

### Область применения

Рекомендации настоящей методики распространяются на проведение испытаний вакуумных выключателей всех напряжений, с различными видами приводов как отдельно, так и совместно с другими элементами электроустановок (с изоляторами выкатных элементов КРУ, проходными изоляторами ячеек и пунктов секционирования).

Вакуумные выключатели предназначены для частых коммутационных операций в цепях переменного тока различного напряжения. На практике широкое распространение получили вакуумные выключатели на номинальное напряжение 6 – 10кВ (номинальные токи 630, 1000, 1250 и 1600А, при номинальном токе отключения до 20кА), а также вакуумные контакторы на напряжение до 1кВ, которые в настоящее время применяются в цепях управления электродвигателями.

В вакуумных коммутационных аппаратах гашение дуги осуществляется в вакуумной дугогасительной камере (ВДК), которая состоит из изоляционной цилиндрической оболочки (рисунок справа), снабжённой по концам металлическими фланцами, внутри которой помещаются подвижный и неподвижный контакты и электростатические экраны. Неподвижный контакт жёстко крепится к одному фланцу, а подвижный соединяется с другим фланцем сильфоном из нержавеющей стали, обеспечивающим возможность перемещения контакта без нарушения герметичности ВДК.

ВВ\TEL

Экраны предназначены для защиты оболочки от брызг и паров металла, образующихся при горении дуги, а также для выравнивания распределения напряжения по камере. Оболочка ВДК изготавливается из специальной газоплотной керамики (в некоторых конструкциях – из стекла). Внутри оболочки создаётся вакуум. В ВДК применяются контакты торцевого типа сложной конфигурации, выполненные из специального сплава. Вакуумные выключатели на напряжение до 10кВ включительно выполнены обычно в виде единого устройства из трёх полюсов с ВДК и общим приводом, при напряжении свыше 35кВ выключатели могут выполняться в виде отдельных полюсов (ВДК), соединённых последовательно, соответственно привод на эти полюса может быть либо общим, либо их может быть несколько – на каждый из полюсов отдельно.

На рисунке справа представлен полюс выключателя производства предприятия «Таврида Электрик». У выключателей данного типа каждый полюс с вакуумной камерой комплектуется отдельным приводом с новой технологией «магнитной защёлки».

Основными достоинствами вакуумных выключателей, определяющими их широкое распространение следует считать:

1. Высокую износостойкость при коммутации номинальных токов и номинальных токов отключения. Число отключений номинальных токов вакуумных выключателей без замены ВДК составляет 10-20 тысяч (в некоторых типах современных выключателей завод-изготовитель гарантирует число циклов работы в пределах 50 тысяч включений-отключений с номинальным током), число отключений номинального

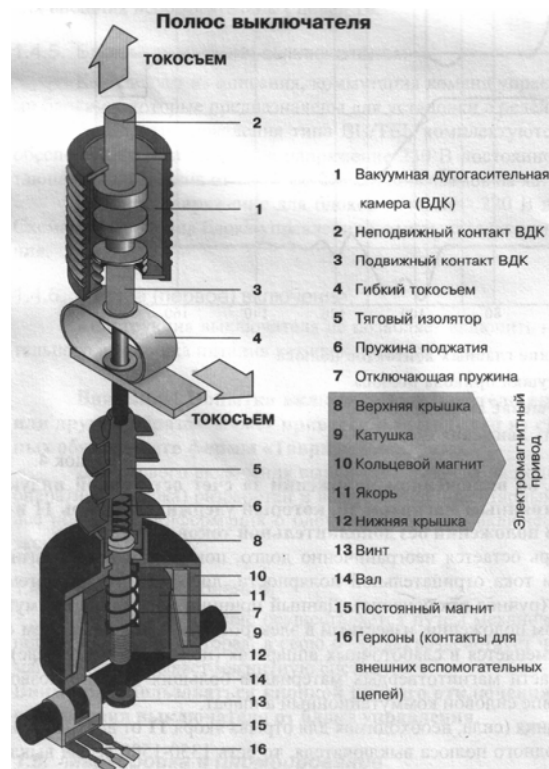


Рисунок 1. Полюс выключателя

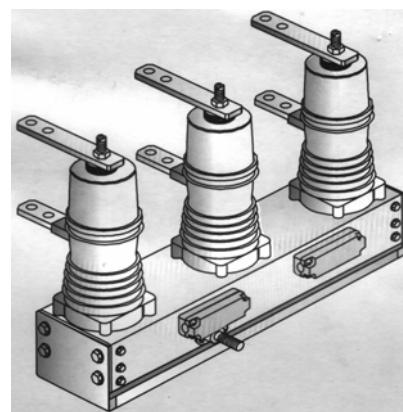


Рисунок 2. Вакуумный выключатель ВВ/TEL

тока отключения – до 200 раз, что в 10 – 20 раз превышает соответствующие параметры маломасляных выключателей.

2. Резкое снижение эксплуатационных затрат по сравнению с маломасляными выключателями. Обслуживание вакуумных выключателей сводится к смазке механизма и привода, проверке износа контактов по меткам или путём замеров 1 раз в 5 лет или через 5 – 10 тысяч циклов.
3. Полную взрыво- и пожаробезопасность и возможность работы в агрессивных средах.
4. Широкий диапазон температур окружающей среды, в которой возможна работа ВДК.
5. Повышенную устойчивость к ударным и вибрационным нагрузкам вследствие малой массы и компактной конструкции аппарата.
6. Произвольное рабочее положение и малые габариты, что позволяет создавать различные компоновки распределительных устройств, в том числе и шкафы с несколькими выключателями или двух- трёхъярусном их расположении.
7. Бесшумность, чистота, удобство обслуживания, обусловленные малым выделением энергии в дуге и отсутствием выброса масла, газов при отключении токов КЗ.
8. Отсутствие загрязнения окружающей среды.
9. Высокую надёжность и безопасность эксплуатации, сокращение времени на монтаж.

