

Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

П.А. ЮРИКОВ

**СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ
ИЗОЛЯЦИИ
ОТ АТМОСФЕРНЫХ
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

Выпуск 147

П. А. ЮРИКОВ

СРЕДСТВА
ЗАЩИТЫ ИЗОЛЯЦИИ
ОТ АТМОСФЕРНЫХ
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ
(Вентильные разрядники)



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД

Редакционная коллегия:

Большаков Я. М., Васильев А. А., Долгов А. Н., Ежков В. В.,
Каминский Е. А., Мандрыкин С. А., Смирнов А. Д., Синьчугов Ф. И.,
Устинов П. И.

УДК 621.316.93

Ю 70

В брошюре описаны принцип действия, конструкция, монтаж и эксплуатация вентиляемых разрядников, которые являются основным средством защиты электрооборудования электростанций и подстанций от перенапряжений.

Брошюра является продолжением выпуска № 118 (Библиотека электромонтера, 1964 г.) «Перенапряжения и электрическая прочность высоковольтной изоляции».

За этим выпуском предполагается издать следующую брошюру, где будут описаны трубчатые разрядники, защитные промежутки, конденсаторы и молниеотводы, которые также служат для защиты электроустановок от грозových перенапряжений.

Брошюра рассчитана на электромонтеров, обслуживающих и монтирующих электрические сети и подстанции.

Юриков Павел Андреевич

Средства защиты изоляции от атмосферных перенапряжений.

М.-Л., издательство «Энергия», 1964.

72 с. с черт. (Б-ка электромонтера. Вып. 147)

Тематический план 1964 г., № 214

Редактор В. П. Ларнонов

Техн. редактор Г. С. Юдаева

Сдано в набор 3/VIII 1964 г.

T-14813

Печ. л. 3,69

Подписано к печати 28/IX 1964 г.

Уч.-изд. л. 3,83

Тираж 15 000 экз.

Формат 84×108¹/₃₂

Цена 13 коп.

Зак. 1468

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати.
Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Для защиты изоляции электрических установок от перенапряжений служат защитные аппараты и молниеотводы.

В качестве защитных аппаратов широкое распространение получили вентильные и трубчатые разрядники, защитные промежутки и конденсаторы.

Защитные аппараты включаются параллельно защищаемому оборудованию и пропускают электрические заряды с токоведущих частей установки в землю, снижая перенапряжения на защищаемом оборудовании до безопасной величины.

Молниеотводы воспринимают грозовые разряды непосредственно на себя и тем самым защищают электроустановки от поражения молнией.

Вентильные разрядники применяются для защиты электрооборудования станций и подстанций от перенапряжений.

Принцип действия вентильных разрядников состоит в том, что они свободно пропускают импульсный ток молнии и, наоборот, оказывают значительное сопротивление току промышленной частоты, который они снижают, а затем обрывают.

В настоящее время выпускаются следующие серии вентильных разрядников переменного тока: РВП; РВС; РВВМ; РВМГ; РВМК и РВМ.

Буквенные обозначения разрядников:

РВП — разрядник вентильный подстанционный;

РВС — разрядник вентильный стационарный;

РВВМ — разрядник вентильный для вращающихся машин;

РВМГ — разрядник вентильный магнитный грозовой;

РВМК — разрядник вентильный магнитный комбинированный;

РВМ — разрядник вентильный магнитный.

Разрядники серии РВП применяются для защиты от атмосферных перенапряжений электрооборудования распределительных устройств и трансформаторных подстанций напряжением 3,6 и 10 кВ и пригодны для установки в сетях с любой системой заземления нейтрали у трансформаторов.

Разрядники серии РВС предназначены для защиты от атмосферных перенапряжений электрооборудования распределительных устройств напряжением 15—220 кВ. Для номинальных напряжений до 35 кВ включительно они могут работать в сетях с любой системой заземления нейтрали, а при номинальных напряжениях 110—220 кВ — только в сетях с заземленной нейтралью.

Разрядники серии РВВМ имеют улучшенные характеристики и применяются для защиты от атмосферных перенапряжений изоляции вращающихся машин (генераторов, синхронных компенсаторов, двигателей) напряжением 3,6 и 10 кВ.

Разрядники серии РВМГ устанавливаются в распределительных устройствах с номинальным напряжением 150—500 кВ для защиты от атмосферных перенапряжений силовых и измерительных трансформаторов и другой высоковольтной аппаратуры.

Комбинированные вентильные разрядники серии РВМК выпускаются на напряжения 330 и 500 кВ и предназначаются для защиты от атмосферных и внутренних перенапряжений электрооборудования распределительных устройств.

С 1964 г. выпускаются вентильные разрядники с магнитным гашением дуги серии РВМ на напряжение 3—10 кВ и 110—500 кВ с улучшенными характеристиками.

Каждая из серий состоит из вентильных разрядников, рассчитанных на разные номинальные напряжения, которые указываются цифрой, стоящей после буквенного обозначения серии, например вентильный разрядник типа РВП-3 имеет номинальное напряжение 3 кВ, а вентильный разрядник типа РВС-110 предназначен для работы в установках с номинальным напряжением 110 кВ.

Кроме того, для защиты сельских сетей разработан и выпускается специальный вентильный разрядник типа РВО-35, а для защиты оборудования низкого напряжения типа РВН-0,5.

1. КАК РАБОТАЮТ ВЕНТИЛЬНЫЕ РАЗРЯДНИКИ

Вентильные разрядники включаются между токоведущими проводами и землей, параллельно защищаемой ими изоляции. Заземления разрядника и защищаемого оборудования объединяются. Электрическая схема включения вентильных разрядников показана на рис. 1.

Основными элементами вентильного разрядника являются искровой промежуток (ИП) и рабочее сопротивление (r_p), которые помещены в герметически закрытой фарфоровой крышке.

Длина искрового промежутка разрядника определяет величину его пробивного напряжения $U_{пр}$. При падении на разрядник волны атмосферного перенапряжения его ИП пробивается. Разрядник таким образом вводится в работу, и через него начинает проходить импульсный ток I_n . В момент пробоя ИП напряжение на разряднике, а значит, и на защищаемой им изоляции снижается (рис. 2) до величины, равной падению напряжения на рабочем сопротивлении r_p . Величина его после пробоя искровых промежутков зависит от величины произведения импульсного тока I_n на рабочее сопротивление r_p . $U_{ост} = I_n r_p$. Это напряжение называется остающимся напряжением. Оно не остается постоянным, а изменяется вместе

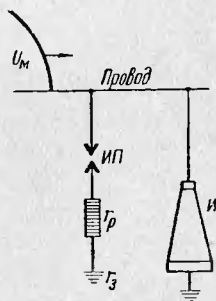


Рис. 1. Электрическая схема включения вентильных разрядников. ИП — искровой промежуток; r_p — рабочее карбоундовое сопротивление; U_m — амплитуда напряжения падающей электромагнитной волны; И — изоляция, защищаемая разрядником.

с изменением величины импульсного тока $I_{и}$, проходящего через разрядник.

Однако в течение всего времени работы разрядника остающееся напряжение не должно повышаться до величины, опасной для защищаемой изоляции.

Для снижения остающегося напряжения на разряднике нужно уменьшить величину импульсного тока, проходящего через разрядник, а также величину рабочего сопротивления разрядника.

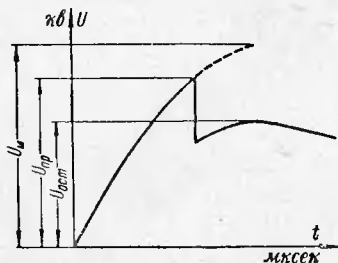


Рис. 2. Форма волны на вентильном разряднике до и после его срабатывания.

U_m — амплитуда напряжения набегающей электромагнитной волны; $U_{пр}$ — пробивное напряжение разрядника; $U_{ост}$ — остающееся напряжение на разряднике.

Величина тока молнии, проходящего через разрядник, может быть уменьшена посредством снижения амплитуды падающей волны напряжения до подхода ее к вентильному разряднику, что и предусматривается схемами противогрозовой защиты электрооборудования.

Снижению величины рабочего сопротивления разрядников кладут предел дугогасящие свойства их искровых промежутков, которые должны оборвать ток

промышленной частоты, проходящей через разрядник под воздействием рабочего напряжения вслед за кратковременным импульсом тока молнии. Этот ток промышленной частоты носит название сопровождающего тока. Он «сопровождает» импульсный ток молнии, т. е. проходит вслед за ним.

Искровые промежутки разрядника должны оборвать сопровождающий ток при первом переходе его через нулевое значение. Для успешного гашения дуги искровыми промежутками сопровождающий ток должен ограничиваться рабочим сопротивлением до определенной величины.

Таким образом, к одному и тому же сопротивлению предъявляются два противоположных требования: в тот момент, когда через него проходит ток молнии, оно должно снижать свою величину; тогда же, когда через него проходит сопровождающий ток промышленной ча-

стоты, оно должно, наоборот, повышать свою величину. Таким требованиям удовлетворяет карборундовое сопротивление, которое изменяет свою величину в зависимости от величины приложенного к нему напряжения: чем выше приложенное напряжение, тем ниже величина его сопротивления, и, наоборот, чем ниже приложенное напряжение, тем больше увеличивается его сопротивление.

При высоких атмосферных перенапряжениях сопротивление, снижая свою величину, свободно пропускает импульсный ток молнии. При уменьшении напряжения до его рабочего значения сопротивление, увеличиваясь, тем самым ограничивает сопровождающий ток промышленной частоты. Использование такого сопротивления обеспечивает как необходимые защитные характеристики вентильным разрядникам, так и успешное гашение их искровыми промежутками сопровождающего тока.

Следовательно, искровые промежутки вентильного разрядника выполняют две функции: во-первых, задают величину пробивного напряжения разрядника, его вольт-секундную характеристику: с увеличением разрядного расстояния искрового промежутка растет его пробивное напряжение и, наоборот, с уменьшением разрядного расстояния пробивное напряжение снижается; во-вторых, они обрывают сопровождающий ток промышленной частоты, который проходит через разрядник под воздействием нормального рабочего напряжения после пробоя искровых промежутков разрядника.

Рабочее сопротивление разрядника также разрешает две задачи: с одной стороны, при высоких атмосферных перенапряжениях, уменьшая свое сопротивление, свободно пропускает импульсный ток молнии, тем самым не дает повышаться остающемуся напряжению более пробивного напряжения искровых промежутков разрядника; с другой стороны, при нормальном рабочем напряжении установки, увеличивая свое сопротивление, ограничивает величину сопровождающего тока промышленной частоты, чем обеспечивает успешный его обрыв искровыми промежутками разрядника.

Работа вентильного разрядника происходит в такой последовательности: при появлении высоких атмосферных перенапряжений на токоведущем проводе установки пробиваются искровые промежутки разрядника, к рабочему сопротивлению разрядника прикладывается вы-

сокке напряжение под воздействием которого рабочее сопротивление снижает свою величину и без значительного увеличения остающегося напряжения по сравнению с пробивным пропускает импульсный ток молнии, который длится несколько десятков микросекунд. После этого напряжение на разряднике снижается до номинальной величины, рабочее сопротивление увеличивается, ограничивая сопровождающий ток промышленной частоты, который обрывается искровыми промежутками разрядника при первом переходе через свое нулевое значение, т. е. не более как через $0,01$ сек. На этом работа разрядника заканчивается, и он снова готов к действию.

Следует заметить, что в схеме вентильного разрядника важное значение имеет заземляющее устройство. При отсутствии заземления разрядник работать не может. В тех случаях, когда вентильный разрядник по каким-либо причинам имеет отдельное от защищаемого оборудования заземление, величина его нормируется в зависимости от уровня изоляции оборудования и расстояния до него по ошиновке.

2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЬНЫХ РАЗРЯДНИКОВ

Основными электрическими характеристиками вентильных разрядников являются:

- номинальное напряжение разрядника;
- наибольшее рабочее напряжение промышленной частоты (напряжение гашения);
- пробивное напряжение при промышленной частоте;
- импульсное пробивное напряжение;
- остающееся напряжение на разряднике при прохождении через него импульсного тока;
- пропускная способность разрядника.

Каждый разрядник рассчитывается для работы при определенном номинальном напряжении. Если вентильный разрядник установить в сеть с номинальным напряжением ниже его номинального напряжения, он не может надежно защищать изоляцию оборудования этой сети, потому что его импульсное пробивное напряжение будет более высоким, чем пробивные напряжения защи-

щаемой изоляции. При установке разрядника в сеть с номинальным напряжением выше, чем его номинальное напряжение, разрядник при срабатывании не разорвет сопровождающего тока и разрушится от термического воздействия этого тока.

Вентильный разрядник, установленный в сеть своего номинального напряжения, будет надежно работать в том случае, если напряжение сети не будет превышать величины наибольшего рабочего напряжения, которое для сетей с номинальным напряжением 3—220 кВ на 15%, для сетей 330 кВ — на 10% и для сетей 500 кВ — на 5% больше номинального. При напряжениях, превышающих наибольшие рабочие значения, вентильные разрядники могут перегреваться и повреждаться.

Дугогасящие свойства искровых промежутков вентильных разрядников ограничены. Разрядники могут надежно гасить дугу только в том случае, если проходящий через них сопровождающий ток промышленной частоты не превышает наибольшего допустимого значения: для разрядников серии РВП; РВС и РВВМ 80 $a_{\text{макс}}$, для разрядников серии РВМГ 250 $a_{\text{макс}}$ и для разрядников серии РВМК — 1 000 $a_{\text{макс}}$. Поэтому для каждого типа разрядника в его характеристиках указывается величина наибольшего рабочего напряжения промышленной частоты (напряжение гашения), при котором он надежно гасит дугу.

Если на разряднике окажется напряжение промышленной частоты по величине больше наибольшего рабочего напряжения, то через разрядник будет проходить сопровождающий ток, превышающий наибольший допустимый. Разрядник его не сможет разорвать и разрушится от термического воздействия этого тока.

Для разрядников с номинальным напряжением 3—35 кВ, работающих, как правило, в сетях с изолированной нейтралью, наибольшее рабочее напряжение разрядника составляет 110% номинального (линейного) напряжения. Оно выбрано, исходя из возможности повышения напряжения на здоровых фазах при замыкании одной фазы сети на землю, при наибольшем рабочем напряжении сети.

Для разрядников, работающих в сетях с номинальным напряжением 110 кВ и выше, которые, как правило, имеют заземленную нейтраль, наибольшее рабочее на-

пряжение принимается равным 80% номинального (линейного) напряжения.

Важной характеристикой разрядника является его пробивное напряжение при промышленной частоте. Так как все вентильные разрядники, кроме серии РВМК, предназначены для защиты изоляции от атмосферных перенапряжений, то при перенапряжениях внутреннего происхождения они работать не должны. Если же длительные внутренние перенапряжения вызовут срабатывание разрядника, то он при этом может перегреться и разрушиться. Для того чтобы разрядники не работали при внутренних перенапряжениях, их пробивные напряжения при промышленной частоте должны быть выше уровня внутренних перенапряжений.

Уровни внутренних перенапряжений в сетях с изолированной нейтралью, как правило, не превышают 3,5-кратной величины наибольшего рабочего фазного напряжения ($U_{н.р.}$). Поэтому пробивные напряжения при промышленной частоте разрядников, предназначенных для работы в этих сетях, находятся в пределах $(3,7—4,55)U_{н.р.}$ Уровни внутренних перенапряжений в сетях с заземленной нейтралью редко превышают 2,5-кратную величину наибольшего рабочего фазного напряжения, а пробивные напряжения при промышленной частоте вентильных разрядников лежат в пределах $(2,5—3,5)U_{н.р.}$

Одной из основных характеристик вентильного разрядника являются импульсные пробивные напряжения искровых промежутков — его вольт-секундная характеристика. Строится она по наибольшим пробивным напряжениям при данных предразрядных временах. Импульсное пробивное напряжение определяет момент ввода разрядника в действие.

На рис. 3 показано расположение вольт-секундных характеристик разрядника и защищаемой им изоляции. Для эффективной защиты вольт-секундная характеристика изоляции 2 должна лежать выше вольт-секундной характеристики разрядника 1 на 15—20% его разрядного напряжения. Такой сдвиг вольт-секундных характеристик необходим для того, чтобы сохранить надежность защиты при случайном ослаблении изоляции в эксплуатации или, наоборот, при случайном повышении импульсного пробивного напряжения разрядника.

Кроме того, вольт-секундная характеристика должна иметь пологую форму. Если она будет крутой, как это показано на рис. 3 пунктиром, то в интервале предразрядных времен (*I*) разрядник не будет защищать изоляцию, потому что его пробивное напряжение окажется выше разрядного напряжения защищаемой изоляции. Для исключения подобных случаев вольт-секундные характеристики разрядников должны иметь пологую форму. Импульсные пробивные напряжения разрядников в большом диапазоне предразрядных времен (1,5—20 мксек) одинаковы (табл. 1).

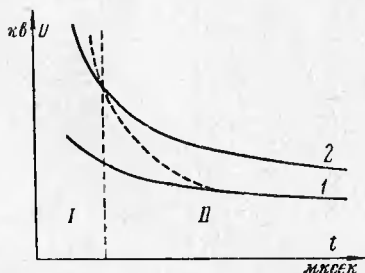


Рис. 3. Вольт-секундные характеристики разрядника и защищаемой им изоляции.

1 — характеристика разрядника; 2 — характеристика изоляции; *I* — интервал предразрядных времен, где разрядник с крутой характеристикой (пунктирная) не защищает изоляцию; *II* — интервал предразрядных времен, где надежно защищается изоляция.

Импульсная прочность изоляции оборудования выбирается, исходя из остающегося напряжения на вентильных разрядниках. Поэтому остающееся напряжение на разрядниках нормируется. Так как оно зависит от величины импульсного тока, проходящего через разрядники, и тем выше, чем больше проходящий импульсный ток, то для различных серий разрядников устанавливаются величины верхних пределов импульсных токов, которые не превышают 10 ка.

