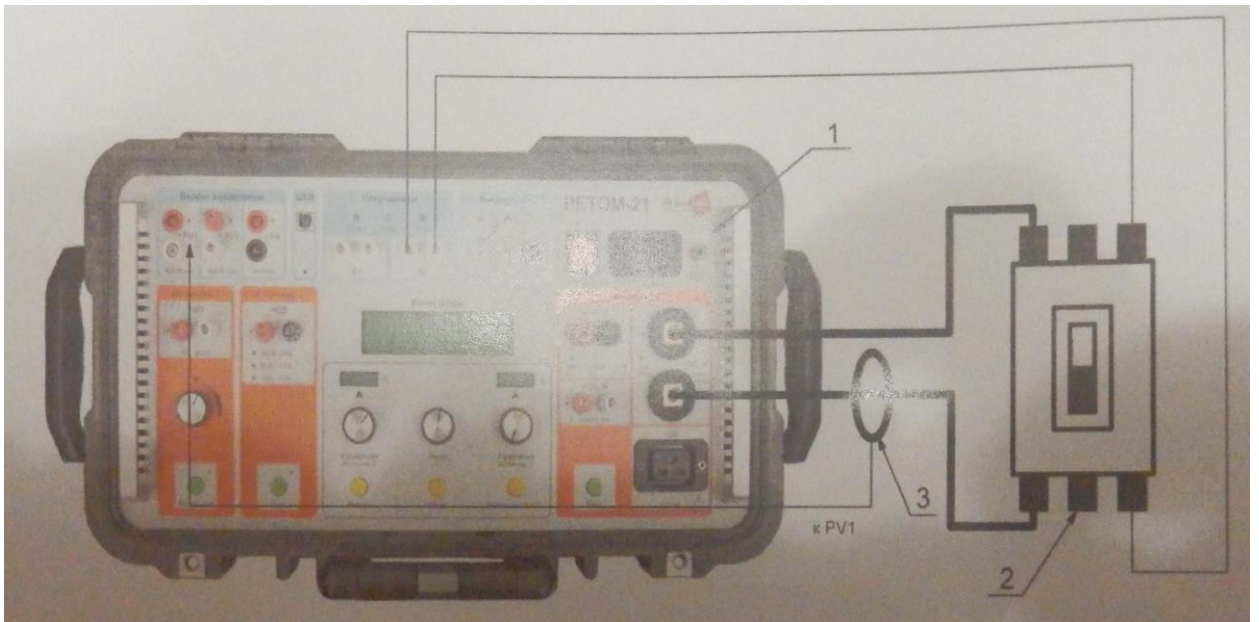


Рисунок 5 – Проверка выключателей с помощью РЕТОМ-21 в режиме фиксации по контакту.