К недостаткам вакуумных выключателей следует отнести повышенный уровень коммутационных перенапряжения, что в ряде случаев вызывает необходимость принятия мер по защите оборудования, в частности такие меры применяются для защиты электродвигателей и силовых трансформаторов с облегчённой изоляцией. В последнее время КРУ с вакуумными выключателями комплектуются устройствами защиты от перенапряжения практически для всех присоединений (исключение обычно составляют отходящие ВЛ).

Наличие высоких уровней коммутационных перенапряжений именно для вакуумных выключателей является спорным утверждением. По данным фирмы «Таврида Электрик» значения перенапряжений (кратность номиналу) в зависимости от нагрузки и типа коммутационного аппарата могут быть следующими:

- ✱ Электродвигатель 175кВт при пуске – МВ – кабель  $70\text{мм}^2$  –  $9,8U_{\text{ном}}$
- ✱ Электродвигатель 210кВт при пуске – МВ – кабель  $70\text{мм}^2$  –  $8,3U_{\text{ном}}$
- ✱ Электродвигатель 520кВт при пуске – МВ – кабель  $70\text{мм}^2$  –  $6,7U_{\text{ном}}$
- ✱ Электродвигатель 210кВт при пуске – ВозВ – кабель  $340\text{мм}^2$  –  $7,2U_{\text{ном}}$
- ✱ Электродвигатель 110кВт при пуске – ВВ – кабель  $100\text{мм}^2$  –  $5,1U_{\text{ном}}$
- ✱ Трансформатор 2500кВА холостой ход – ВВ – кабель  $240\text{мм}^2$  –  $6,1U_{\text{ном}}$
- ✱ Трансформатор 250кВА холостой ход – ВВ – кабель  $70\text{мм}^2$  –  $6,0U_{\text{ном}}$

Основной особенностью дуги в вакууме является её нестабильность при малых токах. Прекращение разряда в вакууме приводит к срезу тока до его естественного перехода через нуль. Характеристики современных выключателей позволяют им отключать высокочастотные токи с большими скоростями изменения тока вблизи нулевого значения. Последнее обстоятельство приводит к многократным повторным зажиганиям и отключениям высокочастотного тока в процессе одной коммутации включения – отключения индуктивной на-



Рисунок 3. Вакуумный выключатель ВВ/TEL на выкатном элементе КРУ



Рисунок 4. Вакуумный выключатель Саратовского завода «Контактор»

грузки, которые могут влиять на уровень коммутационных перенапряжений. Повышенный уровень коммутационных перенапряжений при коммутации малой нагрузки наглядно виден на примере выше.

В настоящее время существует множество различных вариантов защиты оборудования от коммутационных и грозовых перенапряжения, из которых самым распространённым способом является установка ограничителей перенапряжения (ОПН).

### Объект испытания.

Объектом испытания в вакуумных выключателях является, прежде всего, фазная изоляция выключателей, состояние вакуума в камере, состояние контактов выключателей, временные характеристики выключателей, и, при испытании выключателей на выкатном элементе (тележке), соосность входа выключателей на тележке с приёмными элементами ячейки КРУ, глубина входа и равномерность входа по фазам, а также состояние контактов ячейки и выключателя. Последние испытания обычно проводятся именно для выкатного элемента ячейки, а не для вакуумного выключателя.

Объём испытаний вакуумных выключателей:

1. измерение сопротивления изоляции вторичных цепей и электромагнитов управления (К)
2. измерение сопротивления изоляции силовых частей выключателей (К)
3. испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты (К)
4. испытание изоляции вторичных цепей и электромагнитов управления (К)
5. проверка минимального напряжения срабатывания электромагнитов управления (К)
6. испытание выключателей многократным включением и отключением (К)
7. проверка состояния контактов выключателя (К, М)
8. проверка временных (при необходимости и скоростных) характеристик выключателей (К)
9. тепловизионный контроль (М)

Объём испытаний выключателей совместно с выкатным элементом КРУ:

1. измерение сопротивления изоляции вторичных цепей и электромагнитов управления (К)
2. измерение сопротивления изоляции силовых частей выключателей и опорной изоляции выкатного элемента (К)
3. испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты (К)
4. испытание изоляции вторичных цепей и электромагнитов управления (К)
5. проверка минимального напряжения срабатывания электромагнитов управления (К)
6. испытание выключателей многократным включением и отключением (К)
7. проверка состояния контактов выключателя (К, М)
8. проверка временных (при необходимости и скоростных) характеристик выключателей (К)
9. проверка соосности контактов выключателя и контактов ячейки (К)
10. проверка характеристик контактов выкатного элемента и ячейки при вкатывании (К)

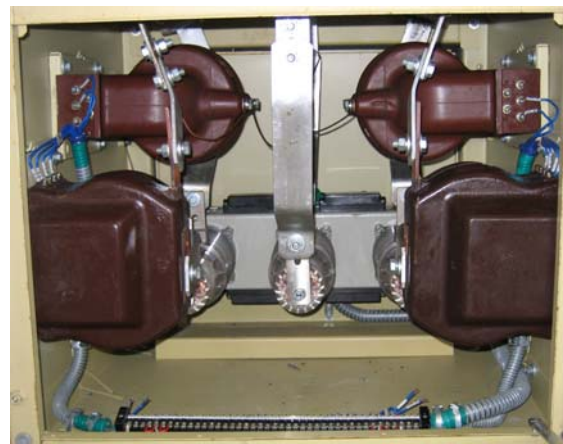


Рисунок 5. Вакуумный выключатель, установленный в ячейку К-112.

Примечание: К – капитальный ремонт, испытание при приёмке в эксплуатацию; М – межремонтные испытания

Внешний вид вакуумного выключателя ВВ/TEL представлен на рисунке 2. Выключатель устанавливается на штатное место эксплуатации и комплектуется блоком управления, а также,



в случае необходимости, блоком питания и(или) защиты.

