

Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

В.Г. Гурвич, А.М. Колузаев

**РЕМОНТ
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ
ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ
ТИПА ВАБ-28**

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭНЕРГИЯ“

В. Г. ГУРВИЧ, А. М. КОЛУЗАЕВ

РЕМОНТ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ
ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ
ТИПА ВАБ-28



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА

1964

ЛЕНИНГРАД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

ЭЭ-3-3

УДК 621.316.57.004

Г 95

В брошюре рассматривается назначение быстродействующих выключателей постоянного тока и приводится их классификация.

Описаны защитные свойства выключателей типа ВАБ-28, указаны специальные требования, повышающие надежность их работы и условия эксплуатации.

Брошюра предназначена для электромонтеров и мастеров, эксплуатирующих электроустановки постоянного тока большой мощности.

Гурвич Вениамин Григорьевич, Колузаев Аркадий Михайлович
**Ремонт и эксплуатация быстродействующих выключателей типа
ВАБ-28. М.—Л., 1963.**

56 с. с черт. (Библиотека электромонтера. Вып. 117)

* * *

Редактор *Е. А. Каминский*

Техн. редактор *Г. Е. Ларионов*

Сдано в набор 3/Х 1963 г.

Подписано к печати 4/ХІІ 1963 г.

Т-14871

Бумага 84×108¹/₃₂

2,87 п. л.

Уч.-изд. л. 2,8

Тираж 15500 экз.

Цена 10 коп.

Зак. 547

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

ВВЕДЕНИЕ

Грандиозная программа развития электрификации начертана решениями XII съезда КПСС. Большое место уделено электрификации транспорта и развитию металлургической и химической промышленности, в которых широко применяются установки выпрямленного тока большой мощности.

Широкое применение выпрямленного тока обусловило необходимость разработки и внедрения различных конструкций защитных и коммутационных аппаратов. Значительное распространение, в частности, получили быстродействующие автоматические выключатели.

Рассматриваемые в брошюре выключатели типа ВАБ-28 являются сравнительно новыми выключателями. Поэтому в брошюре дано краткое описание их защитных и коммутационных свойств, а также приведены рекомендации по повышению надежности работы.

Выключатели типа ВАБ-28 предназначены для автоматического отделения питающих линий, ртутных выпрямителей и других электрических аппаратов и машин от мест коротких замыканий, при недопустимых перегрузках и при возникновении токов нерабочего (обратного) направления. Кроме того, выключатели являются коммутационными аппаратами для включения и отключения агрегатов или линий под нагрузкой. Выключатели типа ВАБ-28 подразделяются на катодные (обозначаются буквой «к») и линейные (фидерные) — обозначаются буквой «ф».

Выключатели типа ВАБ-28 получили в настоящее время распространение в металлургии, химической промышленности, на электрифицированном транспорте.

Как и для большинства новых аппаратов, в первый период эксплуатации выключателей типа ВАБ-28 были проведены многочисленные серии специальных испытаний. Эти испытания, программа которых определялась

требованиями эксплуатации, позволили выработать правильную систему обслуживания выключателей и определить специальные требования, выполнение которых повышает надежность их работы. Небольшие изменения в конструкции выключателя, необходимость в которых выявлялась в процессе эксплуатации и испытаний, согласована с автором конструкции канд. техн. наук А. И. Голубевым и заводом — изготовителем выключателей.

В брошюре использован опыт эксплуатации и ремонта на Московском ордена Ленина метрополитене имени В. И. Ленина.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Одним из основных требований, предъявляемых ко всем аппаратам, осуществляющим защиту оборудования и электрических сетей, является способность отключить поврежденный участок за возможно малый промежуток времени.

От защитного аппарата требуется, чтобы он не только защитил агрегат или сеть от чрезмерных перегревов, но и предотвратил разрушения, которые могут вызываться большими электродинамическими усилиями при протекании тока короткого замыкания.

Практически разрушения, вызываемые электродинамическими усилиями, почти не зависят от времени протекания тока короткого замыкания, но находятся в прямой зависимости от его величины. Поэтому важно применять такие выключатели, у которых время действия было бы настолько мало, чтобы ток короткого замыкания не успел нарасти до установившейся величины и не привел к разрушению агрегатов.