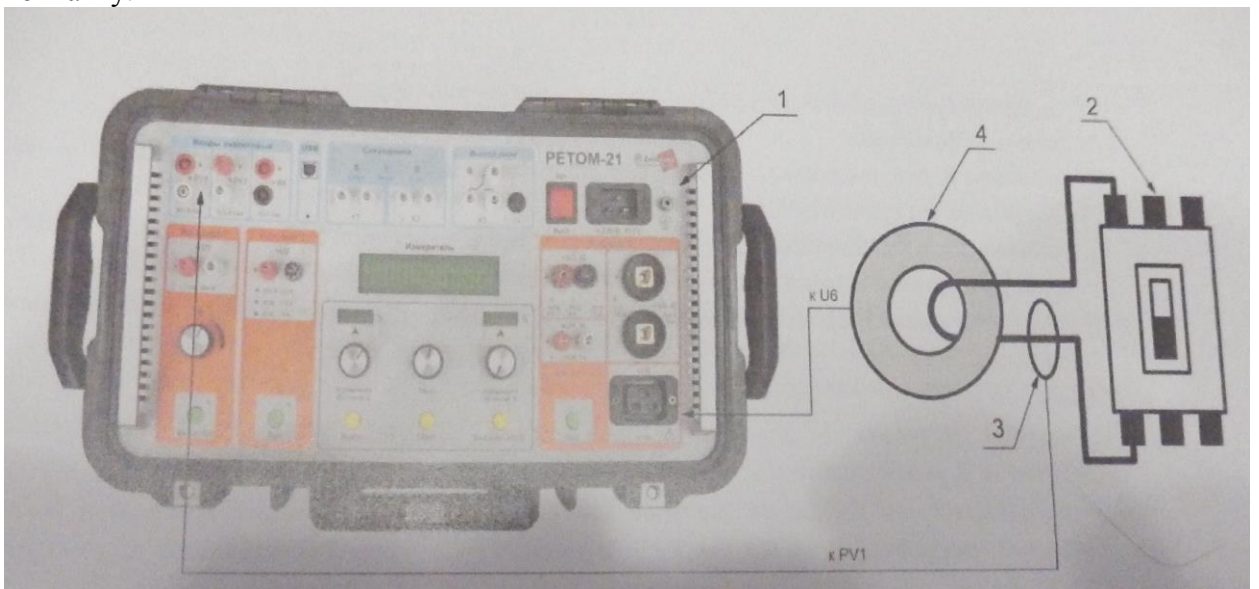


Рисунок 6 – Проверка выключателей с помощью РЕТОМ-21 и РЕТ-3000 в режиме фиксации от измерителя PV1 (по току)

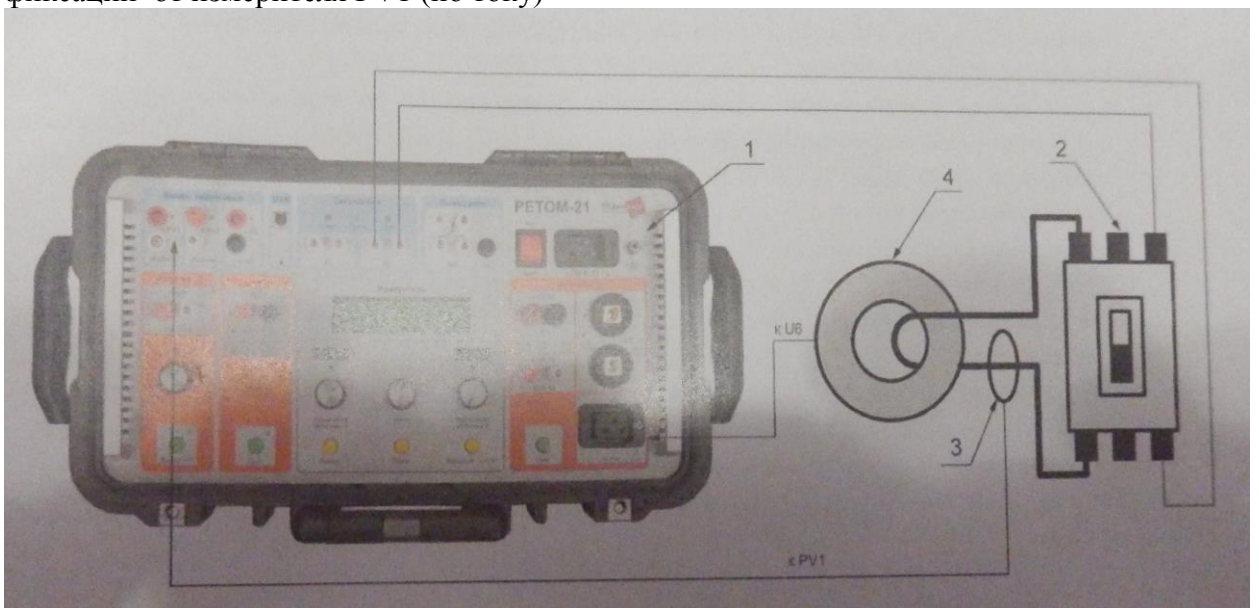


Рисунок 7 – Проверка выключателей с помощью РЕТОМ-21 и РЕТ-3000 в режиме фиксации от секундомера (по контакту).

6.4 Измерение тока и времени срабатывания токовой отсечки

Порядок выполнения работ при измерении тока и времени срабатывания токовой отсечки (параметров $K2 \cdot I_n$ и t_{cp2}) будет следующий:

- 1) соберите схему испытания (рисунки 4-7). Установите на РЕТ-ДТ необходимый предел измерения;
- 2) включите устройство РЕТОМ-21;
- 3) выберите в одном из полей величину контроля тестового тока – I3, I5 или ДТ;
- 4) выберите в другом поле величину t для контроля времени воздействия и измерения времени срабатывания;
- 5) войдите в меню;
- 6) выберите Импульсный режим работы Источника 3 (можно Одиночный импульс);
- 7) включите фиксацию;
- 8) установите для выбранного канала фиксированный диапазон работы, ориентируясь на ожидаемый ток срабатывания;
- 9) установите время длительности импульса воздействия T_i , при этом достаточно, чтобы сработала токовая отсечка (обычно в диапазоне от 20 до 200 мс);
- 10) установите время паузы T_p , достаточное чтобы проводить определенные манипуляции (например, 3 с);
- 11) выйдите из меню;
- 12) включите Источник 3 для подачи тока, далее, вращая ручку кодера Управление Источник 3, увеличивайте ток;
- 13) при срабатывании последнее значение тока зафиксируется на индикаторе, это и будет искомый ток срабатывания $I_{ср}$, т.е. $K2 \cdot I_n$, а в поле t будет обозначено время срабатывания t_{cp2} .

6.5 Измерение тока и времени срабатывания канала перегрузки

Порядок работы при измерении тока и времени срабатывания канала перегрузки ($K1 I_n$ и t_{cp1}) и проверка электротепловых реле будет следующий:

- 1) Для снятия времятоковой характеристики срабатывания по конкретным точкам нужно установить ток необходимой величины и использовать импульсный режим с длительностью импульса от 40 до 60 мс. В этом случае канал перегрузки не успеет «нагреться»;
- 2) Переводите режим работы Источника 3 в Одиночный импульс и установите время T_i больше, чем время срабатывания канала перегрузки (например, $T_i = 10$ с). Если это время неизвестно, то можно установить его равным 100 с или переключить источник в непрерывный режим;
- 3) Не изменяя положения ручки кодера, нажмите кнопку Пуск. Канал выдаст ток, и на индикаторах отобразятся значение тока $K1 \cdot I_n$ и время срабатывания при этом токе - t_{cp1} ;
- 4) Пока автомат «остывает», можно записать полученные данные в протокол поверки. Для получения параметров другой точки все эти действия повторяем, устанавливая другое значение тока.

7 Оформление результатов измерений

Результаты измерений, обработки и вычислений заносятся в рабочую тетрадь, затем составляется протокол.

8. Меры безопасности при проведении испытаний и охрана окружающей среды

Перед началом работ необходимо:

- Получить наряд (разрешение) на производство работ
- Подготовить рабочее место в соответствии с характером работы: убедиться в достаточности принятых мер безопасности со стороны допускающего (при работах по наряду) либо принять все меры безопасности самостоятельно (при работах по распоряжению).
- Подготовить необходимый инструмент и приборы.
- При выполнении работ действовать в соответствии с программами (методиками) по испытанию электрооборудования типовыми или на конкретное присоединение. При проведении высоковольтных испытаний на стационарной установке действовать в соответствии с инструкцией.

Проводить измерения с помощью мегаомметра разрешается выполнять обученным работникам из числа электротехнической лаборатории. В электроустановках напряжением выше 1000В измерения проводятся по наряду, в электроустановках напряжением до 1000В – по распоряжению.

В тех случаях, когда измерения мегаомметром входят в содержание работ, оговаривать эти измерения в наряде или распоряжении не требуется.

Измерять сопротивление изоляции мегаомметром может работник, имеющий группу III.

Измерение сопротивления изоляции мегаомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путём предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегаомметра.

При измерении мегаомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью изолирующих держателей (штанг). В электроустановках напряжением выше 1000В, кроме того, следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединён, не разрешается. После окончания работы следует снять с токоведущих частей остаточный заряд путём их кратковременного заземления

При проведении работ с РЕТОМ-21 необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 22261-94, а также технической документации на оборудование, с которым производятся испытания или измерения. Персонал, использующий прибор, должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь при самостоятельной работе квалификационную группу по электробезопасности не ниже III. Использовать соединительные провода, сетевой кабель только из комплекта поставки прибора! Не начинать измерения в условиях повышенной влажности, в дождь, туман и т.д., т.е. при наличии влаги на корпусе и внутренностях прибора. При вносе прибора с мороза в теплое помещение, перед работой необходимо, чтобы прибор прогрелся до температуры помещения. В большинстве случаев, для этого достаточно 2 часа. В процессе эксплуатации устройства на выходных клеммах устройства могут присутствовать напряжения опасные для человека.