Вакуумные выключатели могут устанавливаться на выкатные элементы ячеек КРУ (рисунок 3 и 4 – выкатной элемент с вакуумным выключателем), ими могут заменяться масляные выключатели, комплектоваться пункты секционирования ВЛ и т.п. На рисунке 5 показан выключатель ВВ/TEL, установленный в ячейку К-112. В данном случае испытание следует производить по нормам измерительных трансформаторов.

### Определяемые характеристики.

#### Сопротивление изоляции.

В процессе эксплуатации измерения проводятся:

- ❖ **на вакуумных выключателях 6-10кВ** – при ремонтных работах в ячейках (присоединениях), где они установлены, проверка изоляции вторичных цепей и электромагнитов управления может проводиться совместно с проверкой устройств релейной защиты.

Измеренные значения сопротивления изоляции должны быть не менее значений, приведённых в таблице 1.

*Таблица 1. Значения сопротивления изоляции вакуумных выключателей*

Класс напряжения (кВ)	Допустимые сопротивления изоляции (МОм) не менее	
	Основная изоляция	Вторичные цепи и электромагниты управления
3-10	300	1(1)
15-150	1000	1(1)
220	3000	1(1)

\*Сопротивление изоляции вторичных обмоток приведены: без скобок – при отключённых вторичных цепях, в скобках – с подключёнными вторичными цепями.

#### Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты.

Испытание изоляции повышенным напряжением проводится после первых двух лет эксплуатации выключателей и в дальнейшем через пять лет эксплуатации. Испытание вторичных цепей и электромагнитов управления может проводиться совместно с силовыми цепями выключателей, или при проверке цепей релейной защиты присоединения в объёме, соответствующем виду проверки.

*Таблица 2. Значения испытательного напряжения промышленной частоты.*

Класс напряжения (кВ)	Испытательное напряжение (кВ) для вакуумных выключателей		
	На заводе – изготовителе	Перед вводом в эксплуатацию и в эксплуатации	
		Фарфоровая изоляция	Другие виды изоляции
До 0,69	2,0	1	1
3	24,0	24,0	21,6
6	32,0	32,0	28,8
10	42,0	42,0	37,8
15	55,0	55,0	49,5
20	65,0	65,0	58,5
35	95,0	95,0	85,5

Значение испытательного напряжения для вторичных цепей и электромагнитов управления должно составлять 1кВ, при условии, что данные устройства рассчитаны на напряжение не ниже 60В. Таким образом, электромагниты управления вакуумных выключателей ВВ/TEL, которые работают от блока управления типа БУ/TEL, испытанию не подвергаются.

При испытании выключателя «на разрыв» испытательное напряжение равно напряжению для испытания основной изоляции.

#### Проверка минимального напряжения срабатывания электромагнитов управления.

Электромагниты управления должны срабатывать при напряжении:

- включения -  $0,85U_{ном.}$
- отключения -  $0,7U_{ном.}$

Выключатели ВВ/ТЕЛ, которые работают от блока управления типа БУ/ТЕЛ, данному испытанию не подвергаются, так как для включения выключателя используется энергия, накопленная специально предназначенными для этого конденсаторами большой ёмкости, установленными непосредственно в блоке управления.

Проверка выключателей многократным включением и отключением.

Данное испытание проводится при номинальном напряжении на выводах электромагнитов управления. Число циклов включения-отключения для вакуумных выключателей равно 3-5.

Проверка состояния контактов выключателей.

Состояние контактов определяют путём измерения сопротивления постоянному току полюсов выключателей, внешнему осмотру контакты не подвергаются – вакуумную камеру разбирать запрещается. Сопротивление постоянному току каждого полюса выключателя должно быть не более нормируемого в технической документации на соответствующее оборудование.

Ориентировочные данные сопротивлений полюсов выключателей в зависимости от номинального тока выключателей указаны в таблице 3. Для некоторых типов выключателей заводом-изготовителем может нормироваться другое значение сопротивления, поэтому необходимо ориентироваться на данные паспорта именно данного выключателя.

При испытании вакуумных выключателей производства фирмы «Таврида Электрик» можно ориентироваться значениями сопротивления в зависимости от номинального тока выключателя (рисунок 5). Значениями этих же кривых можно руководствоваться при переводе выключателя в разряд с меньшим номинальным током в случае ухудшения состояния контактов.

Измерение производится как можно ближе к контактам самого выключателя. Данное условие позволяет оценить состояние именно контактов выключателя, исключая при измерении контактные соединения например, розеточных групп выкатного элемента, или контактные соединения измерительных трансформаторов тока и ошиновки распределительных устройств (при установке выключателей непосредственно в рассечку шин).

Если производится испытание вакуумного выключателя, установленного на выкатном элементе, можно произвести измерение сопротивления всего полюса выключателя и контактов розеточных групп. В этом случае измерение производится сначала самого выключателя, а затем полное сопротивление всего полюса одной фазы выкатного элемента. Значение полного сопротивления полюса выкатного элемента нормируется в технической документации непосредственно на конкретный вид оборудования.

Таблица 3. Сопротивление полюса выключателя в зависимости от номинального тока.

Номинальный ток выключателя (А)	Сопротивление полюса (мкОм)
---------------------------------	-----------------------------

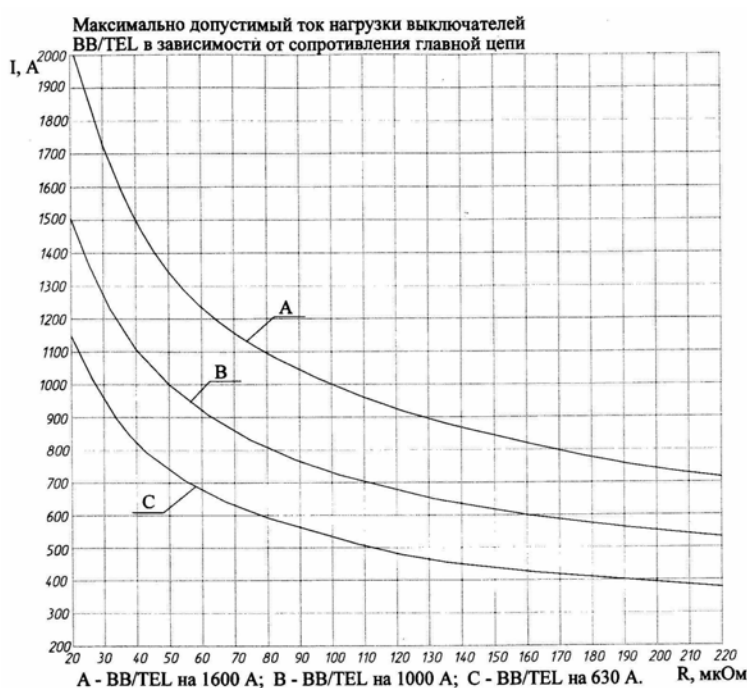


Рисунок 5. Значения сопротивления главных контактов выключателей ВВ/ТЕЛ.