Нормируемые циклы операций. По ГОСТ 2585-57 выключатели при отключении короткого замыкания или искусственного обратного зажигания должны выдерживать без повреждений, препятствующих их дальнейшей работе, следующие циклы операций в цепях с параметрами, указанными ниже:

а) выключатели однополюсные максимального тока:
О-2-ВО-10-ВО;

б) выключатели однополюсные обратного тока:
О-10-В-10-О;

в) выключатели шестиполюсные: три отключения искусственного обратного зажигания с интервалами 5 сек. Искусственное обратное зажигание осуществляется зако-

рачиванием вспомогательным выключателем одного из анодов ртутного выпрямителя с катодом.

Циклы операций расшифровываются следующим образом: О — автоматическое отключение тока короткого замыкания; В — включение; ВО — включение на короткое замыкание из отключенного положения и следующее за ней автоматическое отключение; 2 и 10 — интервалы времени (2 и 10 сек) между смежными операциями.

Номинальное напряжение сети, в	Установившийся ток короткого замыкания, а	Индуктивность цепи, мгн не более
До 825 включительно	30 000	—
1 650	15 000	7
3 300	15 000 или 30 000	7

Нормируемые величины. Собственное время размыкания при отключении выключателем токов короткого замыкания и обратных токов не должно превышать 0,005 сек при установившемся токе короткого замыкания, равном 7-кратному номинальному току, и при начальной крутизне кривой нарастания тока короткого замыкания не менее $1 \cdot 10^6$ а/сек — для выключателей на номинальное напряжение 3 300 в.

Полное время отключения однополюсным выключателем токов короткого замыкания и обратных токов в неиндуктивной цепи не должно превышать 0,03 сек. При отключении индуктивных цепей допускается удлинение полного времени отключения до 0,08 сек при индуктивности 4,5 мгн.

Наименьший отключаемый ток однополюсного выключателя не должен превышать 10% номинального тока при наибольшем рабочем напряжении.

Наибольший ток включения однополюсного выключателя максимального тока должен быть не менее 50% тока уставки при напряжении цепи управления 80% номинального.

Однополюсные выключатели на 1 000 и 2 000 а должны без повреждений выдерживать в течение 2 ч перегрузку током, равным 50% номинального тока выключателя, с интервалами не менее 2 ч, а выключатели на 3 000 и 5 000 а — перегрузку током, равным 25% номинального тока выключателя, в течение 10 мин с интервалами не менее 2 ч. После этих перегрузок выключатели должны быть пригодны для дальнейшей нормальной работы.

Однополюсный выключатель максимального тока должен обеспечивать надежное включение и отключение при напряжении цепи управления в пределах от 80 до 110% номинального.

Перепадения, возникающие на главных контактах однополюсного выключателя в процессе отключения неиндуктивной цепи, не должны превышать 100% номинального напряжения выключателя.

Превышение температуры неизолированных токоведущих частей выключателя над температурой окружающего воздуха $+35^{\circ}\text{C}$ при номинальном токе указано ниже.

Наименование неизолированных токоведущих частей выключателя	Допустимое превышение температуры, $^{\circ}\text{C}$, не более
Контакты медные массивные	75
Контакты массивные с припаянными пластинками из серебра	85
Соединения контактные, не защищенные от коррозии в местах контактов	55

Разброс величины токов срабатывания для однополюсных выключателей максимального тока при напряжениях цепи управления от 80 до 110% номинального не должен превышать $\pm 10\%$. По требованию заказчика разброс величины токов срабатывания не должен превышать $\pm 5\%$.

Причины, приведшие к разработке выключателя типа ВАБ-28. Находящиеся в эксплуатации быстродействующие выключатели не всегда обеспечивают всех требований ГОСТ. Так, например, наиболее распространенные выключатели типа ВАБ-2 не выдерживают токовых нагрузок, близких к номинальным величинам. Выключатели с номинальным током в 3000 а допускают длительное прохождение тока не более 2200—2500 а. Кроме того, небольшие изменения тока в держащей катушке (ДК) сильно влияют на величину тока уставки.

Система свободного расцепления выключателя типа ВАБ-2 также не всегда обеспечивает правильное (безударное) смыкание контактов.

Контакты при смыкании вибрируют. Между ними появляется зазор, что приводит к подгару контактов, а в некоторых случаях и к привариванию. Выключатели ВАБ-2 требуют высококвалифицированного ухода, так как незначительное конструктивное отклонение может привести к потере выключателем его защитных свойств.