Все вентильные разрядники при выпуске с завода проверяются на их пропускную способность. Каждый разрядник должен без разрушения и существенного изменения характеристик выдержать не менее 20 наиболее тяжелых для него импульсов.

Основные электрические характеристики разрядников, предназначенных для защиты от грозových перенапряжений, приведены в табл. 1.

С ростом номинальных напряжений линий электропередачи наряду с грозowymi перенапряжениями все большее значение приобретают внутренние перенапряжения. Поэтому для дальних линий электропередачи

Тип разрядника	Номинальное напряжение, кв	Наибольшее допустимое напряжение, кв действ	Пробивное напряжение при частоте 50 гц, кв действ		Импульсное пробивное напряжение при предразрядном времени от 1,5 до 20 мксек, кв макс, не более	Остающееся напряжение при импульсном токе с длиной фронта волны 10 мксек и амплитудой		
			не менее	не более		3 000 а	5 000 а	10 000 а
						кв макс, не более		
			Серия РВП					
РВП-3	3	3,8	9	11	21	15	16	—
РВП-6	6	7,6	16	19	35	28	30	—
РВП-10	10	12,7	26	30,5	50	47	50	—
			Серия РВВМ					
РВВМ-3	3	3,8	7,5	9,5	11	11	12	13,5
РВВМ-6	6	7,6	15	18	21	21	22,5	25
РВВМ-10	10	12,7	25	30	35	35	37,5	41,5
			Серия РВС					
РВС-15	15	19	38	48	70	57	61	67
РВС-20	20	25	40	60,5	85	75	80	88
РВС-33	—	33,3	70	80	—	105	111,6	—
РВС-35	35	40,5	78	98	125	122	130	143
РВС-60	60	71	127	—	215	221	235	288
РВС-110	110	100	200	250	285	315	335	367
РВС-150	150	138	275	345	375	435	465	510
РВС-220	220	200	400	500	530	630	670	734
			Серия РВМГ					
РВМГ-150	150	138	242	278	375	—	375	415
РВМГ-220	220	200	353,4	406,6	535	—	535	590
РВМГ-330	330	280	465	535	700	—	750	840
РВМГ-500	500	395	711,5	818,5	1 200	—	1 060	1 180

очень высоких напряжений в настоящее время выпускаются комбинированные вентильные разрядники серии РВМК.

Электрическая схема включения комбинированных разрядников показана на рис. 4. Комбинированный разрядник содержит те же элементы, что и разрядники, предназначенные для защиты от грозовых перенапряжений: рабочее сопротивление и искровые промежутки. Однако схема включения этих элементов различна: у грозового разрядника рабочее сопротивление включено последовательно с искровыми промежутками, а у комбинированного — часть рабочего сопротивления включается параллельно с дополнительным искровым промежутком, который при срабатывании разрядника может шунтировать эту часть рабочего сопротивления.

При набегании волны с напряжением, достаточным для пробоя основного искрового промежутка 1, разрядник срабатывает, через основное рабочее сопротивление 2 проходит ток. Если величина этого тока в разряднике на 500 кВ не превышает 2 000 а, то в работе участвует все рабочее сопротивление. Если же, проходя через разрядник, ток превышает 2 000 а, то он создает на шунтируемой части рабочего сопротивления 2'' падение напряжения, достаточное для пробоя дополнительного искрового промежутка 3. Часть рабочего сопротивления 2'' при этом оказывается зашунтированной. В схеме разрядника остается рабочее сопротивление грозовой части разрядника 2', которое свободно пропускает импульсные токи до 10 000 а с приемлемым повышением остающегося напряжения до 1 260 кВ.

Работа разрядника при токах, не превышающих 1 500 а, обычно соответствует внутренним перенапряже-

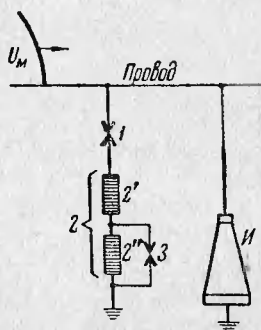


Рис. 4. Электрическая схема включения комбинированных вентильных разрядников.

1 — основной искровой промежуток; 2 — основное рабочее сопротивление; 2' — рабочее сопротивление грозовой части разрядника; 2'' — шунтируемая часть рабочего сопротивления; 3 — дополнительный (шунтирующий) искровой промежуток; И — защищаемая изоляция.

ниям, а при токах более 1 500 а — грозovým перенапряжениям.

В табл. 2 приведены электрические характеристики комбинированных разрядников серии РВМК.

Таблица 2

Показатели	Тип разрядника	
	РВМК-330	РВМК-500
Номинальное напряжение, <i>кв</i>	330	500
Наибольшее длительно приложенное к разряднику напряжение, <i>кв_{действ}</i>	200	303
Напряжение гашения не менее, <i>кв_{действ}</i> : в режиме работы при атмосферных перенапряжениях после прохождения тока 10 <i>ка</i> , 10/20 <i>мксек</i>	280	395
в режиме работы при коммутационных перенапряжениях после протекания нормируемого тока в течение 0,01 <i>сек</i> при приложении синусоидального восстанавливающегося напряжения	320	485
Нормируемый ток коммутационного перенапряжения, <i>а_{макс}</i>	1 000	1 500
Остающееся напряжение при нормируемом токе коммутационного перенапряжения не выше, <i>кв_{макс}</i>	700	1 070
Пробивное напряжение при частоте 50 <i>гц</i> не более, <i>кв_{действ}</i>	500	760
Импульсное пробивное напряжение при предразрядном времени от 2 до 20 <i>мксек</i> не более, <i>кв_{макс}</i>	700	1 200
Импульсное напряжение при переключении на грозовой режим не более, <i>кв_{макс}</i>	840	1 260
Остающееся напряжение при импульсном токе 10 000 <i>а</i> с длиной фронта волны 10/20 <i>мксек</i> не более, <i>кв_{макс}</i>	840	1 260
Пропускная способность дисков рабочего сопротивления и искровых промежутков: а) при токе 10 <i>ка</i> , 10/20 <i>мксек</i> с последующим наибольшим сопровождающим током в грозовом режиме, количество воздействий не менее	20	20
б) при нормируемом токе коммутационного перенапряжения в течение 0,01 <i>сек</i> , количество воздействий не менее	20	20
в) при токе, соответствующем напряжению 2 <i>U_ф</i> , в течение 0,04 <i>сек</i> , количество воздействий не менее	20	20

На рис. 5 представлена вольт-амперная характеристика комбинированного вентиляльного разрядника типа РВМК-500. По этой характеристике представляется возможным проследить работу разрядника. Из рисунка видно, что при прохождении через разрядник тока до

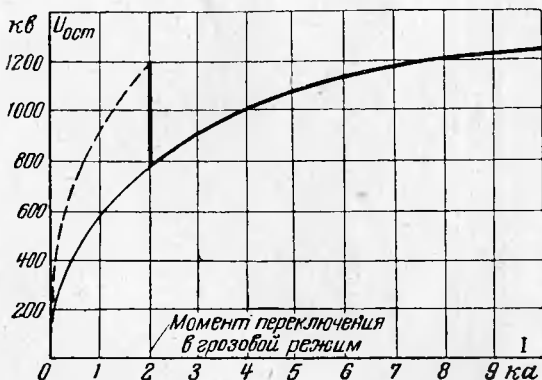


Рис. 5. Вольт-амперные характеристики комбинированного вентиляльного разрядника типа РВМК-500.

----- вольт-амперная характеристика в коммутационном режиме; ————— вольт-амперная характеристика в грозовом режиме.

2 000 а он работает по вольт-амперной характеристике в коммутационном режиме (пунктирная часть характеристики). При токе величиной 2 000 а на разряднике остающееся напряжение достигает величины 1 260 кВ, пробивается дополнительный (шунтирующий) искровой промежуток 3 и режим работы разрядника скачком изменяется — разрядник переходит с вольт-амперной характеристики в коммутационном режиме на вольт-амперную характеристику в грозовом режиме (сплошная кривая). В результате остающееся напряжение на разряднике резко снижается, а в дальнейшем с ростом тока снова повышается и при предельном нормированном токе 10 кА снова достигает величины 1 260 а.

Электрические характеристики вентиляльных разрядников с магнитным гашением приведены в табл. 3. Сравнение данных табл. 1 и 3 показывает, что пробив-

Номинальное напряжение разрядника, кв	Наибольшее допустимое напряжение на разрядни- ке, кв действ	Пробивное напряжение разрядника при частоте 50 гц, кв действ		Импульсное пробивное напряжение разрядника (при пред- разрядном времени от 2,0 до 10 мксек) не более, кв макс	Остающееся напряжение разрядника при импульсном токе с длиной фронта волны 10 мксек со следующей амплитудой			
		не менее	не более		1 000 а	3 000 а	5 000 а	10 000 а
					не более, кв макс			
3	3,8	7,5	9,5	8	—	9	9,5	11
6	7,6	15	18	15,5	—	17	18	20
10	12,7	25	30	25,5	—	28	30	33
15	19	35	43	57	—	47	51	57
20	25	47	56	74	—	62	67	74
35	40,5	75	90	116	—	97	105	116
110	100	170	195	265	—	245	265	295
150	138	230	265	370	—	340	370	410
220	200	340	390	515	—	475	515	570
330	290	485	560	740	От 480 до 620	680	740	820
500	420	660	760	1 130	От 700 до 950	985	1 070	1 180

ные и остающиеся импульсные напряжения у разрядников с магнитным гашением дуги ниже, чем у соответствующих разрядников с обычными искровыми промежутками.

Вентильные разрядники с магнитным гашением дуги имеют защитный уровень выше, чем разрядники с обычными искровыми промежутками, и могут применяться для защиты изоляции от кратковременных коммутационных перенапряжений.

3. КОНСТРУКЦИЯ ВЕНТИЛЬНЫХ РАЗРЯДНИКОВ

Вентильные разрядники серии РВП на номинальные напряжения 3; 6 и 10 кВ состоят из искровых промежутков и рабочих сопротивлений, помещенных в фарфоровой крышке.

Искровые промежутки выполняются многократными, состоящими из отдельных единичных искровых промежутков. Разрядное расстояние z единичного промежутка (рис. 6) образуется двумя латунными штампованными дисками 1, разделенными миканитовой шайбой 2.

Многократный искровой промежуток имеет повышенные дугогасящие свойства. Объясняется это эффектом катодного падения напряжения вблизи холодных металлических электродов. При увеличении

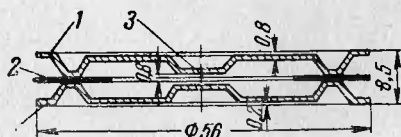


Рис. 6. Разрез единичного искрового промежутка.

1—латунные шайбы; 2—миканитовая шайба; 3—разрядный промежуток.

количества электродов усиливается эффект катодного падения напряжения, дуга более интенсивно охлаждается и короткая электрическая дуга гасится более легко.

Миканит имеет высокую диэлектрическую проницаемость, что приводит к значительному усилению напряженности электрического поля в местах соприкосновения миканитовых шайб с латунными дисками и искрению в этих местах. Появившееся искрение облегчает формирование разряда между электродами, сокращает предразрядное время и снижает разрядное напряжение.

Таким образом, разбивка искрового промежутка разрядника на единичные искровые промежутки с малыми разрядными расстояниями при наличии миканита между электродами обеспечивает разряднику пологую вольт-секундную характеристику и высокие дугогасящие свойства.

Пробивное напряжение каждого единичного промежутка при напряжении промышленной частоты лежит в пределах 2,5—2,9 *квдейств.* Коэффициент импульса единичного искрового промежутка близок к единице.

Рабочие сопротивления разрядников серии РВП собираются из вилитовых дисков диаметром 55 мм и высотой 40 и 20 мм. Плоскости, которыми соприкасаются диски, для лучшего электрического контакта металлизируются алюминием, а боковые поверхности для предотвращения пути утечки покрываются изолирующей обмазкой.

Вилитовые диски изготавливаются из специального сорта карборунда, смешанного с жидким стеклом, путем термической обработки. Вилит обладает свойствами изменять величину своего сопротивления в зависимости от величины приложенного напряжения: с повышением напряжения у вилита снижается сопротивление. Это свойство вилита объясняется наличием вокруг каждого карборундового зерна запорного слоя, удельное сопротивление которого велико и достигает 10^6 — 10^8 *ом·см*, в то время как удельное сопротивление собственно карборунда составляет всего около 1 *ом·см*. Приложенное к вилиту напряжение распределяется по пленкам запорных слоев. С повышением напряжения величина сопротивления запорных слоев падает и проходящий через сопротивление ток увеличивается. Зависимость напряжения на разряднике от величины проходящего через него тока (вольт-амперная характеристика) приближенно выражается:

$$U = CI^\alpha,$$

где U , I — напряжение и ток разрядника;

C , α — постоянные коэффициенты.

Коэффициент C связан с геометрическими размерами карборундового сопротивления.

Коэффициент α носит название коэффициента вентильности разрядника. Чем ниже коэффициент α , тем

меньше изменяется напряжение на разряднике при изменении проходящего через него тока. Для вилита коэффициент α находится в пределах 0,15—0,2. Вольтамперная характеристика вилитового сопротивления показана на рис. 7.

На рис. 8 представлен разрез вентильного разрядника типа РВП-6. Искровые промежутки 1 и рабочие сопротивления 2 помещены в фарфоровой крышке 3 и сжаты пружиной 4. Герметизация верхнего 5 и нижнего 6 узлов уплотнения разрядника осуществляется сжатием прокладок из озоностойкой резины. Фарфоровая крышка на наружной поверхности имеет ребра, которые повышают ее разрядное напряжение. Разрядник имеет зажим 7 для подключения и снабжен хомутом 8 для крепления его на опорах и в распределительных устройствах.

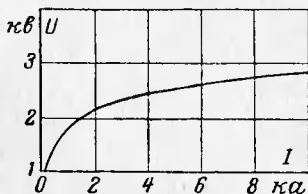


Рис. 7. Вольтамперная характеристика диска вилитового сопротивления.

Вентильные разрядники других типов (РВП-3 и РВП-10) этой серии имеют аналогичную конструкцию. Количество единичных искровых промежутков и дисков рабочего сопротивления в разрядниках серии РВП, а также серий РВС и РВВМ приведено в табл. 4.

Вентильные разрядники серии РВС на номинальные напряжения от 15 до 220 кВ комплектуются из четырех стандартных элементов: РВС-15, РВС-20, РВС-33 и РВС-35.

Единичные искровые промежутки разрядников серии РВС шунтированы высокоомными сопротивлениями. Дело в том, что с увеличением номинального напряжения разрядников у них увеличивается количество единичных искровых промежутков (табл. 4) и у разрядников типа РВС-220 количество единичных промежутков доходит до 192. Каждый единичный искровой промежуток представляет собой конденсатор небольшой емкости C , а весь искровой промежуток разрядника состоит из последовательно включенных емкостей C и из емкостей C_1 , которые образуются между электродами единичных промежутков и землей. В целом искровой промежуток разрядника в электрическом отношении

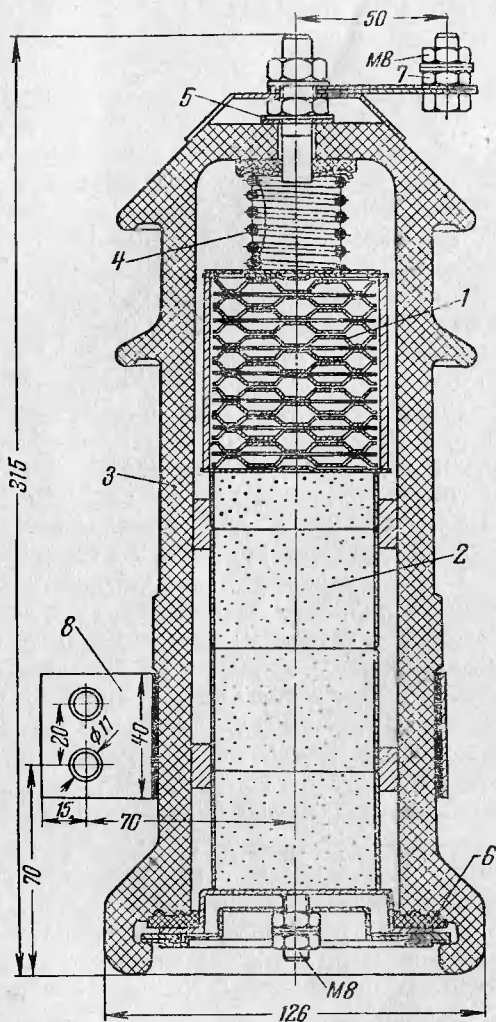


Рис. 8. Конструкция вентиляного разрядника типа РВП-6.

1 — искровой промежуток; 2 — рабочее сопротивление; 3 — фарфоровая покрывка; 4 — сжимающая пружина; 5 — верхний узел герметизации; 6 — нижний узел герметизации; 7 — клемма для подключения разрядника; 8 — хомут для крепления разрядника.

Тип разрядника	Единичные искровые промежутки		Количество дисков в рабочем сопротивлении				
	Количество	Наличие шунтирующих сопротивлений	Высота, мм			Диаметр, мм	
			20	40	60	55	100
РВП-3	4	Нет	—	2	—	2	—
РВП-6	7	"	1	3	—	4	—
РВП-10	11	"	—	6	—	6	—
РВС-15	16	Есть	—	—	6	—	6
РВС-20	20	"	1	—	7	—	8
РВС-33	32	"	1	—	9	—	10
РВС-35	32	"	—	—	11	—	11
РВВМ-3	4	"	—	—	1	—	1
РВВМ-6	6	"	2	—	1	—	3
РВВМ-10	10	"	4	—	2	—	6

представляет собой емкостную схему, представленную на рис. 9. Приложенное к ней напряжение будет распределяться неравномерно: на первых от провода искровых промежутках будет большее падение напряжения, чем на промежутках, удаленных от провода.