630А	50
1000А	40

Проверка временных характеристик выключателей.

Проверка временных характеристик вакуумных выключателей производится при номинальном напряжении оперативного тока. Временные параметры включения и отключения выключателей должны соответствовать паспортным данным на конкретный тип выключателей.

Ориентировочно время включения вакуумного выключателя колеблется в пределах 0,05 – 0,08 секунд, время отключения – в пределах 0,05 – 0,07 секунд.

Скоростные характеристики определяются с помощью вибрографов на выключателях старой конструкции с траверсами от привода к подвижному контакту дугогасительной камеры.

Проверка соосности контактов выключателя и контактов ячейки.

Соосность определяется после вкатывания тележки выкатного элемента на штатное место в ячейку. Проверка производится с помощью специальных инструментов и приспособлений, одновременно определяется глубина входа подвижных контактов на неподвижные и равномерность этой этого входа по отношению к соседним фазам выключателя.

Проверка характеристик контактов выкатного элемента и ячейки.

Данный вид проверки производится для определения состояния контактных соединений в ячейке КРУ. Этот вид проверки позволяет удостовериться в надёжности и качестве контактного соединения между выкатным элементом и неподвижными контактами ячейки КРУ. Применение данного вида замеров целесообразно наряду с определением соосности контактов и глубины их соприкосновения.

Значение сопротивлений контактов постоянному току элементов КРУ приведены в таблице 4.

Таблица 4. Допустимые значения сопротивлений постоянному току элементов КРУ.

Измеряемый элемент	Номинальный ток контактов (А)	Сопротивление (мкОм)
Втычные контакты первичной цепи	400	75
	630	60
	1000	50
	1600	40
	2000 и более	33

Эти измерения проводятся только в том случае, если позволяет конструкция распределительного устройства (можно добраться до контактов ячейки при вкваченном положении выключателя).

Условия испытаний и измерений

Испытание производят при температуре окружающей среды не ниже +10<sup>0</sup>С.

Влажность окружающего воздуха имеет значение при проведении высоковольтных испытаний обмоток, т.к. конденсат на изоляторах может привести к пробое изоляции и, соответственно, к выходу из строя оборудования (как испытательного, так и испытываемого).

Атмосферное давление особого влияние на качество проводимых испытаний не оказывает, но фиксируется для занесения данных в протокол.

### Средства измерений.

Измерение сопротивления изоляции производят мегаомметрами на напряжение 2500В.

Измерение сопротивления постоянному току полюсов выключателей производится мостами постоянного тока (например Р 333), которые позволяют произвести замеры с точностью до 0,001 Ом, микроомметрами типа Ф4104-М1. При отсутствии данных приборов возможно использовать метод амперметра – вольтметра с источником постоянного тока, который может обеспечить достаточный ток для проведения данных испытаний. Аналогичные приборы используются для проверки характеристик контактов выкатного элемента и ячейки.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производят с помощью различных установок, которые состоят из следующих элементов: испытательного трансформатора, регулирующего устройства, контрольно-измерительной и защитной аппаратуры. К таким аппаратам можно отнести установку АИИ – 70, АИД – 70, а также различные высоковольтные испытательные трансформаторы, которые обладают достаточным уровнем защиты и надлежащим уровнем подготовлены для проведения испытаний.

Для проверки соосности входа контактов используют специальные приспособления, поставляемые в комплекте с КРУ. Эти приспособления имеют вид металлического прута с разметкой. По делениям можно ориентировочно определить глубину входа подвижных контактов в неподвижные.

*Все приборы должны быть поверены, а испытательные установки аттестованы в соответствующих государственных органах (ЦСМ).*

### Порядок проведения испытаний и измерений.

#### *Измерение сопротивления изоляции.*

Измерение сопротивления силовых частей выключателей производится по схеме, представленной на рисунке 6.

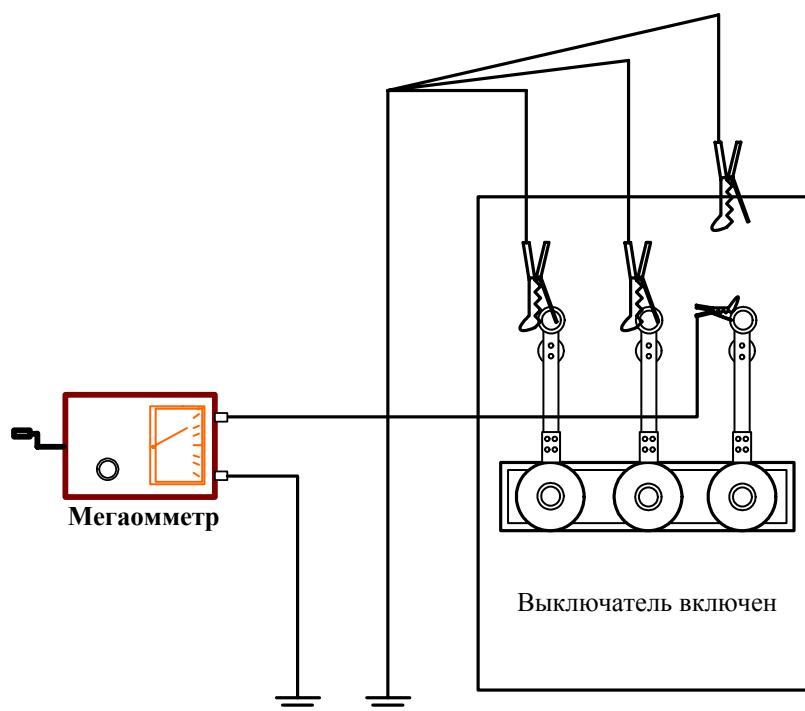


Рисунок 6. Измерение сопротивления изоляции силовых частей выключателя на выкатном элементе.