Учитывая опыт эксплуатации ранее выпущенных выключателей и возросшие требования к ним, на заводе «Уралэлектроаппарат» канд. техн. наук А. И. Голубевым была разработана конструкция принципиально нового выключателя типа ВАБ-28. Выпущенные этим заводом выключатели ВАБ-28 в настоящее время являются наиболее перспективными и находят все более широкое распространение в эксплуатации.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ТИПА ВАБ-28

Технические данные выключателей. Выключатели типа ВАБ-28 имеют замыкающие главные контакты и выпускаются на номинальные токи 1 500, 3 000 или 6 000 *а* для номинальных напряжений от 825 до 3 300 *в*.

В зависимости от номинального тока и напряжения, для которых предназначены выключатели, они имеют разное количество главных контактов.

Тип выключателя	Назначение	Номинальный ток, <i>а</i>	Номинальное напряжение*, <i>в</i>	Пределы регулировки РДШ, <i>а</i>
ВАБ-28-1500/30-к	Отключение обратных токов	1 500	3 300	Не нормируется То же
ВАБ-28-3000/30-к		3 000	3 300	
ВАБ-28-3000/15-к		3 000	825	
ВАБ-28-6000/15-к	То же	6 000	825	" "
ВАБ-28-1500/30-ф	Отключение коротких замыканий и перегрузок	1 500	3 300	
ВАБ-28-3000/30-ф		3 000	3 300	1 600—4 000
				2 400—6 000
ВАБ-28-3000/15-ф	То же	3 000	825	1 600—4 000
ВАБ-28-6000/15-ф	" "	6 000	825	2 400—6 000
				4 000—8 000
				6 000—12 000

* Номинальному напряжению 825 *в* соответствует наибольшее рабочее на

Выключатели на 3 300 *в* независимо от номинального тока имеют две пары главных контактов, соединенных последовательно. При отключении расхождение обоих

пар главных контактов происходит практически одновременно, напряжение дуги на каждом из контактов уменьшается примерно вдвое, что облегчает условия ее гашения. У выключателей на номинальный ток 6 000 а главные контакты соединяются параллельно. В зависимости от числа главных контактов выключатели типа ВАБ-28 имеют одну или две дугогасительные камеры.

Основные характеристики каждого исполнения выключателей типа ВАБ-28 сведены в табл. 1.

На рис. 1 дан общий вид линейного выключателя типа ВАБ-28-6000/15-ф и показаны основные детали катодного выключателя типа ВАБ-28-3000/30-к.

Принципиальное отличие выключателей типа ВАБ-28 от выключателей типа ВАБ-2*. Автоматическое отключение выключателей типа ВАБ-2 происходит за счет изменения магнитного потока в магнитопроводе, определяемого величиной и направлением тока в защищаемой цепи. Пружины этих выключателей не являются основной движущей силой при автоматическом отключении выключателя.

Таблица 1

Ток удерживания ДК, а	Датчик отключения	Количество пар главных контактов	Соединение главных контактов	Количество блок-контактов	Вес выключателя, кг
1	Размагничивающий виток	2	Последовательное	4з и 4р	375
1		2		4з и 4р	405
1	То же Реле РДШ-I	1	Параллельное	4з и 2р	300
1		2		2з и 2р	360
1	То же Реле РДШ-II	2	Последовательное	4з и 4р	370
1		2		" "	4з и 4р
1	" "	1		2з и 2р	342
1	Реле РДШ-II	2	Параллельное	2з и 2р	340

пряжение 1 000 в; напряжению 3 300 в — наибольшее рабочее напряжение 4 100 в.

* Подробно описаны в брошюре А. М. Колузаева «Ремонт и обслуживание быстродействующих выключателей типа ВАБ-2», «Библиотека электромонтера», вып. 75.

Принципиальным отличием выключателя типа ВАБ-28 от выключателей серии ВАБ-2 является использование пружин в качестве единственной силы для отключения выключателя. Возможность использования пружин как основной силы для отключения выключателя без снижения быстродействия достигается благодаря тому, что электромагнитные силы, удерживающие подвижной механизм выключателя во включенном положении, исчезают практически сразу.