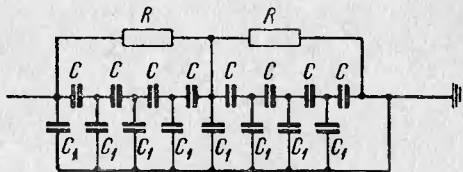


Рис. 9. Электрическая схема многократного искрового промежутка вентильного разрядника.

C — емкость между электродами единичного искрового промежутка; C_1 — емкость между каждым электродом единичного искрового промежутка и землей; R — шунтирующие сопротивления искровых промежутков.

Для равномерного распределения напряжения промышленной частоты по искровым промежуткам и повышения их дугогасящих свойств разрядники серии РВС снабжаются сопротивлениями R , которые шунтируют каждые четыре единичных промежутка и образуют блок искровых промежутков. Величина шунтирующих сопро-

тивлений выбирается такой, чтобы проходящий через них ток промышленной частоты был в несколько раз больше тока, проходящего через емкости схемы. В этом случае распределение напряжения по единичным искровым промежуткам будет управляться шунтирующими активными сопротивлениями.

При приложении к разряднику импульсного напряжения емкостные сопротивления сильно снижаются и ток, проходящий через емкости, оказывается больше тока, проходящего через активные шунтирующие сопротивления. Распределение напряжения по искровым промежуткам (по емкостям) становится неравномерным, происходит их каскадный пробой: сначала пробиваются промежутки, расположенные ближе к проводу, а затем все напряжение оказывается приложенным к остальным промежуткам, и они также пробиваются. Так как для каскадного пробоя требуется меньшее напряжение, чем для одновременного пробоя всех промежутков, то коэффициент импульса искровых промежутков снижается и надежность защиты изоляции повышается.

Для некоторого выравнивания распределения импульсного напряжения по искровым промежуткам вентильные разрядники напряжением 110 кВ и выше снабжаются экранирующими металлическими кольцами, прикрепляемыми к головке разрядника. Действие экранирующих колец на разрядниках аналогично защитной арматуре на гирляндах изоляторов.

Конструкция блока искровых промежутков разрядников серии РВС показана на рис. 10. Искровые промежутки 2 помещаются в фарфоровом цилиндре 1, закрытом с обеих сторон пружинящими крышками 3, к которым прикреплены шунтирующие сопротивления 5.

Рабочие сопротивления вентильных разрядников серии РВС собираются из вилитовых дисков диаметром 100 мм и высотой 60 и 20 мм.

Вилитовые диски и искровые промежутки помещаются в фарфоровой крышке, которая представляет собой полый цилиндр с ребрами на внешней поверхности.

Размещение внутренних деталей вентильного разрядника типа РВС-15 показано на рис. 11. Блоки искровых промежутков 5 расположены как в верхней, так и в нижней части разрядника, а вилитовые диски 4 помещены в середине, между блоками искровых промежут-

ков. Такое размещение искровых промежутков снижает коэффициент импульса разрядника. Для получения хорошего контакта между блоками искровых промежутков и вилитовыми дисками они сжимаются пружинами 6. Сжимающие пружины шунтируются медными лентами, что снижает их индуктивное сопротивление. Внутренняя полость фарфоровых покрышек снизу и сверху гермети-

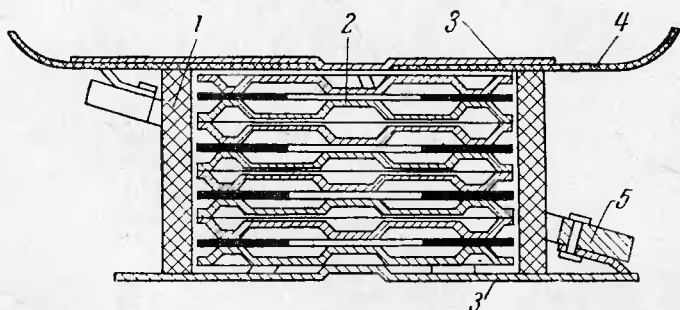


Рис. 10. Разрез блока искровых промежутков вентильных разрядников серии РВС.

1 — фарфоровый цилиндр; 2 — искровые промежутки; 3 — пружинящие металлические крышки; 4 — картонная шайба (фиксатор); 5 — шунтирующие активные карборундовые сопротивления.

зируется. Верхний и нижний концы покрышки армируются с помощью портланд-цемента силуминовыми фланцами 2, к которым болтами прибалчиваются силуминовый и латунный диски 1. Между диском и торцовой шлифованной поверхностью покрышки помещается озоностойкая резиновая прокладка 7, которая и создает герметизацию внутренней полости разрядника.

Другие типы разрядников серии РВС имеют конструкцию, аналогичную описанной, и отличаются между собой только геометрическими размерами и количеством примененных стандартным блоком искровых промежутков и вилитовых дисков.

Вентильные разрядники серии РВВМ выпускаются на номинальное напряжение 3, 6 и 10 кВ. Собираются они из стандартных блоков искровых промежутков и вилитовых дисков, применяемых в разрядниках серии РВС. Однако для защиты изоляции вращающихся машин, электрическая прочность которых в 2—2,5 раза слабее изоляции трансформаторов того же класса на-

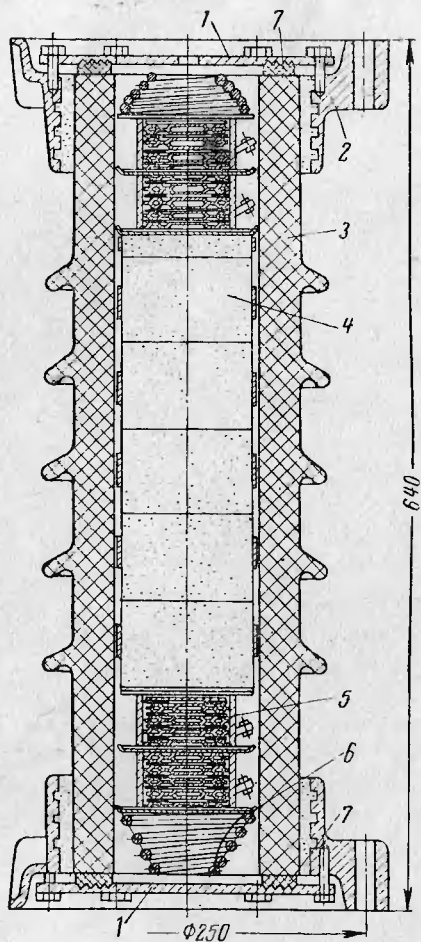


Рис. 11. Разрез вентильного разрядника типа РВС-15.

1 — силуминовый и латунный диски; 2 — фланец; 3 — фарфоровая покрывка; 4 — рабочие сопротивления; 5 — блоки искровых промежутков; 6 — пружины сжимающие; 7 — резиновая озоностойкая прокладка.

пряжений, потребовалось дальнейшее снижение импульсного пробивного напряжения разрядников.

Простым уменьшением количества единичных искровых промежутков снизить импульсные пробивные напряжения нельзя, поскольку это привело бы одновременно и к снижению пробивных напряжений промышленной частоты, которые должны быть выше уровня возможных внутренних перенапряжений.

Поэтому снижение импульсных пробивных напряжений у разрядников серии РВМ и сохранение на должном уровне пробивных напряжений промышленной частоты, т. е. снижение коэффициента импульса, достигается тем, что искровые промежутки разделены на две группы и нижняя группа искровых промежутков вместе с рабочим сопротивлением 2 шунтирована конденсатором 4 емкостью 200—220 пф (рис. 12).

Напряжение промышленной частоты распределяется по активным сопротивлениям схемы, и емкость 4 не оказывает влияния на величину пробивного напряжения разрядника. При импульсах напряжение будет распределяться по емкостям искрового промежутка. Как известно, напряжение распределяется обратно пропорционально величинам последовательно включенных конденсаторов, поэтому большая часть приложенного импульсного напряжения ляжет на искровые промежутки верхней группы (не шунтированной емкостью) и они пробьются. После этого все напряжение окажется приложенным к нижней группе искровых промежутков (шунтированной емкостью) и они также пробьются, т. е. произойдет каскадный пробой. При каскадном пробое разрядное напряжение ниже, следовательно, шунтировка части искровых промежутков приводит к снижению импульсного разрядного напряжения разрядников, что и требуется для защиты изоляции вращающихся машин.

При отсутствии шунтирующей емкости 4 пробивное напряжение разрядника существенно выше, поскольку

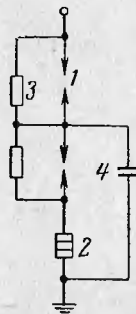


Рис. 12. Электрическая схема вен-тильных разрядников серии РВМ. 1 — искровой промежуток; 2 — витловое рабочее сопротивление; 3 — шунтирующее сопротивление; 4 — емкость.

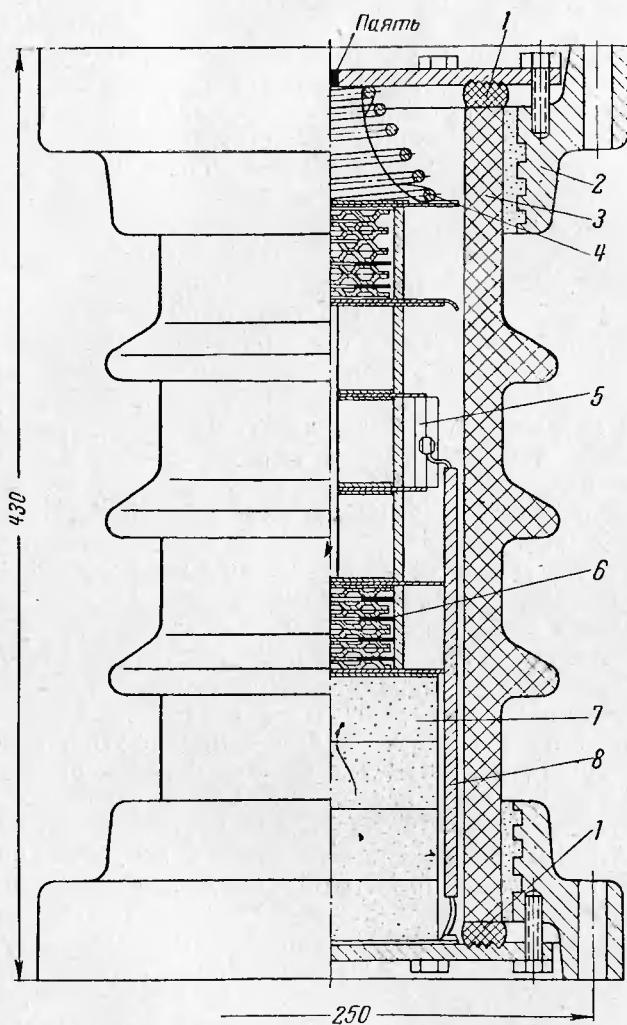


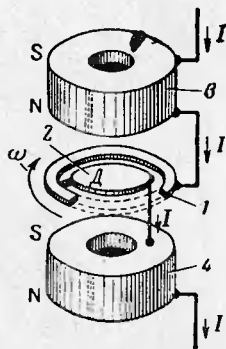
Рис. 13. Разрез вентильного разрядника типа RVBM-6.
 1 — озоностойкая резиновая прокладка; 2 — фланец; 3 — фарфоровая покрывка; 4 — сжимающая пружина; 5 — шунтирующий конденсатор; 6 — блок искровых промежутков в фарфоровом цилиндре; 7 — вилитовые диски рабочего сопротивления; 8 — вывод конденсатора.

при малом количестве искровых промежутков (табл. 4) импульсное напряжение распределяется по ним достаточно равномерно.

Рабочие сопротивления разрядников РВММ комплектуются из вилитовых дисков диаметром 100 мм и высотой 60 и 20 мм, т. е. из таких же дисков, что и раз-

Рис. 14. Схема работы искрового промежутка с магнитным гашением и вращающейся дугой.

1 — кольцевой электрод единичного искрового промежутка; 2 — дисковый электрод единичного искрового промежутка; 3, 4 — постоянные магниты; H — напряженность магнитного поля постоянных магнитов; I — сопровождающий ток в электрической дуге; F — механическая сила, вызывающая вращение дуги; D — электрическая дуга в зазоре между электродами единичного искрового промежутка; ω — направление вращения дуги; N, S — полюса постоянных магнитов.



рядники серии РВС, но с целью получения лучших защитных характеристик комплектуются дисками с более низкими значениями коэффициента вентильности.

Размещение внутренних деталей разрядников типа РВММ-6 показано для примера на рис. 13.

Вентильные разрядники серии РВМГ имеют улучшенные характеристики благодаря применению в них более мощных искровых промежутков с магнитным гашением дуги. Принцип действия искровых промежутков с магнитным гашением показан на рис. 14. Электрическая дуга D горит между концентрическими электродами 1 и 2, которые образуют единичный искровой промежуток. Сопровождающий ток проходит через постоянный магнит 3 на электрод единичного промежутка 1, затем через дугу D на электрод 2 и постоянный магнит 4.

В результате взаимодействия магнитного поля тока с магнитным полем постоянных магнитов дуга вращается в кольцевом промежутке между электродами. Направление механической силы, которая приводит во вращательное движение дугу, определяется по известному правилу левой руки.

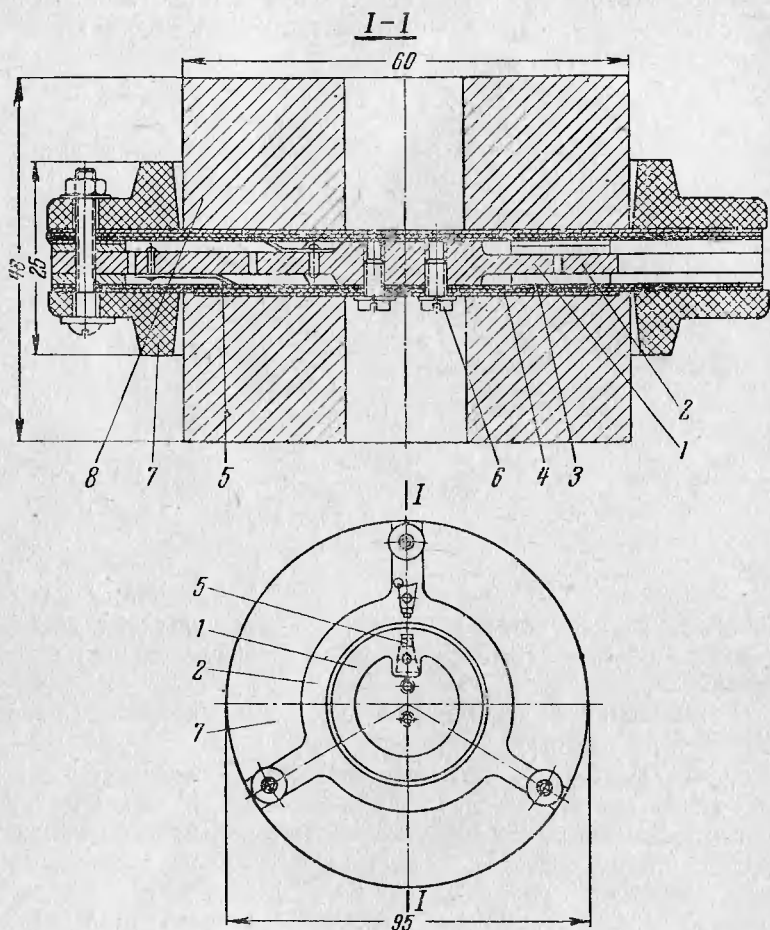


Рис. 15. Конструкция единичного искрового промежутка с магнитным гашением и вращающейся дугой.

1 — электрод внутренний (дисковый); 2 — электрод внешний (кольцевой); 3 — прокладка прессшпановая; 4 — прокладка миканитовая; 5 — подсвечивающий электрод; 6 — винт; 7 — кольцо пластмассовое; 8 — постоянный магнит.

Если расположить левую руку таким образом, чтобы в ладонь руки входили магнитные силовые линии постоянных магнитов, а вытянутые четыре пальца показывали направление тока I в дуге D , то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы. Опыт

показывает, что за один полупериод промышленной частоты дуга совершает несколько десятков оборотов. Во время своего движения дуга интенсивно охлаждается и гаснет. В то время как искровые промежутки разрядников серии РВС надежно гасят сопровождающий ток до

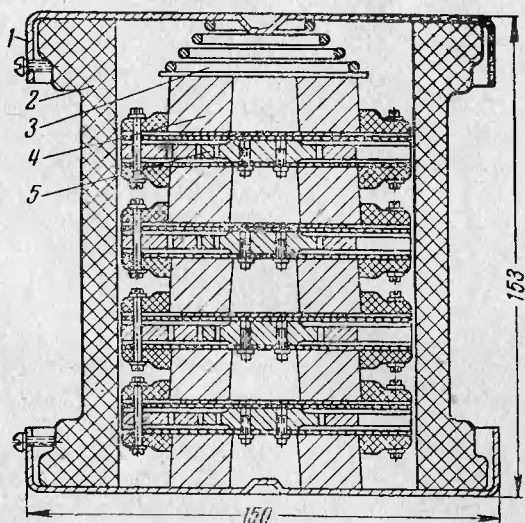
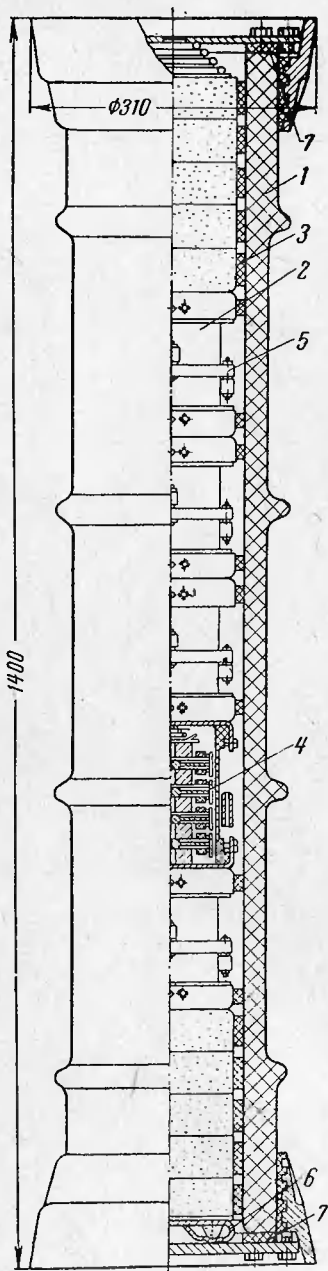


Рис. 16. Вид блока искровых промежутков с магнитным гашением дуги в разрезе.