Как видно из рисунка измерение производится относительно земли и двух других заземленных фаз.

Выключатель включается, все фазы заземляются, к одной фазе выключателя подключается мегаомметр. Заземление с этой фазы выключателя снимается, производится измерение сопротивления изоляции. Затем заземление восстанавливается, мегаомметр переключается на другую фазу выключателя. Производятся аналогичные операции для всех фаз последовательно. Всё время проведения измерений выключатель остаётся включенным.

Сопротивление изоляции электромагнитов управления производят в зависимости от внутренней схемы привода выключателя. Измерение производится относительно земли на одном из полюсов электромагнитов (электромагнита), при этом целостность катушки проверяется отдельно путём измерения сопротивления омметром (или другим способом).

### *Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты.*

Испытание производится в два этапа – сначала производится пофазное испытание основной изоляции выключателя, затем производится испытание выключателя «на разрыв».

Для проведения испытания основной изоляции выключатель, также как и в опыте измерения сопротивления изоляции, включается, все фазы заземляются.

Подготавливается испытательная установка, подключается к испытательному объекту. Снимается установленное ранее заземление. Производится плавное поднятие напряжения до необходимого уровня (напряжение поднимается скачком до 1/3 необходимой величины, затем увеличение производится плавно со скоростью 1-2кВ в секунду вплоть до необходимого уровня испытательного напряжения), напряжение выдерживается в течение 1 минуты, и, затем, плавно понижается до нуля. На испытанную фазу выключателя устанавливается заземление, испытательная установка отсоединяется и подключается к следующей фазе.

На рисунке 7 показана схема проведения для проведения испытания основной изоляции вакуумного выключателя на выкатном элементе напряжением промышленной частоты.

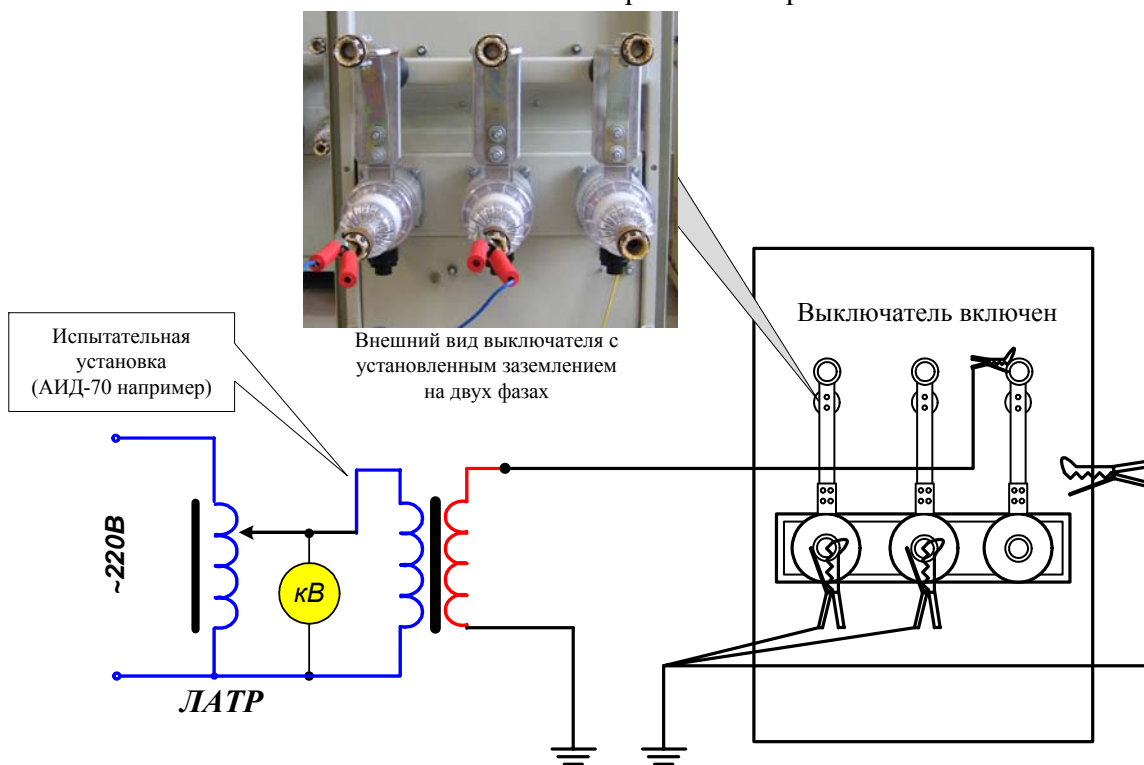


Рисунок 7. Испытание изоляции силовых частей выключателя на выкатном элементе повышенным напряжением промышленной частоты.



Для проведения испытания выключателя «на разрыв» собирается аналогичная схема, только в этом случае выключатель отключён, фаза объединены, с одной стороны установлено заземление, а на другую сторону выключателя подаётся испытательное напряжение (рисунок 8).

Смысл испытания выключателя «на разрыв» - проверка состояния вакуума в вакуумной камере выключателя. Если с камерой всё нормаль – испытание пройдёт успешно. Во время проведения испытания возможны искровые пробои в вакуумной камере, в этом случае необходимо плавно снизить испытательное напряжение до момента прекращения пробоев, выждать 3-4 минуты, а, затем, снова продолжить испытание с требуемой величиной напряжения.