Линейный выключатель типа ВАБ-28 (в отличие от ранее известных типов выключателей) сам по себе не

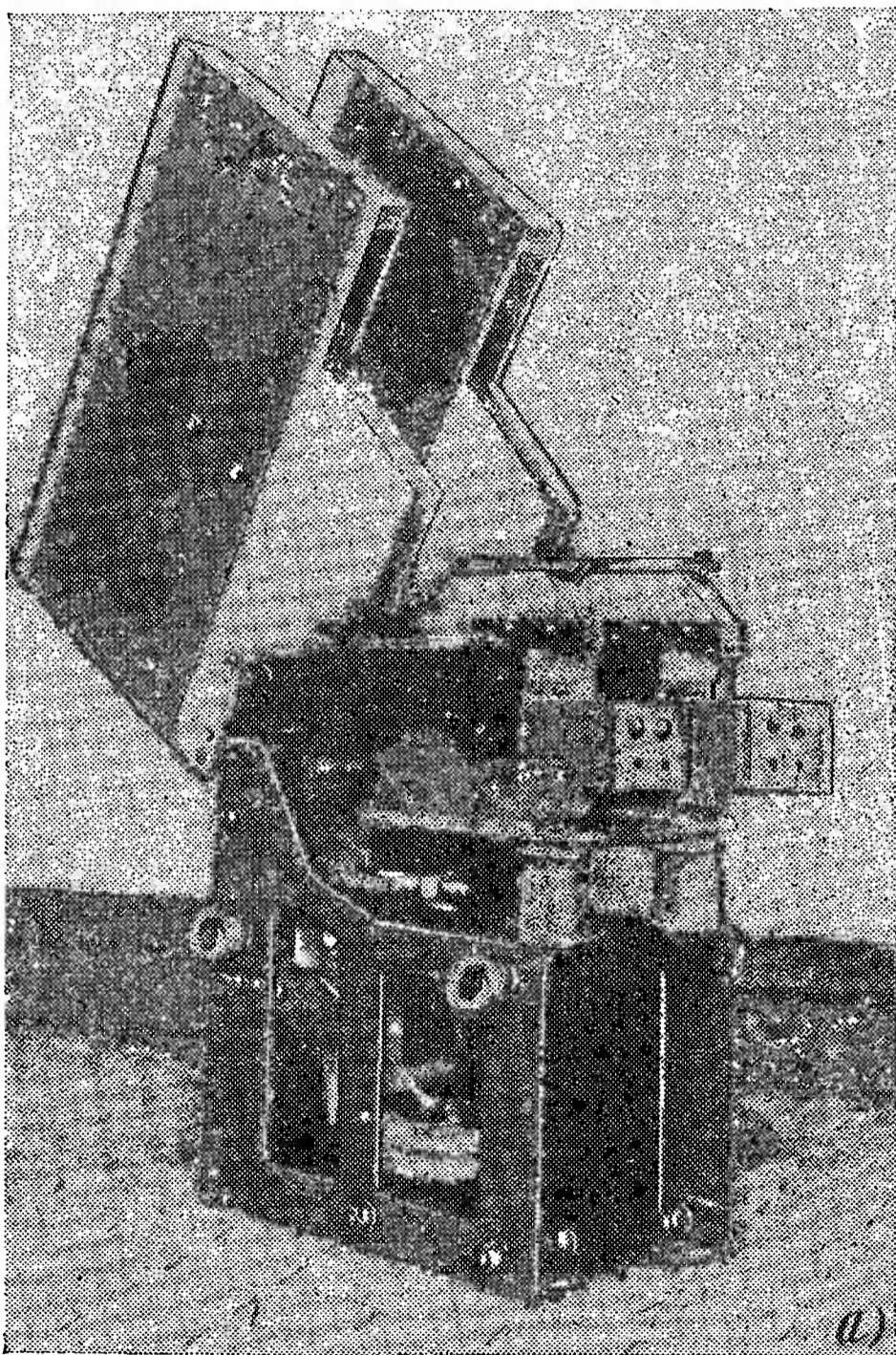
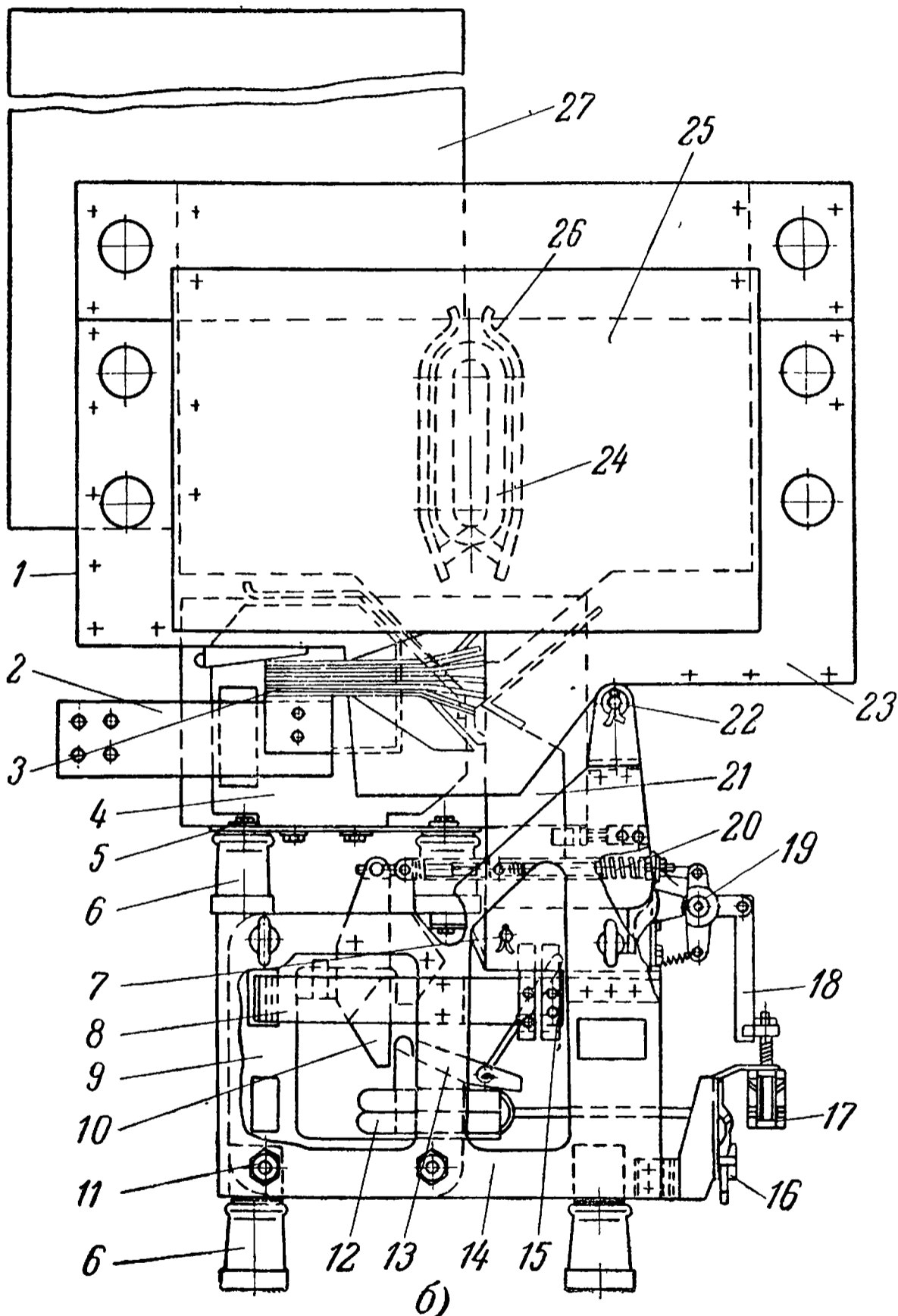