1 — крышка; 2 — фарфоровый корпус; 3 — нажимная пружина; 4 — постоянный магнит; 5 — единственный искровой промежуток.

80—90 $a_{\text{макс}}$, искровые промежутки с магнитным гашением гасят ток до 250—300 $a_{\text{макс}}$.

Конструкция единичного искрового промежутка с магнитным гашением показана на рис. 15. Разрядный промежуток образуется двумя электродами 1 и 2. Внутренний электрод имеет вид диска, наружный — кольца, охватывающего внутренний электрод. Электроды снизу и сверху закрыты изолирующими прокладками из прессшпана 3 и миканита 4. Электроды и прокладки зажимаются между двумя пластмассовыми кольцами 7. Роль миканитовой шайбы в обычном промежутке здесь выполняет подсвечивающий электрод 5, у которого в месте соприкосновения с прессшпановыми прокладками



ми при напряжении, гораздо меньшем пробивного, возникает скользящий разряд и активизирует искровой промежуток.

Единичные искровые промежутки собираются по четыре штуки в отдельные блоки, имеющие общие шунтирующие карборундовые сопротивления. Конструкция блока представлена на рис. 16. В фарфоровый корпус 2 помещаются единичные искровые промежутки 5, сжатые пружиной 3, фарфоровый корпус с обеих сторон закрывается стальными крышками 1. Каждый блок искровых промежутков шунтируется тремя последовательно соединенными карборундовыми сопротивлениями, расположенными на наружной поверхности фарфорового корпуса 2.

Рабочие сопротивления собираются из вилитовых дисков диаметром 150 мм и высотой 50 мм.

Разрядники серии РВМГ на номинальные напряжения 150—500 кВ до 1963 г. комплектовались из стандартных элементов типа РВМГ-30. Конструкция этого элемента и размещение внутренних дета-

Рис. 17. Вид элемента типа РВМГ-30 в разрезе.

1 — фарфоровая крышка; 2 — блок с искровыми промежутками; 3 — диски рабочих сопротивлений; 4 — единственный магнитный искровой промежуток; 5 — шунтирующие сопротивления; 6 — влагопоглощающий элемент; 7 — прокладки из озоностойкой резины.

лей показаны на рис. 17. В средней части фарфоровой покрышки 1 расположено пять блоков искровых промежутков с магнитным гашением дуги 2, в верхней и нижней частях по пять вилитовых дисков 3. В каждом элементе имеется хлористый кальций для поглощения влаги. Герметизация внутренней полости осуществляется так же, как и у разрядников серии РВС, резиновыми озоностойкими прокладками 7.

В 1963 г. магнитно-вентильные разрядники были модернизированы. Наибольшим изменениям подвергся блок искровых промежутков. В нем были заменены ранее применявшиеся постоянные магниты из сплава альнико ферритами марки МБА.

Такая замена позволила снизить высоту магнита с 20 до 8 мм, а высоту всего элемента на 235 мм. Для сохранения разрядной длины по поверхности фарфоровой покрышки на ней пришлось сделать восемь ребер вместо четырех. При модернизации были уменьшены габариты основания разрядников (с 2100 до 1800 мм), осуществлено жесткое крепление элементов к конструкции, разработана новая конструкция опорных шарнирных соединений и изоляции вывода разрядника от земли.

Комбинированные вентильные разрядники серии РВМК имеют более сложную конструкцию и комплектуются из рабочих элементов трех типов: основных, вентильных и искровых.

Основной элемент содержит искровые промежутки и диски рабочего сопротивления. Искровые промежутки собираются из единичных искровых промежутков с магнитным гашением дуги. Рабочие сопротивления выполнены в виде дисков с диаметром 70 мм и высотой 30 мм.

В режиме коммутационных перенапряжений через разрядники РВМК проходит ток в течение нескольких полупериодов промышленной частоты, поэтому термически неустойчивые вилитовые рабочие сопротивления не пригодны для разрядников серии РВМК и в них применяется новое карборундовое сопротивление — тервит.

Тервит изготавливается из тех же исходных материалов, что и вилит, но обжигается при температурах, в несколько раз превышающих температуру обжига вилита. Тервит имеет высокую пропускную способность, но у него хуже (выше) коэффициент вентильности α , чем у вилита.

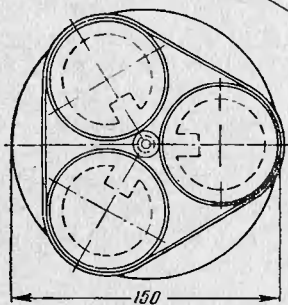
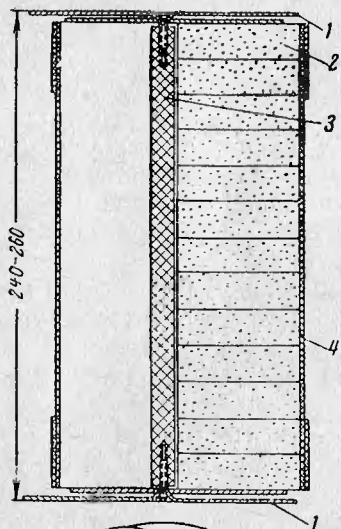


Рис. 18. Разрез блока с термитовыми дисками.

1 — пружинящая стальная шайба; 2 — термитовый диск; 3 — связывающий стержень; 4 — изолирующая прокладка.

Термитовые рабочие сопротивления в разрядниках серии РВМК собираются в блоки высотой 240—260 мм. Каждый блок, как показано на рис. 18, состоит из трех параллельных колонок дисков, прочно связанных пружинными стальными шайбами 1 и соединенных изолирующим эбонитовым стержнем 3.

32

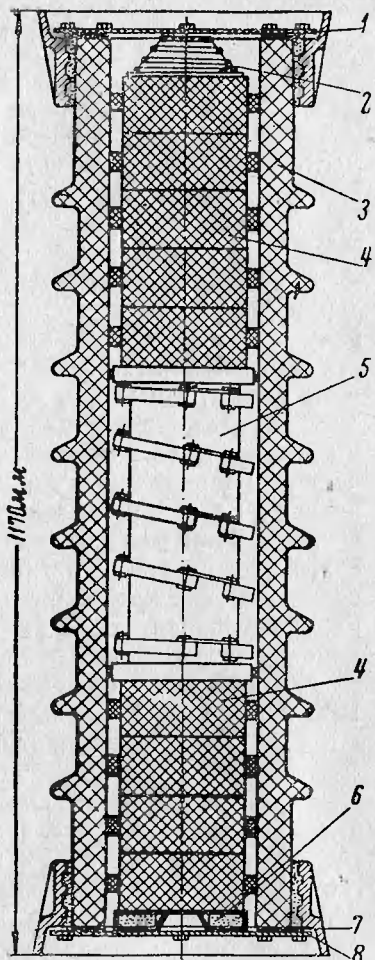


Рис. 19. Основной элемент вентильного разрядника серии РВМК.

1 — плита верхняя; 2 — пружина; 3 — фарфоровая покрывка; 4 — блок рабочих сопротивлений; 5 — блок с магнитными искровыми промежутками; 6 — влагопитывающий элемент; 7 — уплотняющая резиновая прокладка; 8 — плита нижняя.

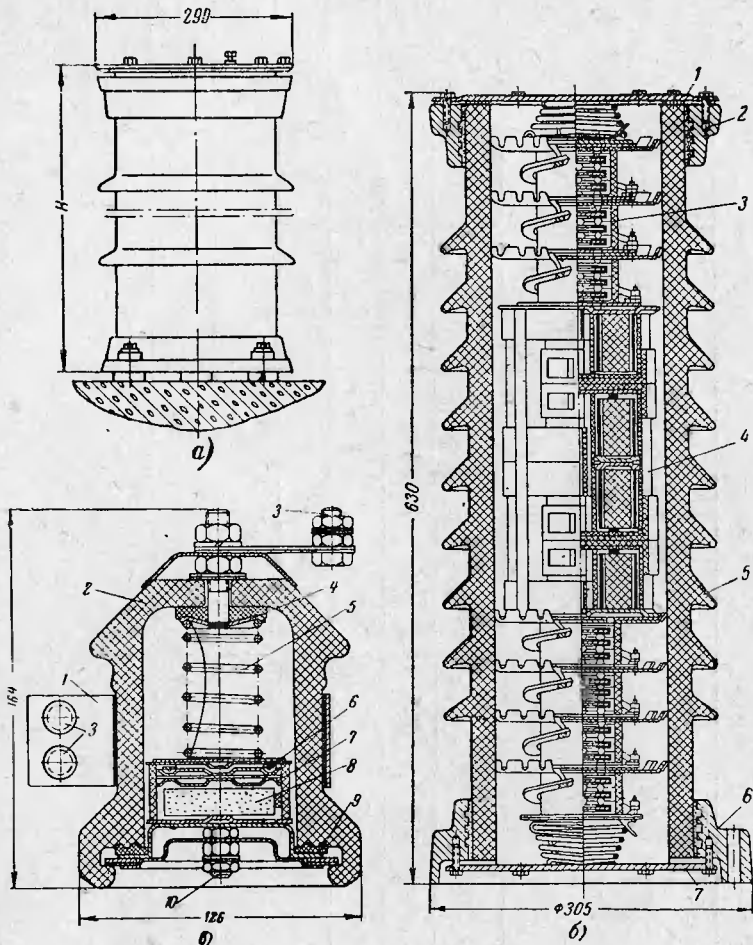


Рис. 20. Общий вид вентиляных разрядников.

а — серии РВМ, типа РВМ-3; РВМ-6 и РВМ-10; *б* — типа РВО-35; 1 — крышка верхняя; 2 — фланец верхний; 3 — комплект искровых промежутков; 4 — блок рабочего сопротивления; 5 — покрывка; 6 — фланец нижний; 7 — крышка нижняя.
в — типа РВН-05; 1 — хомут; 2 — покрывка; 3 — болт М 10×25; 4 — кольцо; 5 — пружина; 6 — искровой промежуток; 7 — стакан (бумажно-бакелитовый цилиндр); 8 — элемент рабочего сопротивления; 9 — кольцо; 10 — болт МВ×20.

Основной элемент состоит из блока искровых промежутков и двух блоков рабочих сопротивлений. Размещение блоков в фарфоровой покрывке показано на рис. 19.

Таблица 5

Тип разрядника	Номи- нальное напряже- ние, <i>кв</i>	Наиболь- шее допу- стимое напряже- ние, <i>кв</i> действ	Пробивное напряже- ние при частоте 50 <i>гц</i> , <i>кв</i> действ		Импульсное напряжение при предраз- рядном вре- мени 1,5— 20 <i>мксек</i> , <i>кв</i> макс, не более	Остающееся напряжение при импульс- ном токе 5 000 <i>а</i> с дли- ной фронта волны 10 <i>мксек</i> , <i>кв</i> макс, не более	Общая высота раз- рядника, <i>мм</i>	Общий вес разряд- ника, <i>кг</i>	Диаметр основания разрядника, <i>мм</i>
			не менее	не более					
					Серия РВМ				
РВМ-3:	3	3,8	7,5	9,5	8	9,5	400	28	290
РВМ-6	6	7,6	15	18	15,5	18	500	34	290
РВМ-10	10	12,7	25	30	25,5	30	730	48	290
					Серия РВО				
РВО-35	35	40,5	78	98	150	150	630	35	276
					Серия РВН				
РВН-0,5	0,5	0,5	2,5	3,0	4,5	2,5*	165	1,8	126

* При импульсном токе 1 000 *а*.

Вентильные элементы содержат только четыре блока рабочих сопротивлений из тервитовых дисков.

Искровые элементы составлены из восьми блоков искровых промежутков. Для разрядников серии РВМК весьма важно избежать пробоя искровых элементов в режиме коммутационных перенапряжений.

Такой пробой привел бы разрядник к разрушению. Практически горизонтальная вольт-секундная характеристика искрового элемента исключает его срабатывание в коммутационном режиме. Пологая форма вольт-секундной характеристики искровых элементов достигается емкостно-омической их шунтировкой, что позволяет получить коэффициент импульса близким к единице.

Рабочее сопротивление 2 разрядника (рис. 4) расположено в основных и вентильных элементах, основные искровые промежутки 1 помещаются в основных элементах, а шунтирующие искровые промежутки 3 — в искровых элементах.

Разрядники серии РВМ с магнитным гашением дуги предназначены для защиты вращающихся машин; разрядники типа РВО-35 для защиты сельскохозяйственных установок и типа РВН-0,5 для сетей с напряжением до 500 в. Основные характеристики этих разрядников приведены в табл. 5, а общий вид их показан на рис. 20.

4. КОМПЛЕКТОВКА И МОНТАЖ ВЕНТИЛЬНЫХ РАЗРЯДНИКОВ

Выбор вентильных разрядников для защиты стандартной изоляции электрооборудования от перенапряжений производится по номинальному напряжению и типу защищаемого оборудования.

Электрооборудование с номинальным напряжением до 35 кВ защищается разрядниками типов: РВП-3; РВП-6; РВП-10; РВС-15; РВС-20; РВС-35. Для защиты электрооборудования с номинальным напряжением более 35 кВ вентильные разрядники комплектуются из нескольких элементов.

Типовое комплектование вентильных разрядников с номинальным напряжением до 220 кВ из элементов РВС-15; РВС-20; РВС-33 производится согласно табл. 6.

Разрядники серии РВМГ номинальных напряжений 150—500 кВ комплектуются из стандартных элементов

Таблица 6

Типы разрядников	РВС-110	РВС-150	РВС-220
Номинальное напряжение, кв . . .	110	150	220
Число элементов в разряднике (первая цифра) и их номинальное напряжение (вторая цифра), кв	3×33	3×33+2×15	6×33

типа РВМГ-30. Разрядники типа РВМГ-150 состоят из 4 элементов; вентильные разрядники типа РВМГ-220 из 6; вентильные разрядники типа РВМГ-330 из 8, а разрядники типа РВМГ-500 из 12 стандартных элементов типа РВМГ-30.

Разрядники серии РВМК комплектуются из рабочих элементов трех типов: основных, вентильных и искровых. Количество элементов, входящих в разрядники различных типов этой серии, дано в табл. 7.

Таблица 7

Тип элемента	Тип разрядника	
	РВМК-330	РВМК-500
Основной	11	17
Вентильный	3	5
Искровой	3	5
Всего	17	27

Для защиты электрооборудования с ослабленной или нестандартной изоляцией вентильные разрядники подбираются по вольт-секундным характеристикам защищаемой изоляции и комплектуются специально для каждого отдельного случая.

Вентильные разрядники при срабатывании не выбрасывают раскаленных газов и могут устанавливаться как в открытых, так и в закрытых распределительных устройствах. Место для их установки определяется требованием надежной защиты изоляции, наличием свободных ячеек и удобствами присоединения разрядника к токоведущим проводам и заземляющему контуру. При

Минимальные расстояния между разрядником и другими частями распределительных устройств

Номинальное напряжение, кВ	3	6	10	20	35	110	150	220	330	500
----------------------------	---	---	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

Закрытые распределительные устройства

От разрядника до заземленных частей, мм	65	90	120	180	290	900	—	—	—	—
Между разрядниками и от разрядников до токоведущих частей, мм	70	100	130	200	320	1 000	—	—	—	—
От разрядников до сплошных ограждений, мм	95	120	150	210	320	930	—	—	—	—
От разрядников до сетчатых ограждений, мм	165	190	220	280	390	1 000	—	—	—	—
От разрядников до барьеров, мм	500	500	500	700	800	1 400	—	—	—	—

Открытые распределительные устройства

От разрядников до заземленных частей, мм	200	200	200	300	400	900	1 300	1 800	2 500	3 750
Между разрядниками и от разрядников до токоведущих частей, мм	220	220	220	330	440	1 000	1 400	2 000	2 800	4 200
От разрядников до сетчатых ограждений, мм	200	200	200	300	400	900	1 300	1 800	2 500	3 750
От разрядников до барьеров, мм	950	950	950	1 050	1 150	1 650	2 050	2 550	3 250	4 500

этом должны быть соблюдены расстояния в свету между разрядниками и от разрядников до различных элементов распределительного устройства в соответствии с табл. 8. Эти расстояния выбраны, исходя из многолетнего опыта эксплуатации установок высокого напряжения с учетом безопасной работы и электрической прочности воздушной изоляции.

У включенных разрядников фарфоровая крышка находится под напряжением, поэтому прикосновение к ней опасно. При установке разрядников на фундаментах, на столбах и других конструкциях расстояние от земли до нижнего фланца разрядника должно быть не менее 2,5 м. При установке разрядников на низких фундаментах, но не ниже 300—500 мм они должны ограждаться в соответствии с требованиями правил техники безопасности.