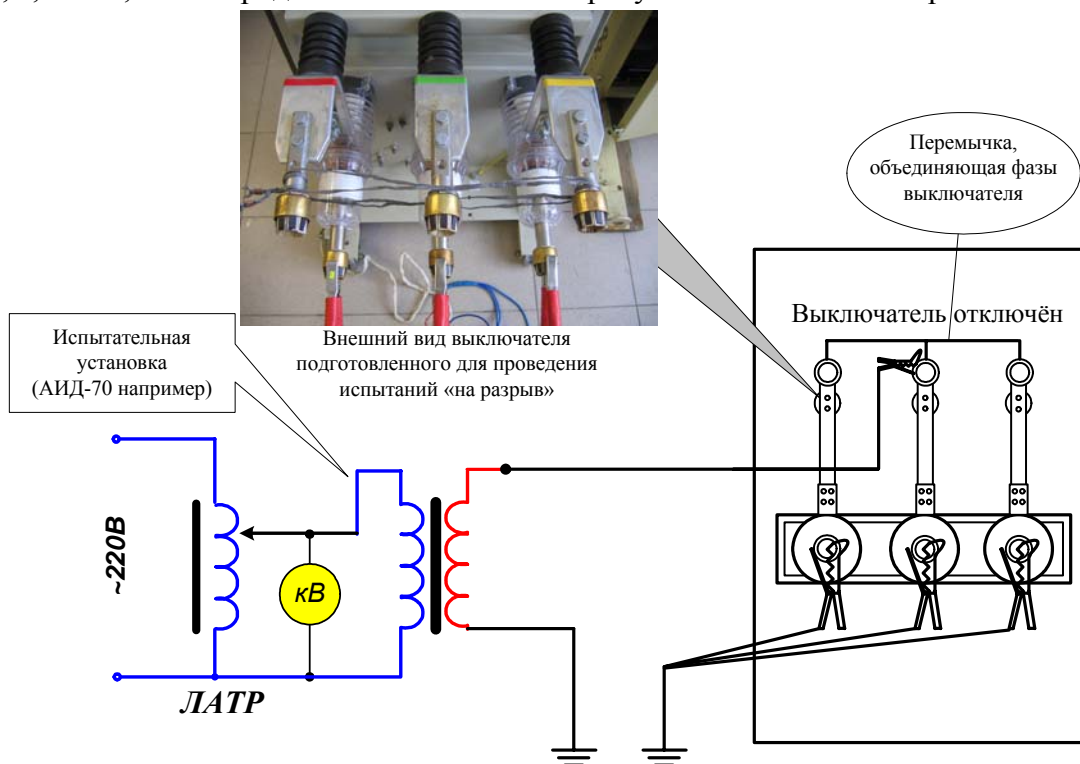


Рисунок 8. Испытание изоляции выключателя на выкатном элементе повышенным напряжением промышленной частоты «на разрыв».

Продолжительность испытания – 1 минута.

Экспериментально установлено, что при проведении испытания вакуумного выключателя «на разрыв» на расстоянии 3 метра от испытуемого выключателя (длина проводов установки АИД-70) не происходит повышения уровня радиации выше фонового значения в 30микрорентген. Поэтому опасаться высокого уровня радиации не стоит.

### *Проверка минимального напряжения срабатывания электромагнитов управления*

Проверка проводится на вакуумных выключателях оснащённых электромагнитным приводом. Данная проверка не производится с выключателями оснащёнными приводами на основе магнитной защёлки.

Принцип проверки основан на проверке возможности включения и отключения выключателя при пониженном напряжении. Проверка производится в следующем порядке:

1. Производится оценка потребляемой мощности электромагнита по параметрам измеренного сопротивления катушки;
2. В соответствии с потребляемой мощностью подбирается автотрансформатор (ЛАТР) для регулирования напряжения и выпрямительное устройство;
3. Собирается схема в соответствии с рисунком 9 и производится пробное включение (отключение) выключателя.

Включение в цепь электромагнитов управления активного сопротивления неприемлемо, так как в первоначальный момент за счёт индуктивности катушки на неё будет приложено полное напряжение оперативного тока.

С помощью ЛАТРа напряжение снижается до уровня  $0,9U_{ном}$  для электромагнитов включения и  $0,7U_{ном}$  для электромагнитов отключения. При включении выключателя напряжение на зажимах ЭМУ снизится до требуемой величины за счёт падения напряжения в схеме испытательной установки. Электромагнит отключения гораздо меньше электромагнита включения, поэтому при отключении выключателя напряжение установки сразу устанавливают на нормируемом уровне.

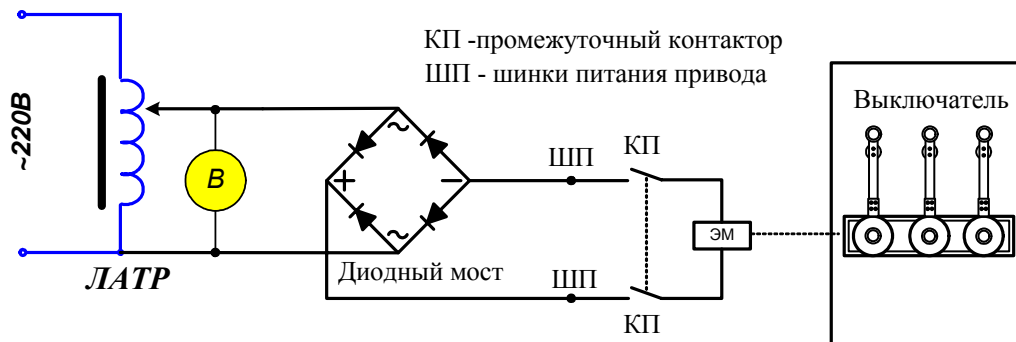


Рисунок 9. Проверка минимального напряжения срабатывания ЭМУ.

Испытательная установка подключается к зажимам питания ШП (шинкам питания электромагнитов управления, если таковые выполнены отдельно), или непосредственно на контакты промежуточного реле управления электромагнитом включения выключателя. При этом необходимо проверить, что штатное питание с этих зажимов отключено.