Рис. 1. Выключатель

a — общий вид выключателя типа ВАБ-28-6000/15ф; *б* — детали выключателя типа ВАБ-28-3000/30к (отключенное положение); 1 — дугогасительная камера; 2 — соединительная шина; 3 — полюс основного магнитного дутья; 4 — неподвижный контакт; 5 — изоляционный экран; 6 — изолятор; 7 — ось вращения подвижного контакта; 8 — отключающий виток; 9 — магнитопровод; 10 — основной якорь; 11 — крепящие шпильки; 12 — держащая катушка; 13 — якорь

является автоматически действующим защитным аппаратом. На его отключение ток защищаемой цепи непосредственно не влияет. Чтобы линейный выключатель отключился при коротких замыканиях или перегрузках, необходимо наличие специального датчика, который конструктивно с выключателем не связан и воздействует на него через специальную схему управления путем разры-



типа ВАБ-28.

свободного расцепления; 14 — корпус (рама); 15 — гибкое соединение; 16 — ряд зажимов; 17 — коммутатор; 18 — изоляционная тяга; 19 — коленчатый рычаг; 20 — главные — отключающие пружины; 21 — подвижный контакт; 22 — ось вращения камеры; 23 — асбоцементная перегородка; 24 — катушка дополнительного магнитного дутья; 25 — полюс дополнительного магнитного дутья; 26 — рог дополнительного электромагнитного дутья; 27 — дополнительная перегородка.

ва цепи держащей катушки выключателя. Таким датчиком для линейного выключателя является реле индуктивный дифференциальный шунт *РДШ* (см. ниже рис. 21). Принцип работы и устройство *РДШ* подробно описано ниже.

Быстродействие линейного выключателя обеспечивается специальной схемой включения держащей катушки,

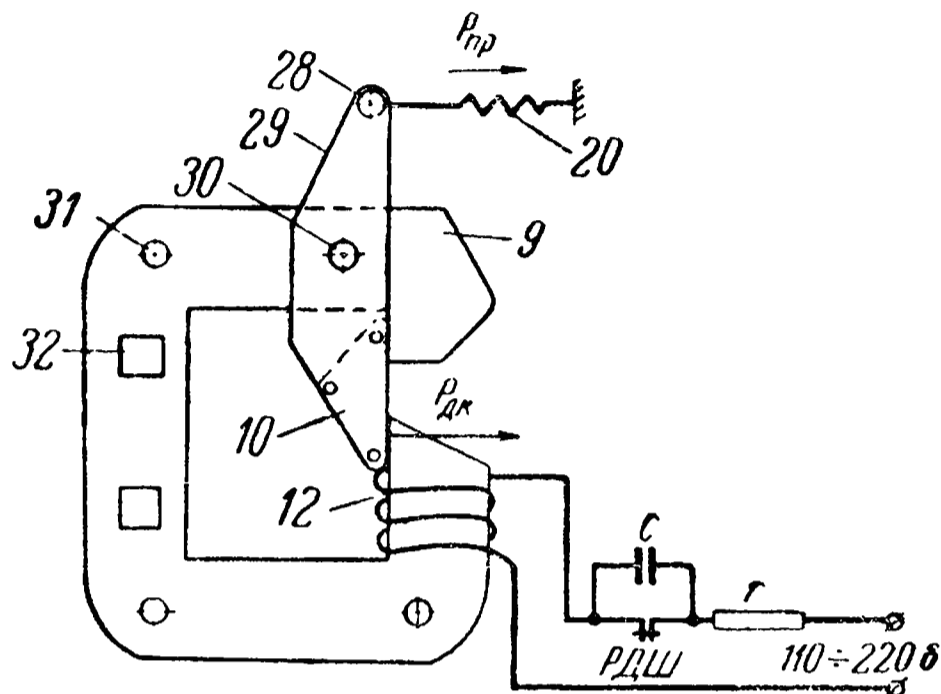


Рис. 2. Схема питания держащей катушки линейного выключателя и направление усилий в электромагнитном механизме.

Позиции 9, 10, 12 и 20 объяснены в подписи к рис. 1. 28 — ось крепления пружин; 29 — щека якоря; 30 — ось вращения якоря; 31 — отверстие для крепления магнитопровода к корпусу выключателя; 32 — отверстие для отключающего токопровода; С — конденсатор 0,25 мкф; r — добавочное сопротивление; *РДШ* — контакты дифференциального реле; $P_{пр}$ — отключающая сила пружин; $P_{дк}$ — удерживающая сила держащей катушки.

обеспечивающей мгновенное исчезновение ее удерживающей силы. Для иллюстрации этого положения на рис. 2 схематически показан электромагнитный механизм выключателя, и векторами изображены силы, действующие на подвижный якорь включенного выключателя. Сила $P_{дк}$, притягивающая якорь к магнитопроводу, на 30—50 кг больше отрывающей силы $P_{пр}$ его пружин.

В цепь питания держащей катушки введены контакт реле *РДШ*, параллельно которому присоединен конденсатор С. При включенном выключателе контакт реле *РДШ* замкнут, а конденсатор разряжен.