Ошиновка разрядников до 35 кВ включительно может выполняться как жесткой, так и гибкой; у разрядников с напряжением выше 35 кВ, устанавливаемых на открытых подстанциях, ошиновку следует выполнять медным, алюминиевым или стальным гибким проводом.

Шины и провода, соединяющие разрядник с токоведущими частями и заземляющим контуром, выбираются такой длины, чтобы при изменениях температуры не создавалось тяжение, опасное для разрядника. Это тяжение не должно превосходить допустимых значений, указанных в табл. 9. С другой стороны, нужно иметь в виду, что большая слабина у соединительных проводов при сильных порывах ветра может привести к их раскачиванию и схлестыванию.

Таблица 9

Тип разрядника	Наибольшее допустимое тяжение в горизонтальном направлении, кг	
	для разрядников выпуска до 1960 г.	для разрядников выпуска 1960 г. и позже
РВС, РВВМ 3—20 кВ	30	30
РВС-35	20	30
РВС-60	15	25
РВС-110	10	20
РВС-150	20	20
РВС-220	15	20
РВМГ-110-500	—	20

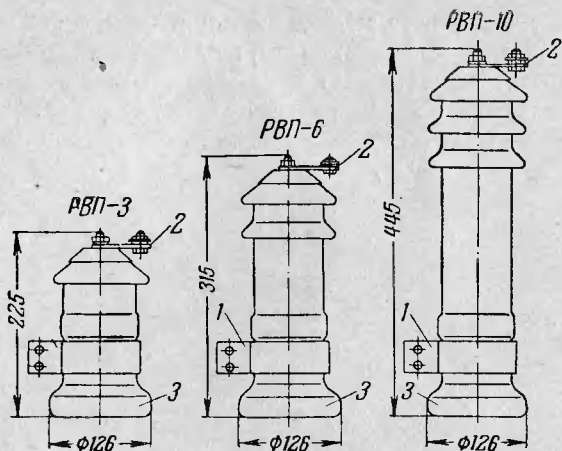


Рис. 21. Внешний вид вентиляных разрядников серии РВП на 3,6 и 10 кв.

1 — хомут для крепления разрядника на опорах и в распределительных устройствах; 2 — пластина для присоединения к проводу; 3 — заземляющий спуск, присоединенный к шпильке, имеющей контакт с рабочим сопротивлением.

При монтаже вентиляных разрядников нужно позаботиться об удобном обслуживании их. Указатели срабатывания должны позволять делать отсчет их показаний без снятия напряжения с разрядника.

В целях снижения сопротивления заземляющих спусков и остающихся напряжений на защищаемой изоляции присоединение разрядников к заземляющему контуру должно выполняться по кратчайшему пути.

Перед монтажом разрядника все его элементы тщательно осматриваются, причем особенно большое внимание обращается на целостность швов, прочищаются отверстия в верхних фланцах каждого элемента для стока воды. После монтажа разрядники подвергаются профилактическим испытаниям.

На рис. 21 показаны разрядники серии РВП. Их монтаж на опорах и в распределительных устройствах открытого и закрытого типа осуществляется посредством хомута 1 болтами. Присоединение разрядника к токоведущим проводам производится через пластину 2 и выполняется с помощью разъединителей, специальных захватов или глухими зажимами.

Как показывает практика эксплуатации, целесообразно разрядники, устанавливаемые на сборных шинах, помещать в одной ячейке с трансформаторами напряжения и присоединять к шинам через общие с трансформаторами напряжения разъединители. Разрядники РВП,

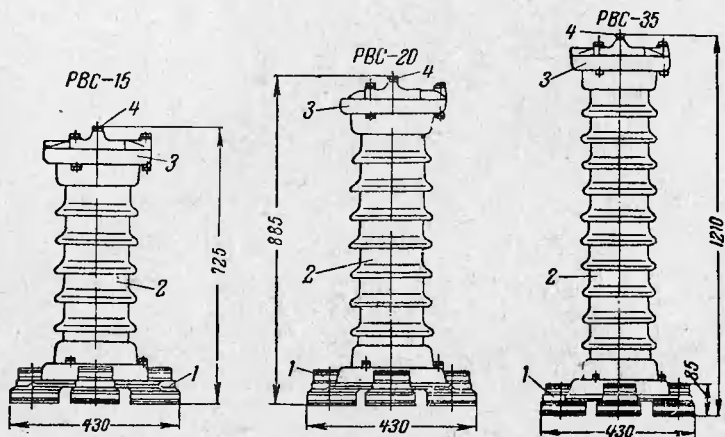


Рис. 22. Общий вид вентиляльных разрядников серии РВС на 15, 20 и 35 кв.

1 — основание; 2 — фарфоровая покрывка; 3 — крышка с контактным болтом; 4 — винт для присоединения провода.

устанавливаемые на выводах силовых трансформаторов и на опорах, присоединяются к токоведущим проводам глухими зажимами без разъединителей. В тех случаях, когда требуется отключение разрядников без отключения трансформаторов, применяют специальные захваты, которые позволяют отключить разрядники. Заземление разрядников осуществляется заземляющим спуском 3, который присоединяется к контуру заземления подстанции. Конструктивной особенностью одноэлементных разрядников РВС (рис. 22) является наличие треугольного чугунного основания (рис. 23), при помощи которого разрядник изолируется от земли. Это позволяет контролировать работу разрядника счетчиком срабатывания, включенным в рассечку между разрядником (болт 4) и «землей», и отсоединять разрядник от земли при его профилактических испытаниях.

Разрядники серии РВС на 15, 20 и 35 кВ в закрытых распределительных устройствах устанавливаются вертикально на полу, а в открытых — на фундаментах, к которым прикрепляются тремя анкерными болтами. Присоединение их к токоведущим проводам может быть

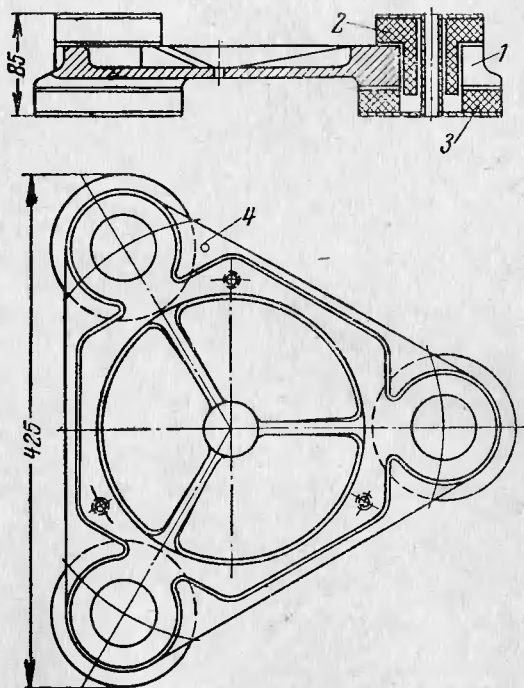


Рис. 23. Основание для разрядников типов РВС-15; РВС-20 и РВС-35.

1 — чугунное основание; 2 — фарфоровая втулка; 3 — фарфоровое кольцо; 4 — болт в основании для присоединения заземляющего провода.

осуществлено с помощью зажимов или разъединителей. При этом можно использовать разъединители трансформаторов напряжения. Место для установки выбирается с учетом надежной защиты изоляции, с соблюдением правил техники безопасности и размеров, указанных в табл. 8.

Разрядники типов РВС-15, РВС-20 и РВС-33 используются для комплектования разрядников на более вы-
4—1468

сокие номинальные напряжения до 220 кв включительно. Установка разрядников, собранных из нескольких элементов, производится в вертикальном положении, с контролем по отвесу. Площадка фундамента должна быть

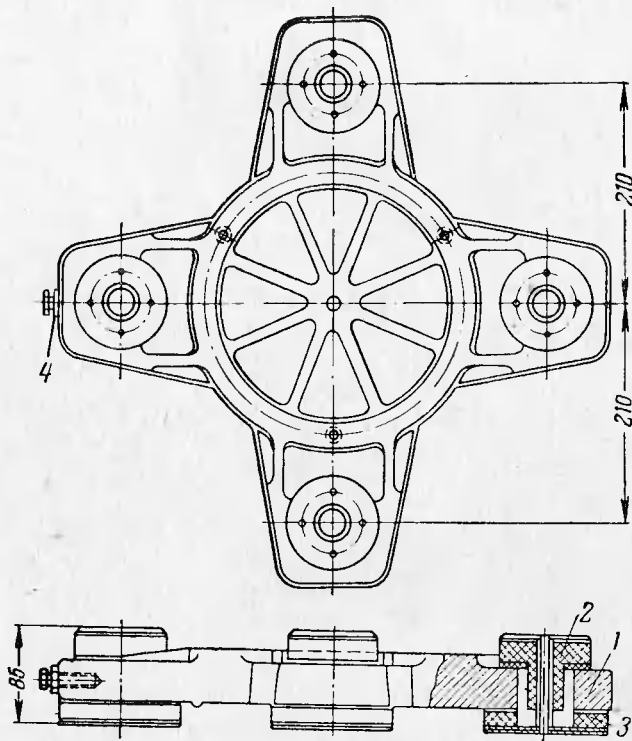


Рис. 24. Основание для разрядника серии РВС до 220 кв.

1 — чугунное основание; 2 — фарфоровая втулка; 3 — фарфоровое кольцо; 4 — болт в основании для присоединения заземляющего провода.

горизонтальной. Четырьмя анкерными болтами к ней крепится четырехугольное чугунное основание, показанное на рис. 24.

При установке одного элемента на другом следует найти такое положение верхнего элемента, при котором установленные элементы меньше отклоняются от вертикали. Затем оставшиеся небольшие отклонения от верти-

кали устраняются при помощи подкладки металлических шайб. Образовавшиеся при этом щели должны быть зашпаклеваны и покрашены.

На рис. 25 показан общий вид разрядника типа РВС-110, скомплектованного из трех элементов типа РВС-33.

Вентильные разрядники с номинальным напряжением 110 кВ и выше устанавливаются, как правило, в отдельных ячейках и присоединяются через разъединители. Однако из-за больших расстояний от разрядников, присоединяемых к сборным шинам, до силовых трансформаторов иногда возникает необходимость установки второго комплекта разрядников в непосредственной близости от защищаемых трансформаторов. В таких случаях разрядники присоединяются к шинам трансформаторов глухими зажимами без разъединителей.

Монтаж вентильных разрядников можно производить на фундаментах высотой 2,5 м от земли или на низких фундаментах — высотой 0,3—0,5 м, однако в последнем случае они должны быть ограждены.

Конструктивная особенность разрядников РВС-150 и РВС-220 состоит в том, что для установки они имеют специальную опорную раму и эластичное крепление на фундаменте при помощи изолирующих оттяжек. На рис. 26 показан общий вид вентильного разрядника РВС-220, скомплектованного из шести элементов типа РВС-33. Он смонтирован на специальном основании 1, представляющем собой трехлучевую звезду с плитой в центре (рис. 27), которое закреплено на низком (0,3—0,5 м) железобетонном фундаменте. На пяту нижней плиты 2 разрядник опирается подпятником верхней

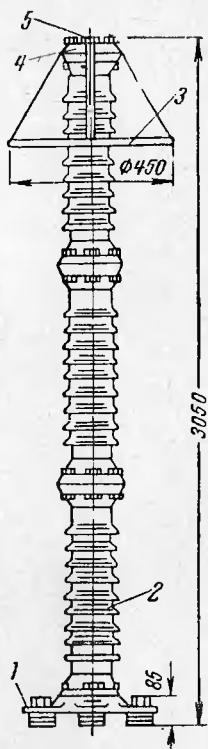


Рис. 25. Общий вид вентильного разрядника РВС-110 для сети с заземленной нейтралью.

1 — чугунное основание; 2 — элемент РВС-33; 3 — экранирующее кольцо; 4 — крышка; 5 — болт для присоединения провода.

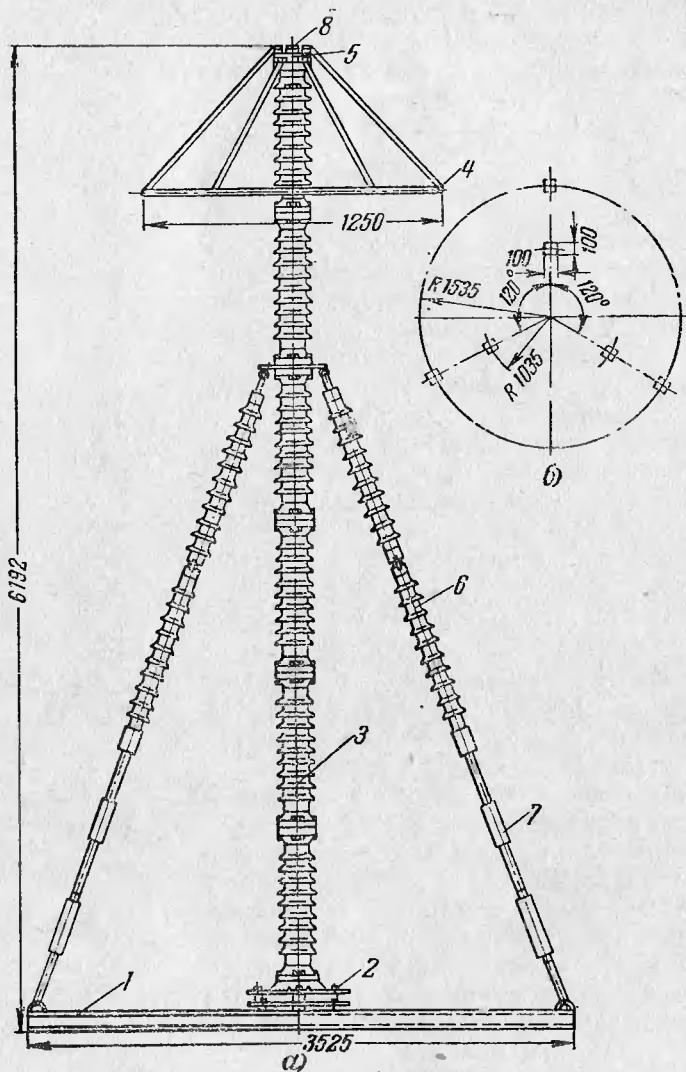


Рис. 26. Общий вид вентиляционного разрядника типа РВС-220 для систем с заземленной нейтралью.

a — общий вид; *б* — разметка отверстий под болты крепления разрядника; 1 — опорная рама; 2 — чугунное основание; 3 — элемент типа РВС-33; 4 — металлическое экранирующее кольцо; 5 — крышка; 6 — оттяжные изоляторы; 7 — натяжное устройство; 8 — винт для крепления провода.

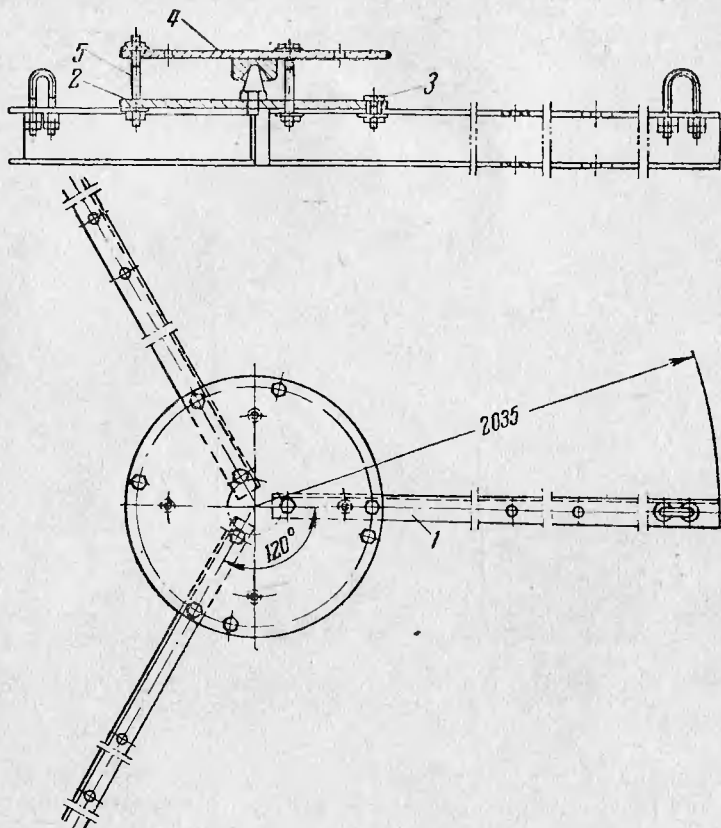


Рис. 27. Опорная рама для разрядников типов РВС-150 и РВС-220.
 1 — швеллерные брусья; 2 — плита нижняя с пятой; 3 — болты затяжные; 4 — плита верхняя с подпятником; 5 — вспомогательные болты (монтажные).

плиты 4. Ввиду большой высоты разрядников их крепление на основании осуществляется изолирующими оттяжками 6 (рис. 26), состоящими из изоляторов типа СП-110, расположенными под углом 120° между собой. На время монтажа верхняя и нижняя плита жестко скрепляются болтами 5. После окончания монтажа вертикальное положение разрядника устанавливается натяжным устройством 7 (рис. 26), и указатели всех трех натяжных устройств должны занимать одинаковое среднее положение.

Монтаж разрядников серии РВС на номинальное напряжение 110 кВ и выше производится с помощью лесов, лестниц-стремянки и простых блоков или тали грузоподъемностью не менее 0,5 Т.

Разрядники серии РВВМ показаны на рис. 28.