Для электромагнита отключения необходимо выделить цепь из общей схемы РЗА для включения испытательной схемы.

При наличии в схеме оперативного тока аккумуляторной батареи данное испытание можно произвести без применения ЛАТРа и выпрямительного блока. Для этого питание испытательной схемы подают от соответствующего количества аккумуляторов батареи.

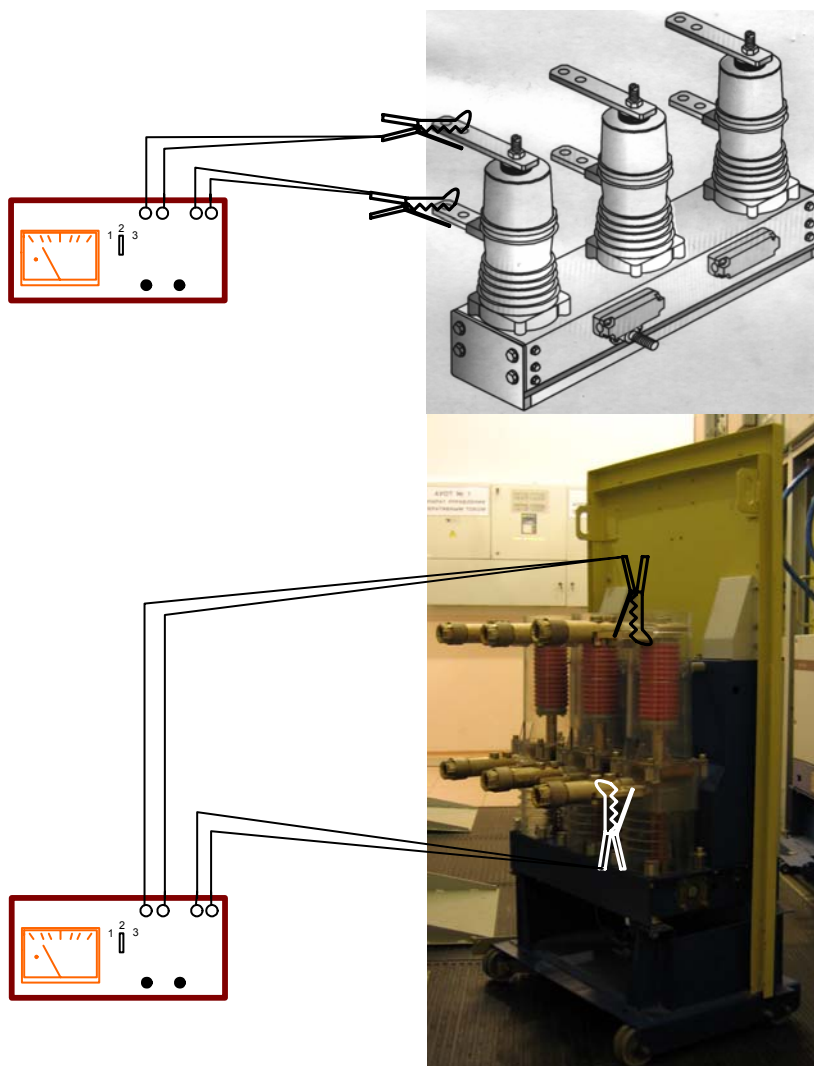


Рисунок 10. Измерение сопротивления основных контактов выключателей.

### *Проверка состояния контактов выключателя.*

Проверка сводится к измерению сопротивления основных контактов выключателя с помощью микроомметров или мостов постоянного тока. Места замеров на выключателях показаны на рисунке 10. Измерение производится непосредственно на вакуумной камере – измеряется сопротивление контактов самого выключателя.

Измеренное сопротивление сравнивается с нормируемыми значениями и на результатах сравнения оценивается состояние контактной системы выключателя.

Измерение можно произвести с помощью моста постоянного тока. Измерение производится аналогичным образом, главное – необходимо обеспечить надёжный контакт с измеряемой цепью.

Для оценки состояния контактов выкатного элемента производится измерение полного полюса. Измерение производится аналогичным образом, как и при измерении полюса выключателя, но в данном случае необходимо измерить сопротивление как можно ближе к розеточным группам выкатного элемента. Значение сопротивления полного полюса выкатного элемента не должно превышать значение сопротивления полюса выключателя более чем на 50 мкОм.

### *Проверка временных характеристик выключателей.*

Данная проверка производится при номинальном напряжении оперативного тока.

Используя секундомер, который подключают на силовые контакты выключателя, засекают время включения выключателя после подачи сигнала от ключа. При этом ключ должен одновременно подать сигнал на пуск секундомера и на включения выключателя.

### *Проверка соосности контактов выкатного элемента и ячейки и характеристик этих контактов (сопротивления).*

Эта проверка производится только в том случае, если есть возможность открыть доступ к контактам при вкваченной ячейке. Такая возможность есть на ячейках К-104, К-304.

### **Обработка данных, полученных при испытаниях.**

Первичные записи рабочей тетради должны содержать следующие данные:

- ✚ дату измерений.
- ✚ температуру, влажность и давление
- ✚ температуру изоляции измерительных трансформаторов
- ✚ наименование, тип, заводской номер трансформатора
- ✚ номинальные данные объекта испытаний
- ✚ результаты испытаний
- ✚ результаты внешнего осмотра
- ✚ используемую схему

Все данные испытаний сравниваются с требованиями НТД и на основании сравнения выдётся заключение о пригодности электродвигателя к эксплуатации.

### **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.

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

Проводить измерения с помощью мегаомметра разрешается 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.

### **Проведение работ с подачей повышенного напряжения от постороннего источника при испытании.**

К проведению испытаний электрооборудования допускается персонал, прошедший специальную подготовку и проверку знаний и требований, содержащихся в разделе 5.1 Правил Безопасности, комиссией, в состав которой включаются специалисты по испытаниям электрооборудования с соответствующей группой.