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ: - прикасаться к токоведущим частям устройства, находящимся под напряжением; - выполнять коммутации во внешних цепях устройства и силовом коммутационном переключателе под напряжением. В устройстве предусмотрены специальные меры и конструктивные решения, обеспечивающие безопасность проведения работ, защиту самого устройства и, что очень важно, проверяемых аппаратов релейной защиты: - все клеммы напряжения и тока, выведенные на лицевую панель устройства, имеют гальваническую изоляцию от питающей сети ~220 В (кроме ~U₆); - выход понижающего регулятора (~U₆) выведен на панель в разьеме «розетка»; - сетевой выключатель снабжен подсветкой. - силовые клеммы U₁, U₂ и U₃ устройства снабжены автоматической системой защиты, которая ограничивает ток

короткого замыкания и отключает выход при попадании на них внешнего напряжения; - кроме заземляющего вывода на питающей вилке на корпусе предусмотрена дополнительная клемма заземления; - к клеммам пуска и останова секундомера можно подключать не только «сухие контакты», но и контакты под потенциалом до = 400 В, поэтому отпадает необходимость выполнять дополнительные работы в цепях опертока при проверке реле, установленных в шкафах и на панелях.

При окончании работ следует:

- При окончании работ на электрооборудовании убрать рабочее место восстановив нарушенные в процессе работы коммутационные соединения (если таковое имело место).
- Сдать наряд (сообщить об окончании работ руководителю или оперативному персоналу).
- Сделать запись в кабельный журнал о проведённых испытаниях (при испытании кабеля), либо сделать запись в черновик для последующей работы с полученными данными.
- Оформить протокол на проведённые работы

Начальник электролаборатории

ПРОТОКОЛ № _____

Испытания проверки автоматического выключателя серии _____

1. Основные технические данные:

Тип	Номинальный ток, А	Кратность тока отсечки	Номинальное напряжение независимого расцепителя, В	Наличие расцепителя в нулевом проводе	Место установки	Год выпуска	Заводской номер

2. Проведен осмотр выключателя, проверено действие кинематических звеньев, бойков, электромагнитных расцепителей и блок-контактов при непосредственном ручном воздействии.

3. Замерено сопротивление изоляции главных контактов _____ МОм
 (для выключателей с Ином. - 400А и более)

4. Проверена работоспособность тепловых расцепителей на уставке равной А.

Соединение полюсов	Измеряемый параметр		
	Т окружающего воздуха, °С	Подведенный ток, А*	Время срабатывания, с

*- проверка времени срабатывания тепловых расцепителей производится при однократной подаче переменного тока $3 \div 6$ Ином.

5. Проверена работоспособность электромагнитных расцепителей:

Соединение полюсов	Измеряемый параметр		
	Т окружающего воздуха, °С	Кратность тока срабатывания	Время срабатывания, с

6. Проверено напряжение срабатывания независимого расцепителя $U_{ср.} =$ _____ В.

7. Заключение _____

ПРИБОРЫ	№ п/п	Наименование прибора	Тип	№ прибора	Класс точности	Дата след. проверки	Примечания

Испытание производили: _____

Начальник электролаборатории: _____ /
 (Подпись)

Инженер-электрик _____ /
 (Подпись)

Дата: « » 20 г.

ПРОТОКОЛ № _____

Испытания проверки автоматического выключателя серии _____

1. Основные технические данные:

Тип	Место установки	Номинальный ток, А	Уставка тока электромагнитного расцепителя, А	Уставка тока теплового расцепителя, А	Номинальное напряжение независимого расцепителя, В	Год выпуска	Заводской номер

2. Проведен осмотр выключателя, проверено действие кинематических звеньев, бойков, электромагнитных расцепителей и блок-контактов при непосредственном ручном воздействии.

3. Замерено сопротивление изоляции главных контактов _____ МОм
 (для выключателей с Ином. - 400А и более)

4. Проверена работоспособность тепловых расцепителей на уставке равной _____ А.

Измеряемый параметр	Полюс		
	Левый	Средний	Правый
Ток, А			
Время срабатывания, с			
Т окружающего воздуха, °С			

5. Проверена работоспособность электромагнитных расцепителей:

Измеряемый параметр	Полюс		
	Левый	Средний	Правый
Ток, А			

6. Проверено напряжение срабатывания независимого расцепителя $U_{ср.} =$ _____ В.

7. Заключение _____

ПРИБОРЫ	№ п/п	Наименование прибора	Тип	№ прибора	Класс точности	Дата след. проверки	Примечания

Испытание производили: _____

Начальник электролаборатории: _____ / _____ /
 (Подпись)

Инженер-электрик _____ / _____ /
 (Подпись)