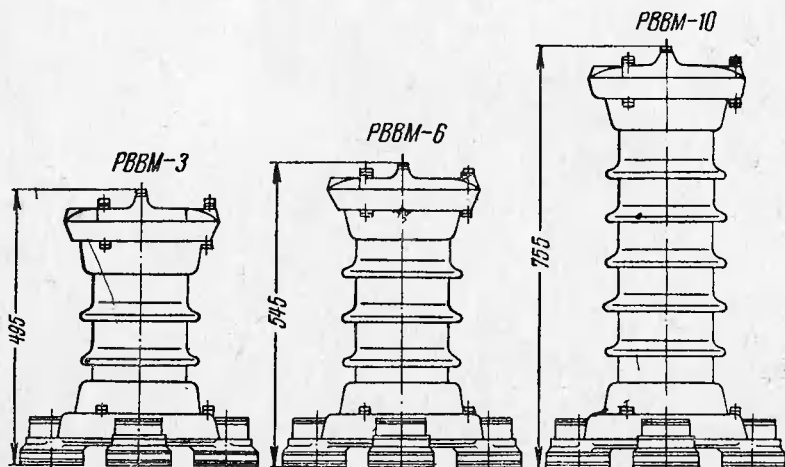


Рис. 28. Общий вид вентильных разрядников серии РВВМ на 3, 6 и 10 кВ для защиты вращающихся машин.

Основанием служат те же детали, что и у разрядников серии РВС с напряжением 110 кВ. Как правило, эти разрядники устанавливаются в непосредственной близости от защищаемой машины и присоединяются к ее выводам. Заземляющий спуск присоединяется к корпусу машины.

Общий вид смонтированного разрядника типа РВМГ-150 показан на рис. 29. Разрядник состоит из четырех стандартных элементов, два из которых установлены непосредственно на раме и два на опорном изоляторе специальной конструкции 2. Подобную конструкцию установки рекомендуется применять и для разрядников типа РВС-150 в тех районах, где наблюдаются сильные ветры, резкие колебания температуры и зарегистрированы аварийные случаи поломки разрядников этого типа. В качестве изолятора 2 может служить колонка из трех изоляторов ШТ-35 или ИШД-35.

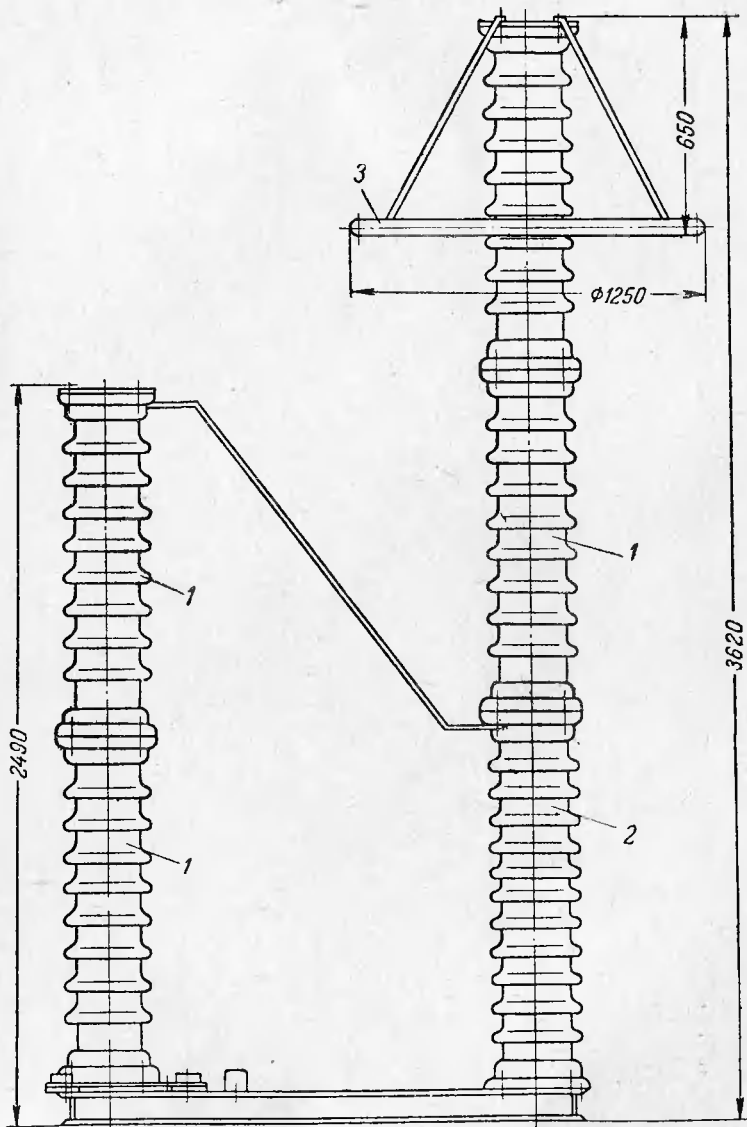


Рис. 29. Общий вид вентильного разрядника типа РВМГ-150.
 1 — стандартный элемент типа РВМГ; 2 — опорный изолятор специальной конструкции; 3 — экранное кольцо.

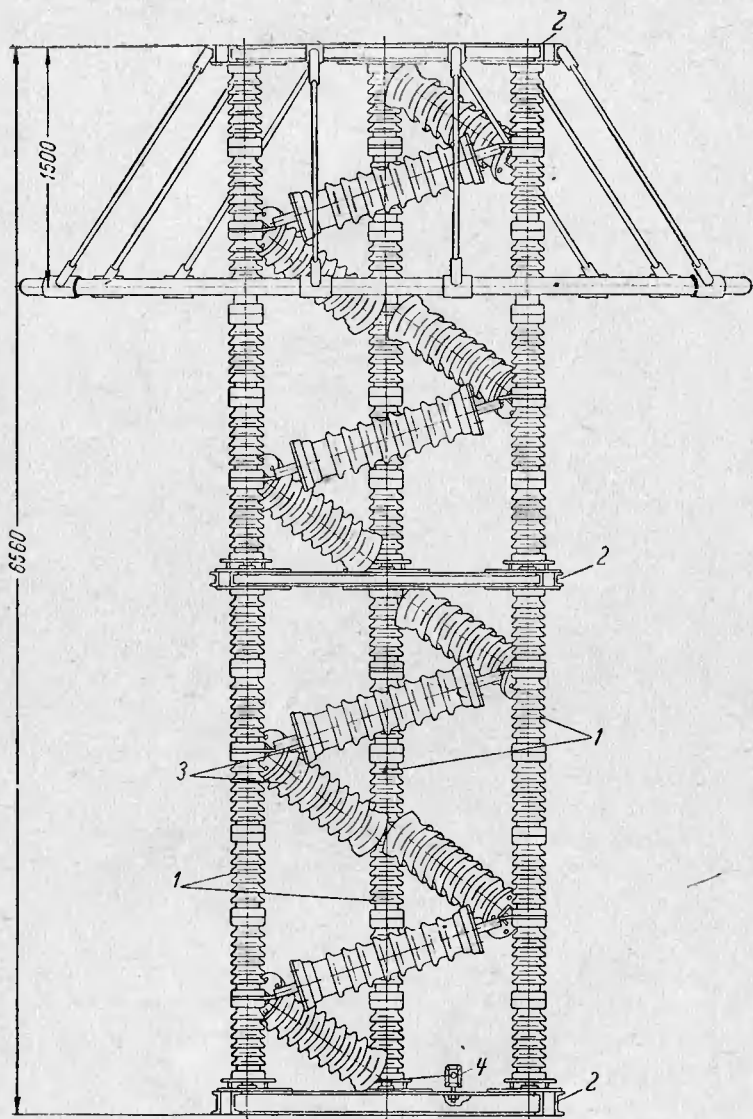


Рис. 30. Общий вид вентильного разрядника типа РВМГ-500.
 1 — изоляторы типа КО-400; 2 — стальные рамы; 3 — элементы РВМГ; 4 — регистратор срабатывающ.

Разрядники типа РВМГ-220, РВМГ-330 и РВМГ-500 имеют аналогичную конструкцию и отличаются только количеством стандартных элементов, из которых они состоят, и общими размерами. На рис. 30 представлена конструкция разрядника типа РВМГ-500. Он смонтирован на специальной опорной конструкции из изоляторов типа КО-400. Эти изоляторы собраны в три колонки и связаны тремя стальными рамами: внизу, сверху и в середине, образуя, таким образом, два этажа. Стандартные элементы РВМГ подвешиваются по спирали к колоннам опорной конструкции и последовательно соединяются между собой. Верхние стандартные элементы экранируются кольцом, предназначенным для выравнивания распределения импульсного напряжения. Провод фазы линии высокого напряжения присоединяется к контактному выводу, который может укрепляться в любом месте экранного кольца. Заземляющий проводник присоединяется к болту нижней опорной рамы через регистраторы срабатывания. Монтаж разрядника производится краном или лебедкой по этажам. Сначала собирается опорная конструкция, а затем, начиная снизу, навешиваются рабочие элементы.

Конструкции комбинированных разрядников типа РВМК-330 и РВМК-500 аналогичны. На рис. 31 показан общий вид комбинированного разрядника типа РВМК-500. Опорная конструкция разрядника разделена на три этажа. Первый (нижний) этаж монтируется из сдвоенных колонн опорных изоляторов типа КО-400. Монтаж второго и третьего этажа выполняется из чередующихся по высоте изоляторов типа КО-15С и КО-35С. В первом этаже по винтовой линии расположены параллельно пять вентильных и пять искровых элементов, которые для улучшения вольт-секундной характеристики искровой части разрядника соединены перемычками: каждый искровой элемент соединен с соответствующим вентильным элементом. Во втором и третьем этаже расположены также по винтовой линии основные рабочие элементы. Провод фазы линии высокого напряжения присоединяется к контактному выводу, укрепляемому в любом месте экранного кольца, а заземляющий проводник через имитатор и регистратор срабатывания — к болту, находящемуся на нижней опорной раме.

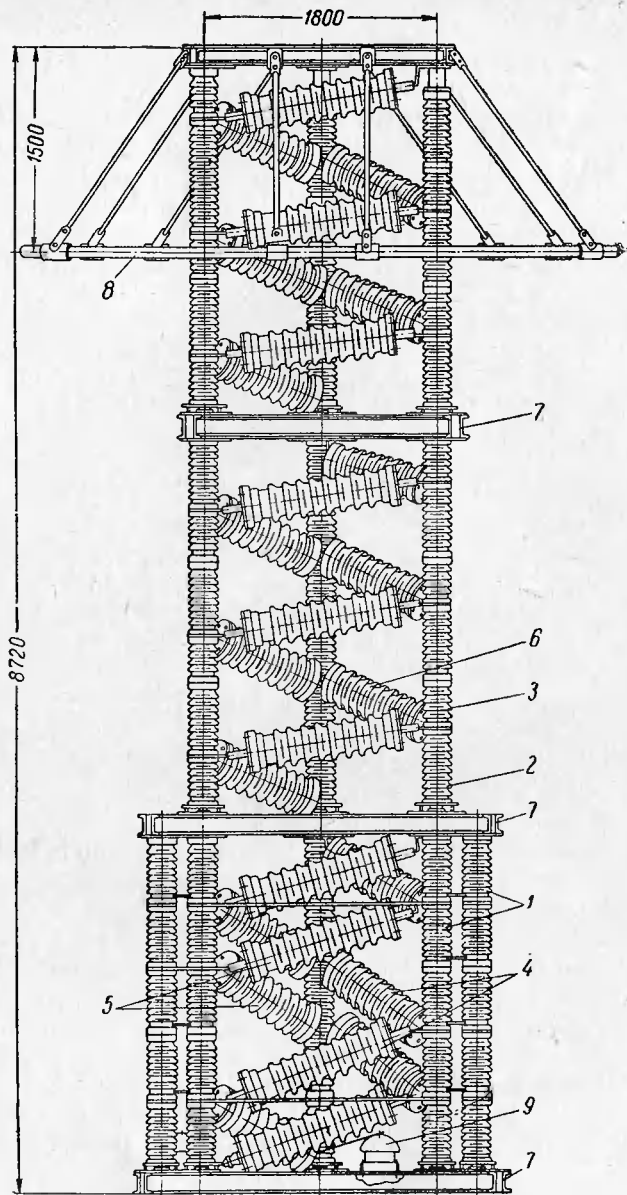


Рис. 31. Общий вид комбинированного вентильного разрядника типа RBMK-500.

1 — изоляторы КО-400; 2 — изоляторы КО-150; 3 — изоляторы КО-35с;
 4 — вентильные элементы; 5 — искровые элементы; 6 — основные эле-
 менты; 7 — стальные рамы; 8 — экранное кольцо; 9 — имитатор.

5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВЕНТИЛЬНЫХ РАЗРЯДНИКОВ

Установленные и испытанные вентиляные разрядники включаются в эксплуатацию и остаются включенными в течение всего года.

В процессе эксплуатации за разрядниками ведется систематический надзор, который состоит из периодических и аварийных осмотров, профилактических испытаний, плановых ревизий и ремонтов.

На электростанциях и подстанциях с постоянным дежурством персонала вентиляные разрядники осматриваются при периодических обходах персоналом электростанций и подстанций после однофазных замыканий на землю в сетях 3, 6, 10, 20, 35 кВ, а также после каждой грозы и автоматических отключений присоединений электростанции или подстанции.

Разрядники, предназначенные для защиты от внутренних перенапряжений, установленные на концах длинных линий или на вводах реакторов, следует осматривать после каждого отключения или включения этих присоединений.

Разрядники, установленные на подстанциях и распределительных пунктах без постоянного дежурного персонала, а также на линиях, осматриваются одновременно с осмотром всего оборудования этих установок.

При осмотре разрядников в первую очередь обращается внимание на указатель срабатывания разрядника. Разрядники с номинальным напряжением 35 кВ и выше должны в обязательном порядке оснащаться указателями срабатывания. Для этой цели промышленность выпускает два типа счетчиков: РВР и РР.

Электрическая схема счетчиков типа РВР представлена на рис. 32,а. При пробое искровых промежутков разрядника через сопротивление R , включенное последовательно с рабочим сопротивлением разрядника, проходит импульсный ток, который создает на нем падение напряжения. Если это напряжение достигает величины, 2,0—2,6 кВ, искровой промежуток I пробивается и ток устремляется через плавкую вставку $З$. Плавкая вставка выполняется из нихромовой проволоки диаметром 0,1 мм и служит упором для отсчетного барабанчика 4 (рис. 32,б). При прохождении тока плавкая вставка сго-

рает и барабанчик поворачивается до упора, выбрасывающая очередную цифру циферблата перед смотровым окном 5.

На барабанчике имеется 10 плавких вставок. Когда барабанчик опирается на контакты цепи первой плавкой вставкой, на циферблате через смотровое окно видна буква К, что означает контрольное положение. Перед

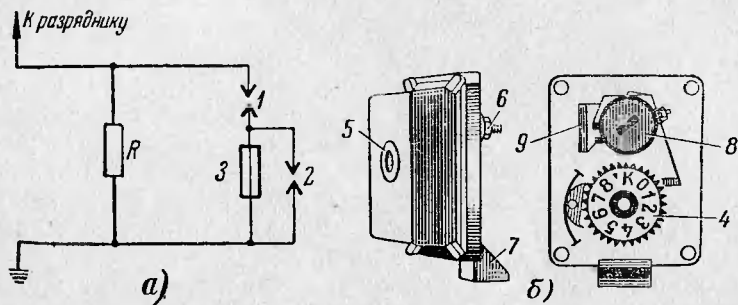


Рис. 32. Регистратор типа РВР для вентильных разрядников.

a — электрическая схема регистратора; *б* — общий вид регистратора; *R*, *9* — сопротивление типа МЛТ; *1*, *2* — искровые промежутки; *3* — плавкая вставка; *4* — отсчетный барабанчик; *5* — смотровое окно; *6* — контактный болт; *7* — кронштейн; *8* — комплект искровых промежутков.

установкой счетчика через него пропускают импульс напряжением 3—3,5 кВ, плавкая вставка сгорает (первая) и на циферблате показывается 0, что значит — счетчик готов к работе. Кроме контрольного положения, счетчик имеет еще девять рабочих положений. Окончание отсчетов показывает появление красной риски в смотровом окне.

Электрическая схема и конструкция регистратора срабатывания вентильных разрядников типа РР показаны на рис. 33, *a, б*. Счетчик имеет две параллельные цепи: в одну включен электромагнитный счетчик *1*, в другую (параллельную) — тервитовый диск *2* диаметром 70 мм. Для импульсного тока индуктивность электромагнитного счетчика представляет большое сопротивление, поэтому импульсный ток проходит через тервитовый диск. Электромагнитный счетчик приходит в действие при прохождении через него сопровождающего тока. Показания счетчика через смотровое окно *9* видны на циферблате *4*.

Регистраторы типа РР допускают 1 000 срабатываний. Максимальное напряжение на зажимах регистратора при импульсах составляет 2,5 кв.

Регистраторы типа РР выпускаются в трех вариантах, предназначенных для оснащения различных типов

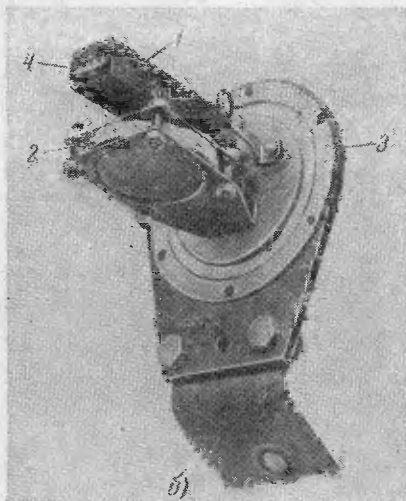
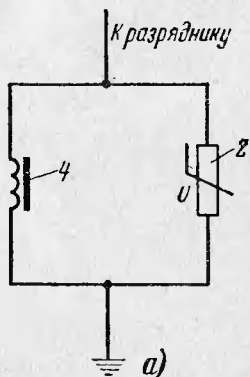


Рис. 33. Регистратор типа РР для вентильных разрядников.
 а — электрическая схема регистратора; б — общий вид регистратора; 1 — электромагнитный счетчик; 2 — тервитовый диск; 3 — пластина корпуса; 4 — циферблат электромагнитного счетчика.