Испытания электрооборудования, в том числе и вне электроустановок, проводимые с использованием передвижной испытательной установки, должны выполняться по наряду.

Проведение испытаний в процессе работ по монтажу или ремонту оборудования должно оговариваться в строке «Поручается» наряда.



Испытания электрооборудования проводит бригада, в составе которой производитель работ должен иметь группу IV, член бригады – группу III, а член бригады, которому поручается охрана, - группу II.

Массовые испытания материалов и изделий (средства защиты, различные изоляционные детали, масло и т.п.) с использованием стационарных испытательных установок, у которых токоведущие части закрыты сплошным или сетчатым ограждениями, а двери снабжены блокировкой, допускается выполнять работнику, имеющему группу III, единолично в порядке текущей эксплуатации с использованием типовых методик испытаний.

Рабочее место оператора испытательной установки должно быть отделено от той части установки, которая имеет напряжение выше 1000В. Дверь, ведущая в часть установки, имеющую напряжение выше 1000В, должна быть снабжена блокировкой, обеспечивающей снятие напряжения с испытательной схемы в случае открытия двери и невозможность подачи напряжения при открытых дверях. На рабочем месте оператора должна быть предусмотрена отдельная световая, извещающая о включении напряжения до и выше 1000В, и звуковая сигнализация, извещающая о подаче испытательного напряжения. При подаче испытательного напряжения оператор должен стоять на изолирующем ковре.

Передвижные испытательные установки должны быть оснащены наружной световой и звуковой сигнализацией, автоматически включающейся при наличии напряжения на выводе испытательной установки.

Допуск по нарядам, выданным на проведение испытаний и подготовительных работ к ним, должен быть выполнен только после удаления с рабочих мест других бригад, работающих на подлежащем испытанию оборудовании, и сдачи ими нарядов допускающему. В электроустановках, не имеющих местного дежурного персонала, производителю работ разрешается после удаления бригады оставить наряд у себя, оформив перерыв в работе.

При необходимости следует выставлять охрану, состоящую из членов бригады, имеющих группу III, для предотвращения приближения посторонних людей к испытательной установке, соединительным проводам и испытательному оборудованию. Члены бригады, несущие охрану, должны находиться вне ограждения и считать испытываемое оборудование находящимся под напряжением. Покинуть пост эти работники могут только с разрешения производителя работ.

При размещении испытательной установки и испытываемого оборудования в различных помещениях или на разных участках РУ разрешается нахождение членов бригады, имеющих группу III, ведущих наблюдение за состоянием изоляции, отдельно от производителя работ. Эти члены бригады должны находиться вне ограждений и получить перед началом испытаний необходимый инструктаж от производителя работ.

Снимать заземление, установленное при подготовке рабочего места и препятствующие проведению испытаний, а затем устанавливать их вновь разрешается только по указанию производителя работ, руководящего испытаниями, после заземления вывода высокого напряжения испытательной установки.

Разрешение на временное снятие заземлений должно быть указано в строке «Отдельные указания» наряда.

При сборке испытательной схемы прежде всего должно быть выполнено защитное и рабочее заземление испытательной установки. Корпус передвижной испытательной установки должен быть заземлён отдельным заземляющим проводником из гибкого медного провода сечением не менее 10 мм<sup>2</sup>. Перед испытанием следует проверить надёжность заземления корпуса.

Перед присоединением испытательной установки к сети напряжением 380/220В вывод высокого напряжения её должен быть заземлён.

Сечение медного провода, применяемого в испытательных схемах заземления, должно быть не менее 4 мм<sup>2</sup>.

Присоединение испытательной установки к сети напряжением 380/220В должно выполняться через коммутационный аппарат с видимым разрывом или через штепсельную вилку, расположенную на месте управления установкой.

Коммутационный аппарат должен быть оборудован устройством, препятствующим самопроизвольному включению, или между подвижным и неподвижным контактами аппарата должна быть установлена изолирующая накладка.

Провод или кабель, используемый для питания испытательной установки от сети напряжением 380/220В, должен быть защищен установленными в этой сети предохранителями или автоматическими выключателями. Подключать к сети передвижную испытательную установку должны представители организации, эксплуатирующие эти сети.

Соединительный провод между испытательной установкой и испытуемым оборудованием сначала должен быть присоединён к её заземлённому выводу высокого напряжения.

Этот провод следует закреплять так, чтобы избежать приближения (подхлестывания) к находящимся под напряжением токоведущим частям на расстояние менее указанного в таблице 1.

Присоединять соединительный провод к фазе, полюсу испытуемого оборудования или к жиле кабеля и отсоединять его разрешается по указанию руководителя испытаний и только после их заземления, которое должно быть выполнено включением заземляющих ножей или установкой переносных заземлений.

Перед каждой подачей испытательного напряжения производитель работ должен:

- Проверить правильность сборки схемы и надёжность рабочих и защитных заземлений;
- Проверить, все ли члены бригады и работники, назначенные для охраны, находятся на указанных им местах, удалены ли посторонние люди и можно ли подавать испытательное напряжение на оборудование;
- Предупредить бригаду о подаче напряжения словами «Подаю напряжение» и, убедившись, что предупреждение услышано всеми членами бригады, снять заземление с вывода испытательной установки и подать на нее напряжение 380/220В.

С момента снятия заземления с вывода установки вся испытательная установка, включая испытываемое оборудование и соединительные провода, должна считаться находящейся под напряжением и проводить какие – либо пересоединения в испытательной схеме и на испытываемом оборудовании не допускается.

Не допускается с момента подачи напряжения на вывод установки находиться на испытываемом оборудовании, а также прикасаться к корпусу испытательной установки, стоя на земле, входить и выходить из передвижной лаборатории, прикасаться к кузову передвижной лаборатории.

После окончания испытаний производитель работ должен снизить напряжение испытательной установки до нуля, отключить её от сети напряжением 380/220В, заземлить вывод установки и сообщить об этом бригаде словами «Напряжение снято». Только после этого допускается пересоединять провода или в случае полного окончания испытания отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.