вентильных разрядников. Параметры различных вариантов счетчиков даны в табл. 10.

Таблица 10

№ варианта	Серия разрядника	Номинальный сопровождающий ток разрядника	Ток срабатывания счетчика	Пропускная способность обмоток счетчика	Обмотки
Вариант I	РВС, РВВМ	80 <i>a</i> _{макс}	10 <i>a</i> _{макс}	90 <i>a</i> _{макс}	$w=125$ ВИТКОВ $s=0,2$ ММ ²
Вариант II	Магнитно-вентильные	250 <i>a</i> _{макс}	40 <i>a</i> _{макс}	250 <i>a</i> _{макс}	$w=50$ ВИТКОВ $s=0,75$ ММ ²
Вариант III	Комбинированные	400—900 <i>a</i> _{макс}	90 <i>a</i> _{макс}	1 500 <i>a</i> _{макс}	$w=20$ ВИТКОВ $s=1,5$ ММ ²

Разрядники серии РВМК для контроля пропускной способности оборудуются имитаторами, по которым также можно установить факт срабатывания разрядника. Электрическая схема имитатора показана на рис. 34,а.

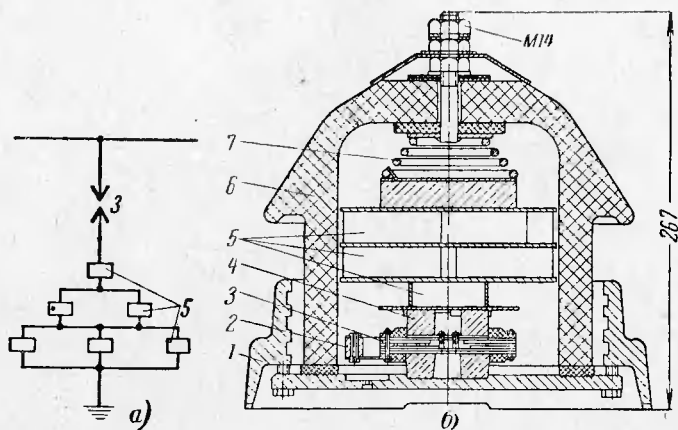


Рис. 34. Имитатор комбинированного разрядника.

а — электрическая схема имитатора; б — внутреннее расположение деталей в имитаторе; 1 — фланец металлический; 2 — шунтирующее сопротивление искрового промежутка; 3 — магнитный искровой промежуток; 4 — магнит; 5 — термитовые диски; 6 — фарфоровый кожух; 7 — нажимная пружина.

Имитатор состоит из магнитного искрового промежутка 3, последовательно включенного с термитовыми дисками 5.

Все это помещено в фарфоровый кожух (рис. 34,б), герметизированный при помощи резиновой прокладки.

В процессе работы разрядника диски постепенно теряют свою пропускную способность. Первым пробивается одиночный диск, затем один из двух, параллельно включенных, и, наконец, один из трех, параллельно включенных.

Вскрытие и осмотр имитатора позволяют судить о степени износа разрядника (без вскрытия его рабочих элементов), а значит, и о примерном числе его срабатываний.

Для регистрации точного числа срабатываний разрядника применяются регистраторы типа РР. Нижние

фланцы первых искровых и вентильных элементов от земли изолируются при помощи изоляторов типа ОМБ-10, как показано на рис. 35, и соединяются между собой. Имитатор и регистратор включаются последовательно между нижними фланцами и заземлителем.

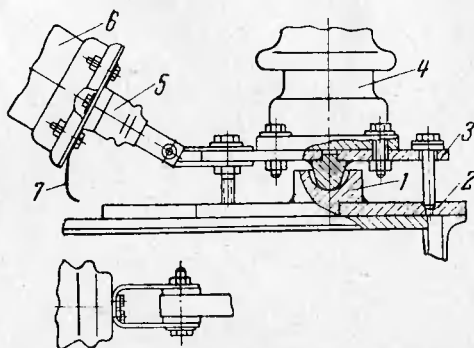


Рис. 35. Конструкция изоляции нижних фланцев первых искрового и вентильного рабочих элементов.

1 — пята; 2 — косынка рамы; 3 — верхняя шарнирная плита; 4 — изолятор опорной конструкции; 5 — изолятор типа ОМБ-10; 6 — рабочий элемент; 7 — провод к имитатору и счетчику.

Показания счетчиков срабатывания вентильных разрядников сопоставляются с данными предыдущего осмотра по записям в оперативных журналах.

При осмотрах тщательно проверяются фарфоровые покрышки разрядников, на которых могут быть сколы и трещины, особенно вблизи фланцев. Цементные швы между фланцами и фарфоровой покрышкой должны быть целыми и покрашены масляной краской, которая предохраняет разрядник от проникновения в его полость влаги. При повреждении швов разрядник следует отключить и восстановить цементные швы.

Если поверхность фарфоровых покрышек загрязнена, это может привести к неравномерному распределению напряжения по поверхности фарфоровой покрышки и ее перекрытию. Разрядники с загрязненными покрышками следует отключить и протереть. Также представляет опасность высокая трава, которая шунтирует нижние

элементы разрядников, установленных на низких фундаментах.

В тех случаях, когда головки и гайки болтов не покрашены, на поверхности фарфоровой крышки появляются железистые подтеки, которые образуют проводящие дорожки и могут также привести к перекрытию разрядника по поверхности. Такие разрядники следует также отключать и очищать. При отключениях разрядников нужно всегда в верхних фланцах прочищать отверстия, предназначенные для стока воды. Скопившаяся вода при замерзании может повредить фланец разрядника.

Следует заметить, что при заземлении вентильных разрядников на номинальное напряжение 35—220 кВ переносные заземляющие закоротки не следует накладывать на спуски разрядников, так как это может создать значительные тяжения и вызвать излом фарфоровых крышек.

Опыт эксплуатации показывает, что вентильные разрядники могут иметь также повреждения, которые невозможно выявить наружными осмотрами разрядников. Такие повреждения, как правило, появляются внутри разрядника при нарушении герметизации разрядника и проникновении влаги в их внутреннюю полость. При увлажнении искровые промежутки снижают свое разрядное напряжение вследствие закорачивания их каплями воды или продуктами коррозии электродов. Частичное увлажнение шунтирующих сопротивлений приводит к неравномерному распределению напряжения по искровым промежуткам, к снижению пробивного напряжения и дугогасящих свойств разрядника. Разрядники с пониженным пробивным напряжением срабатывают при внутренних перенапряжениях, на которые они не рассчитаны, и разрушаются.

У дисков рабочего сопротивления при увлажнении значительно изменяются характеристики: повышается коэффициент вентильности и уменьшается их пропускная способность. В некоторых случаях увлажнение дисков рабочего сопротивления приводит к их перекрытию по боковой поверхности.

Встречаются также разрывы в шунтирующих сопротивлениях и между рабочим сопротивлением и латунной прокладкой. Такие повреждения появляются в ре-

зультате некачественной сборки разрядников или при неправильной их транспортировке.

В эксплуатации может изменяться величина пробивного напряжения разрядника из-за ожогов электродов единичных искровых промежутков при срабатывании разрядника, а также за счет снижения давления внутри разрядника.

Все повреждения ведут к изменению электрических характеристик вентильного разрядника, следовательно, для выявления таких повреждений достаточно проверить характеристики разрядника, по которым можно судить о его состоянии.

Успешно применяются для контроля состояния вентильных разрядников следующие методы профилактических испытаний¹: измерение сопротивления разрядников мегомметром типа МС-06 с напряжением 2 500 в; измерение токов проводимости и утечки при повышенном выпрямленном напряжении; измерение пробивного напряжения при промышленной частоте; проверка герметичности разрядника и проверка запасов пропускной способности дисков рабочего сопротивления.

Мегомметром проверяются все вентильные разрядники после монтажа перед включением их в сеть или перед включением в сеть после длительного отключения. Все вентильные разрядники вместе с другим оборудованием электростанций и подстанций 1 раз в 3 года проходят капитальный ремонт, после капитального ремонта они должны проверяться наряду с другими видами контроля и мегомметром.

При капитальных ремонтах 1 раз в 3 года у разрядников, имеющих шунтирующие сопротивления искровых промежутков (разрядники серий РВС, РВВМ, РВМГ и РВМК), измеряются при выпрямленном напряжении токи проводимости, а у разрядников, не имеющих шунтирующих сопротивлений (разрядники серии РВП), измеряются токи утечки. Измерение токов проводимости и утечки следует производить также после четырех-пяти срабатываний разрядника.

Пробивные напряжения при промышленной частоте

¹ Как при наружном осмотре вентильных разрядников, так и при профилактических испытаниях запрещается к разрядникам представлять лестницы, а при необходимом подъеме на разрядник работы должны производиться с лестниц-стремянков.

измеряются в эксплуатации 1 раз в 3 года у разрядников серии РВП, не имеющих шунтирующих сопротивлений искровых промежутков. У других разрядников пробивные напряжения проверяются в заводских условиях или по специальной программе.

Запасы пропускной способности рабочих сопротивлений проверяются у разрядников серии РВМК посредством вскрытия имитатора. Если обнаружится пробой одного из трех параллельных дисков имитаторов, то пропускная способность разрядника будет исчерпана и рабочие элементы его подлежат замене. Первый раз имитатор вскрывается после 20 срабатываний разрядника, далее после каждых десяти срабатываний до пробоя одного из двух параллельных дисков имитатора. При обнаружении пробоя одного диска из двух параллельных имитатор вскрывается через каждые пять срабатываний.

Герметичность разрядника может быть проверена непосредственно созданием вакуума внутри разрядника. Такая проверка производится только в тех случаях, когда имеется подозрение, что разрядник потерял герметизацию (имеется сдвиг резиновой прокладки, трещины в цементных швах и т. п.).

Измерение сопротивления разрядников проводится поэлементно в сухую погоду при положительной температуре или в теплом помещении. Перед измерениями поверхность фарфоровой крышки разрядника обтирается чистой тряпкой, смоченной бензином, спиртом или другим растворителем.

Норм для отбраковки разрядников по величине сопротивления не существует, но для ориентировки следует иметь в виду, что разрядники серии РВП, находящиеся в хорошем состоянии, имеют сопротивление в несколько тысяч мегаом, а у разрядников серий РВС и РВВМ оно колеблется от нескольких сотен до нескольких тысяч мегаом. Значения сопротивлений у разрядников серии РВС, РВМГ и РВМК, измеренные при выпуске с завода, даны в табл. 11. Эти величины, однако, не могут служить критерием для отбраковки разрядников. Для оценки состояния разрядников следует производить сравнение полученных сопротивлений в результате настоящих и предыдущих измерений у одного и того же элемента и с данными протокола заводских испыта-

ний. Кроме того, нужно сопоставлять величины сопротивлений элементов одной и той же фазы разрядника, а также сравнивать их с сопротивлениями элементов других фаз комплекта. При разнице в сопротивлениях элементов у разрядников серии РВС и РВВМ на 50%, а у разрядников серии РВМГ на 30% разрядники следует подвергнуть дополнительным испытаниям с измерением токов проводимости и утечки, а также пробивных напряжений.

Таблица 11

Группа	Тип разрядника	Сопротивление элемента разрядника, <i>Мом</i>	
		не менее	не более
1	РВС-15	160	215
	РВС-20	240	315
	РВС-33	480	615
2	РВС-15	216	285
	РВС-20	316	415
	РВС-33	616	810
3	РВС-15	286	385
	РВС-20	416	555
	РВС-33	811	1 100
4	РВС-15	386	515
	РВС-20	556	785
	РВС-33	1 100	1 450
5	РВС-15	516	675
	РВС-20	786	965
	РВС-33	1 450	1 850
6	РВС-15	676	885
	РВС-20	966	1 265
	РВС-33	1 850	2 450
Элемент разрядника типа РВМГ		500	1 300
Основной элемент разрядника типа РВМК		150	500
Искровой элемент разрядника типа РВМК		600	950
Вентильный элемент разрядника РВМК		10	20

Примечание. На группы разрядники подразделяются по величине сопротивления элементов.

При проверке разрядников мегомметром должны испытываться их изолирующие основания и растяжки. Мегомметром проверяется также изоляция нижних элементов у магнитных разрядников.

Измерение токов проводимости и утечки разрядников производится при выпрямленном напряжении по

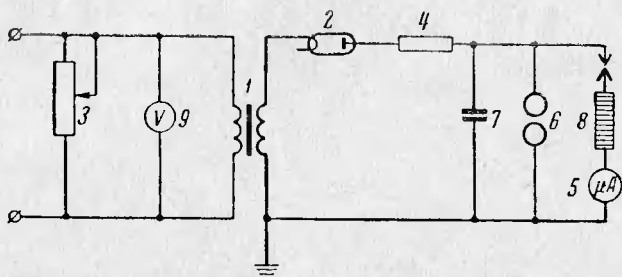


Рис. 36. Схема измерения токов проводимости или утечки вентильных разрядников.

1 — испытательный трансформатор; 2 — кенотрон; 3 — регулятор напряжения; 4 — защитное сопротивление; 5 — микроамперметр; 6 — измерительные шары; 7 — сглаживающая емкость; 8 — испытуемый разрядник; 9 — вольтметр.

схеме рис. 36. В этой схеме источником напряжения служит испытательный трансформатор 1 с кенотроном 2.

Регулировка напряжения осуществляется потенциометром 3. При пробое или перекрытии испытуемого разрядника испытательный трансформатор окажется замкнутым накоротко, что может повести к повреждению его обмоток. Для предупреждения такого повреждения в испытательную схему включается защитное сопротивление 4. Токи проводимости или утечки измеряются магнито-электрическим микроамперметром 5, который включается в цепь заземления испытуемого разрядника 8.

Высокое выпрямленное напряжение измеряется шаровым разрядником 6. Измерение испытательного напряжения вольтметром 9, включенным в первичную цепь испытательной схемы, с пересчетом по коэффициенту трансформации даст значительную погрешность, потому что при этом не учитываются падения напряжения во вторичной цепи.

В результате выпрямления напряжения кенотроном 2 получается пульсирующее напряжение, измерение которого шаровым разрядником дает заниженный результат по сравнению с измерением постоянного напряже-

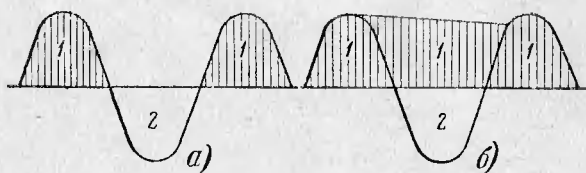


Рис. 37. Форма напряжения без сглаживающей емкости (а) в схеме и при наличии сглаживающей емкости (б).

1 — напряжение, пропущенное кенотроном (заштрихованное);
2 — напряжение, срезанное кенотроном.

ния. Магнитоэлектрический микроамперметр измеряет среднее значение тока и при пульсирующем напряжении дает также заниженный результат.

Ошибки в измерениях можно предотвратить, сгладив напряжение источника в схеме рис. 36 с помощью включения емкости 7 (рис. 37). При некотором значении величины емкости пульсация напряжения практически исчезает.

Таблица 12

Серия или тип элементов разрядника	Номинальное напряжение, кв	Наименьшее рекомендуемое значение емкости, мкф
РВП	3—10	0,01
РВВМ	3—10	0,2
РВС	15—20	0,05
РВС	33—35	0,03
РВМГ основной и искровой, элементы разрядника РВМК	—	0,2

Емкости, обеспечивающие в схеме рис. 36 (однополупериодное выпрямление) уменьшение величины пульсаций напряжения до 3% от амплитуды переменного напряжения, приведены в табл. 12. Если емкость будет

в 3 раза меньше, то пульсация выпрямленного напряжения составит 10% и точность измерений сохранится в практически приемлемых пределах.

В качестве сглаживающих емкостей могут применяться любые конденсаторы, в том числе и косинусные.

Величины токов проводимости (утечки) через вентильные разрядники при определенной величине приложенного выпрямленного напряжения нормируются. Допустимые предельные значения токов даны в табл. 13.

Таблица 13

Тип разрядника	Испытательное выпрямленное напряжение, кв	Токи проводимости, мка		Верхний предел тока утечки, мка
		Нижний предел	Верхний предел	
РВП-3	4	—	—	10
РВП-6	6	—	—	10
РВП-10	10	—	—	10
РВВМ-3	4	450	640	—
РВВМ-6	6	450	640	—
РВВМ-10	10	450	640	—
РВС-15	16	450	640	—
РВС-20	20	450	640	—
РВС-33	32	450	640	—
РВС-35	32	450	640	—
Элемент разрядника серии РВМГ	30	900	1 350	—
Основной элемент разрядника серии РВМК	18	900	1 300	—
Искровой элемент разрядника серии РВМК	28	900	1 250	—

Если токи утечки у вентильных разрядников серии РВП увеличены, но не более чем на 20% сверх нормированных величин, а у разрядников других серий — не более чем на 10%, то такие разрядники могут оставаться в эксплуатации до конца грозового сезона, после чего они испытываются повторно. Если повторные испытания подтвердят дефектность разрядника, то он должен подвергаться дальнейшим испытаниям и ревизии со вскрытием.

Увеличение токов проводимости весьма часто явля-

ется результатом потери разрядником герметизации и попадания внутрь его влаги. Уменьшение токов проводимости в несколько раз свидетельствует об обрыве в цепи шунтирующих сопротивлений.

Измерения пробивных напряжений при промышленной частоте у разрядников серии РВП производятся по схеме рис. 38. Источником напряжения служит испытательный трансформатор 2. Напряжение при испытании при помощи регулятора 1 поднимается плавно. Для того чтобы не допустить ожогов электродов единичных искровых промежутков разрядника 4 и не перегружать обмотки испытательного трансформатора, последовательно с испытуемым разрядником включается ограничивающее сопротивление 3. Контроль величины напряжения на высокой стороне осуществляется измерительным шаровым разрядником 5.

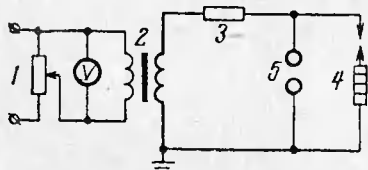


Рис. 38. Схема измерения пробивного напряжения разрядников серии РВП при промышленной частоте.

1 — регулятор напряжения (потенциометр); 2 — испытательный трансформатор; 3 — ограничивающее сопротивление; 4 — испытуемый разрядник; 5 — измерительные шары.

В дополнение к описанным выше методам профилактических испытаний разрядников серий РВС, РВВМ, РВМГ и РВМК, имеющих шунтирующие сопротивления искровых промежутков, в настоящее время признается целесообразным производить измерения пробивных напряжений при промышленной частоте. Но подобные измерения создают опасность для шунтирующих сопротивлений искровых промежутков, которые могут перегреться и разрушиться. Для того чтобы не повредить шунтирующие сопротивления при измерении пробивных напряжений, необходимо принять ряд предосторожностей:

1. Время подъема напряжения на разряднике до пробивного не должно быть менее 0,1 сек и не должно превышать при испытаниях разрядников серий РВС и РВВМ 0,3 сек, а разрядников серий РВМГ и РВМК — 0,5 сек.

2. Повторному испытанию разрядник может быть подвергнут не ранее чем через 10 сек и не более 1 мин.

3. После пробоя искровых промежутков через разрядник ток не должен проходить более 0,5 сек. Величина этого тока должна не превышать 0,7 а. Ограничение тока осуществляется защитным сопротивлением.

4. Мощность испытательного трансформатора и регулирующего устройства принимается:

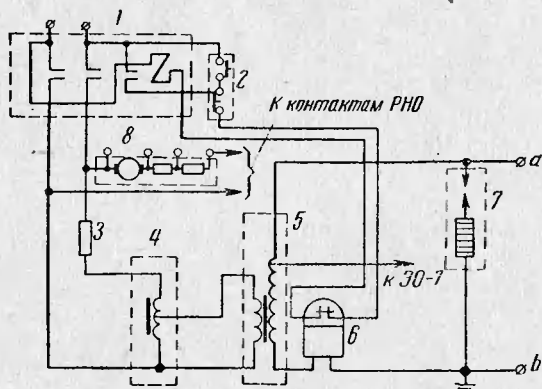


Рис. 39. Схема измерения пробивного напряжения разрядников с шунтирующими сопротивлениями серий РВС, РВВМ, РВМГ и РВМК при промышленной частоте.

1 — магнитный пускатель; 2 — кнопка управления магнитным пускателем; 3 — защитное сопротивление; 4 — регулятор напряжения; 5 — испытательный трансформатор ИОМ-100/25; 6 — реле максимального тока; 7 — испытуемый разрядник; 8 — электросекундомер.

для испытания разрядников серии РВС и РВВМ не менее 5 кВа, для испытания разрядников серии РВМГ и РВМК не менее 25 кВа.

Электрическая схема установки измерения пробивных напряжений разрядников серий РВС, РВВМ, РВМГ и РВМК представлена на рис. 39. Источником высокого напряжения для пробоя искровых промежутков служит испытательный трансформатор типа ИОМ-100/25, при испытаниях разрядников серий РВС и РВВМ может быть использован также трансформатор типа ИОМ-100/10.

Для плавного и быстрого подъема напряжения на испытуемом разряднике может быть использован регулятор типа РНО-250-10 с незначительными переделками, а именно: червячный привод или гибкий тросик регулято-

ра, который связывает контактный ролик регулятора с рукояткой, заменяется жесткой тягой, как показано на рис. 40.

Пробивное напряжение записывается осциллографом ЭО-7. Истинным пробивным напряжением разрядника считается среднее, полученное в результате не менее трех измерений.

Величина пробивных напряжений промышленной частоты разрядников, находящихся в эксплуатации, должна лежать в пределах, приведенных в табл. 14. При выпуске их с завода они имеют пробивные напряжения выше нижнего предела, указанного в табл. 14, на 10% и ниже верхнего предела — на 5%.

Разрядники, пробивные напряжения промышленной частоты которых не удовлетворяют данным табл. 14, бракуются и подвергаются ревизии со вскрытием. В тех случаях, когда имеется подозрение на потерю разрядником герметичности, качество его уплотнений может быть проверено посредством вакуумной установки (рис. 41). Пользуясь этой установкой, посредством вакуумного насоса 1 во внутренней полости разрядника создаем разрежение воздуха не менее 400 мм рт. ст. Затем с помощью вакуумного крана 2 насос отсоединяется от установки. Отмечается положение стрелки вакуумметра 3, через час отмечается второе положение стрелки вакуумметра. Если показания вакуумметра остались без изменения или отличаются не более чем на 0,5 мм рт. ст., разрядник признается герметичным.

Герметичность разрядников серии РВП проверяется через отверстие, имеющееся в диафрагме нижнего узла уплотнения, у разрядников серий РВС и РВВМ — через центральное отверстие в верхнем диске разрядника.

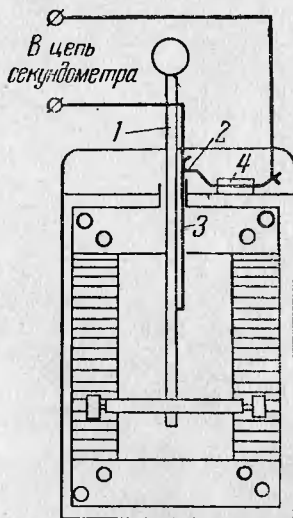


Рис. 40. Регулятор напряжения типа РН0-250-10 с жесткой тягой вместо червячной передачи.

1 — изолирующий шток; 2 — неподвижный контакт; 3 — подвижной контакт; 4 — планка.

Таблица 14

Тип разрядника или элемента	Пробивное напряжение промышленной частоты, кВ	
	Нижний предел	Верхний предел
РВП-3	8,0	11,5
РВП-6	14,5	20,0
РВП-10	23,5	31,5
РВВМ-3	6,8	10,0
РВВМ-6	13,5	19,0
РВВМ-10	22,5	31,5
РВС-15	34,0	50,5
РВС-20	44,0	63,5
РВС-30	45,0	63,5
РВС-33	63,0	82,0
РВС-35	70,0	93,0
Элемент разрядников РВМГ-150, РВМГ-220, РВМГ-330	57,5	74,5
Элемент разрядников РВМГ-500	56,5	78,5
Основной элемент разрядников РВМК-330, РВМК-500	40,0	52,5
Искровой элемент разрядников РВМК-300, РВМК-500	68,5	85,0

При испытаниях особой тщательности требует распайка и зачистка сквозного отверстия, к краям которого прижимается через резиновую прокладку торцовый штуцер 4.

Проверка пропускной способности рабочего сопротивления разрядников серии РВМК производится посредством осмотра тервитовых дисков, помещенных в имитаторе. Имитатор на месте установки шунтируется параллельно включенным разъединителем, снимается с рамы разрядника, переносится в теплое, сухое помещение, где летом через 4 ч, а зимой через 8 ч вскрывается для осмотра. При сборке имитатора все его детали, особенно тервитовые диски, должны сохранить свое местоположение. Искровой промежуток имитатора не разбирается.

Если профилактическими испытаниями и наружным осмотром разрядника установлено, что у него ток проводимости (утечки), пробивное напряжение и сопротивление изменились и выходят за пределы нормы или имеются трещины в фарфоровой крышке или флан-

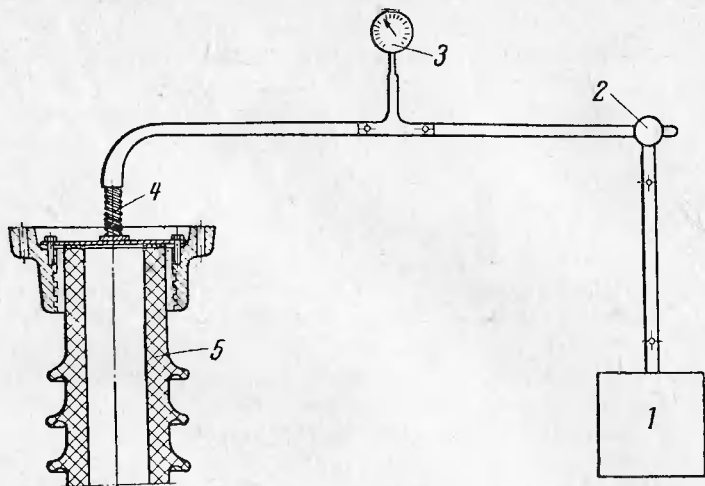


Рис. 41. Схема установки для проверки разрядников на герметичность.

1 — вакуумный насос; 2 — вакуумный кран; 3 — вакуумметр; 4 — торцовый штуцер с прижимной пружиной; 5 — испытуемый разрядник.

цах, нарушены армировочные швы и уплотнения, то разрядник подлежит вскрытию.

Вскрытие разрядников должно производиться в чистом, сухом, теплом и светлом помещении специально

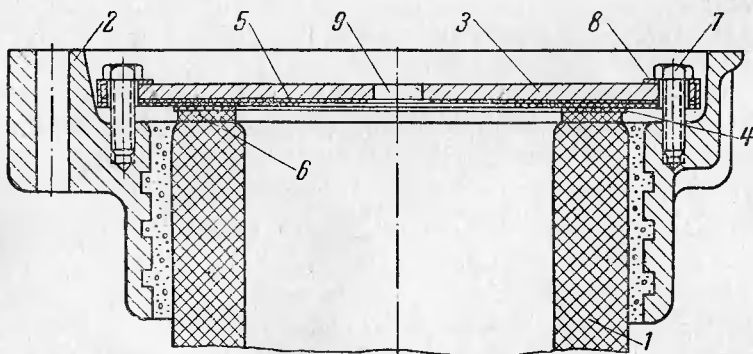


Рис. 42. Конструкция уплотнения элемента вентиляных разрядников серии РВС и РВВМ.

1 — фарфоровая крышка; 2 — металлический фланец; 3 — алюминиевый диск; 4 — латунный диск; 5 — пергаминовая прокладка; 6 — резиновое кольцо (прокладка); 7 — болт; 8 — латунные контактные пластины; 9 — отверстие для проверки герметичности разрядника.

обученным персоналом. Вскрывается у разрядника в первую очередь та сторона, у которой уплотнение менее надежно. Если окажется, что уплотнение обеих сторон имеет дефект, то следует сделать ревизию уплотнений с обеих сторон разрядника.

Диски рабочих сопротивлений и блоки искровых промежутков в каждом элементе разрядников точно подбираются по характеристикам и представляют собой комплект. Произвольная замена отдельных дисков рабочего сопротивления или произвольный набор единичных искровых промежутков в комплект не допускается даже в том случае, если они принадлежат к одному и тому же элементу разрядника. Поэтому при разборке разрядника все детали должны быть пронумерованы в той последовательности, в которой они извлекаются из фарфоровой крышки, и бережно уложены на чистые фанерные или картонные листы. Вынутые детали разрядника очищаются от пыли и грязи, тщательно осматриваются и просушиваются в электрических сушильных шкафах: вилитовые диски при температуре $100-150^{\circ}\text{C}$ в течение не менее 6—10 ч; искровые промежутки при $40-60^{\circ}\text{C}$ не менее 6—8 ч и резиновые прокладки (перед промазкой глифталиевым лаком) при $30-40^{\circ}\text{C}$ не менее 2—3 ч.

Укладка деталей обратно в фарфоровую крышку производится из сушильного шкафа с предварительным охлаждением до комнатной температуры в течение 1—2 ч.

Замена вилитовых дисков рабочего сопротивления дисками из другого разрядника, даже того же типа, без проверки их вольт-амперных характеристик с помощью катодно-осциллографической установки не допускается.

Замена дисков рабочего сопротивления без проверки может быть произведена только целым комплектом, подобранным на заводе.

При частичном ремонте искровых промежутков можно производить замену миканитовых прокладок с соблюдением нормированных пробивных напряжений, поврежденных фарфоровых колец, комплектов шунтирующих сопротивлений (не допускается замена одного полукольца шунтирующих сопротивлений), резиновых прокладок.

При вскрытии разрядника особенное внимание должно быть уделено его герметизации. Конструкция уплотнения вентильных разрядников серии РВС и РВВМ показана на рис. 42. На фарфоровой крышке 1 армируется металлический фланец 2. Открытые торцы фарфоровой крышки закрываются силуминовыми дисками 3. Ввиду пористости силуминовых дисков между торцами фарфоровой крышки и силуминовым диском прокладывается латунный диск 4 с пергаминовой прокладкой 5, исключая касание силуминового и латунного дисков. Нажатием болтов 7 на диски создается надежное уплотнение посредством резиновой прокладки 6, находящейся между дисками и шлифованными торцами фарфоровой крышки, которое обеспечивает герметизацию внутренней полости разрядника. Для проверки герметичности уплотнений в дисках имеется отверстие 9, которое позволяет посредством вакуумной установки (рис. 41) создавать вакуум в полости разрядника. После проверки герметичности разрядника отверстие 9 запаивается.

Вскрытие разрядника начинается с отвертывания гаечным ключом болтов 7. Отвертывание производится постепенно, болты один за другим обходятся несколько раз по окружности. При этом необходимо иметь в виду, что освободившиеся металлические диски с силой выбрасываются вверх пружиной. При отвертывании болтов диски нужно придерживать. После снятия металлических дисков и резиновой прокладки извлекается нажимная пружина. Затем с помощью стального крючка из проволоки диаметром 3—4 мм поочередно извлекаются комплекты искровых промежутков с фиксаторами. Диски рабочего сопротивления осторожно высыпаются путем постепенного наклона фарфоровой крышки открытым концом вниз.

При разборке разрядника тщательно осматриваются все его детали и замеченные дефекты записываются в акт на вскрытие разрядника. Если вскрытие разрядника производилось из-за высокого или низкого пробивного напряжения его искровых промежутков, то оно должно быть проконтролировано на соответствие с нормами. Пробивное напряжение промышленной частоты комплекта из четырех единичных искровых промежутков составляет 9—12 кв. В обнаруженном дефектном

комплекте подвергаются испытаниям отдельные единичные промежутки.

Все обнаруженные мелкие неисправности у разобранного разрядника устраняются. Детали разрядника просушиваются. Торцовые поверхности фарфоровой крышки очищаются от остатков старого лака, фарфоровая крышка внутри промывается водой или протирается чистой тряпкой и просушивается. Резиновая прокладка за 3—4 ч до сборки разрядника смазывается глицеральным лаком и просушивается при комнатной температуре. Сборка разрядника с непросушенным лаком на резиновой прокладке ведет к выдавливанию ее внутрь фарфоровой крышки и нарушению герметизации внутренней полости разрядника.

Сборка вентильного разрядника ведется в обратном порядке. Сначала осторожно, без ударов, в сильно наклоненную фарфоровую крышку опускаются пружина, комплекты искровых промежутков с картонными фиксаторами, нижние блоки рабочего сопротивления с фиксирующими фетровыми наклейками, затем опускаются детали верхних рядов, и разрядник закрывается металлическими дисками с уплотнением резиновой прокладкой. Болты затягиваются постепенно за несколько круговых обходов до равного сопротивления.

Собранный элемент проверяется на герметичность. После того как будет установлено что уплотнения хорошие, отверстия в латунном диске надежно запаиваются. Пайка производится без кислоты, только с канифолью. Если в отверстии стального диска имеется резьба, в него завинчивается специальный установочный винт и промазывается краской, если резьбы нет, то отверстие также запаивается.

Последовательность разборки и сборки других серий разрядников должна производиться в соответствии с инструкцией завода «Пролетарий» [Л. 2].

С заводов-изготовителей вентильные разрядники поступают в энергосистемы и другим заказчикам упакованными по одному элементу в деревянную тару — в ящики или решетки. Только разрядники серии РВП помещаются по три элемента в один ящик с плотной перекладкой деревянной стружкой. Упакованный груз снабжается надписями: «Осторожно», «Фарфор», «Не бросать», «Верх».

Все перевозки вентильных разрядников должны производиться в упакованном виде. Перевозка разрядников без упаковки может производиться только в тех случаях, когда устранена всякая возможность их повреждения.

Разрядники серий РВС, РВВМ, РВМГ и РВМК перевозятся только в вертикальном положении. Особенно это должно соблюдаться при перевозке элементов разрядников РВМГ и РВМК, которые имеют влагопоглотители и из которых при горизонтальном их положении влага может вытекать и смачивать внутренние детали разрядника. Наклон этих разрядников допускается не более чем на 60° к вертикали.

Разгрузка и погрузка разрядников производится плавно, без толчков.

Хранить разрядники рекомендуется на закрытых складах в вертикальном положении в упакованном или распакованном виде. Без упаковки разрядники следует устанавливать на деревянные подставки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдова Л. Г., Средства защиты от электрических перенапряжений, изд-во АН СССР, 1961.
 2. Инструкция по эксплуатации вентильных разрядников переменного тока напряжением от 3 до 220 кВ, изд. завода «Пролетарий», 1961.
 3. Птичкин П. А. и Гутман Ю. М., Вентильные разрядники, Госэнергоиздат, 1963.
 4. Юриков П. А., Перенапряжения и электрическая прочность высоковольтной изоляции, изд-во «Энергия», 1964 (Библиотека электромонтера).
-

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Как работают вентильные разрядники	5
2. Электрические характеристики вентильных разрядников	8
3. Конструкция вентильных разрядников	17
4. Комплектовка и монтаж вентильных разрядников	35
5. Эксплуатация вентильных разрядников	51

Цена 13 коп.