Если при срабатывании реле *РДШ* в цепь держащей катушки не вводить конденсатор, то при разрыве цепи

ток ДК, а следовательно, и магнитный поток, удерживающий якорь во включенном положении, будет спадать относительно медленно. Уравнивание, а затем и преобладание силы отключающих пружин над силой, удерживающей якорь во включенном положении (электромагнитной силой ДК), будет нарастать медленно. От-

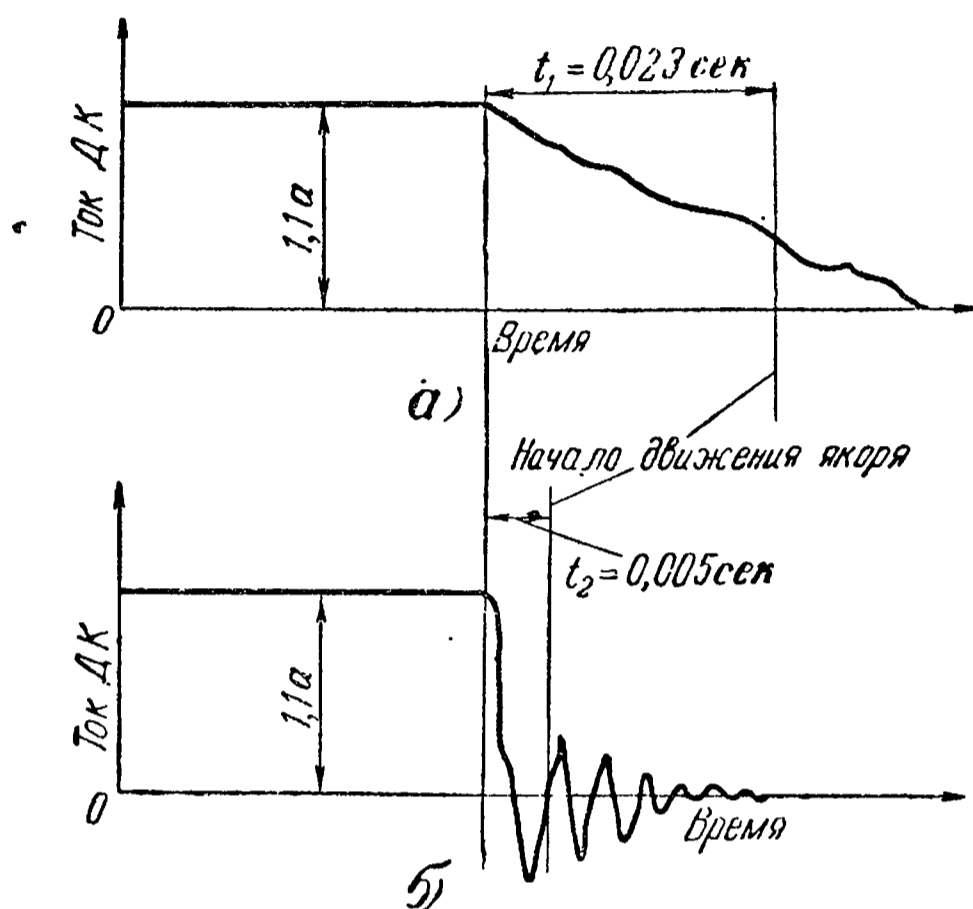


Рис. 3. Изменение тока ДК при разрыве ее цепи.

а — в цепи ДК отсутствует емкость *С*; *б* — при разрыве цепи в нее вводится емкость.

ключение выключателя будет задерживаться. На рис. 3,а приведена осциллограмма спада тока в ДК при отсутствии конденсатора в ее цепи и показано, что время $t_1 = 0,023$ сек.

На рис. 3,б показана осциллограмма того же процесса, но с включенным в цепь ДК конденсатором. При наличии конденсатора в цепи ДК после разрыва ее цепи энергия магнитного поля расходуется на заряд конденсатора. Возникает колебательный процесс, в результате которого удерживающая сила, преобладающая над отключающей, пропадает очень быстро и наступает состояние, при котором действует только одна отключающая сила пружин. В результате время от начала разрыва цепи ДК до начала движения якоря уменьшается до величины $t_2 = 0,005$ сек.

Катодный выключатель типа ВАБ-28 предназначен для защиты выпрямителей от обратных (аварийных) токов. Действие выключателя основано на взаимодействии магнитного потока ДК и магнитного потока, создаваемого током главной цепи. Роль отключающего элемента

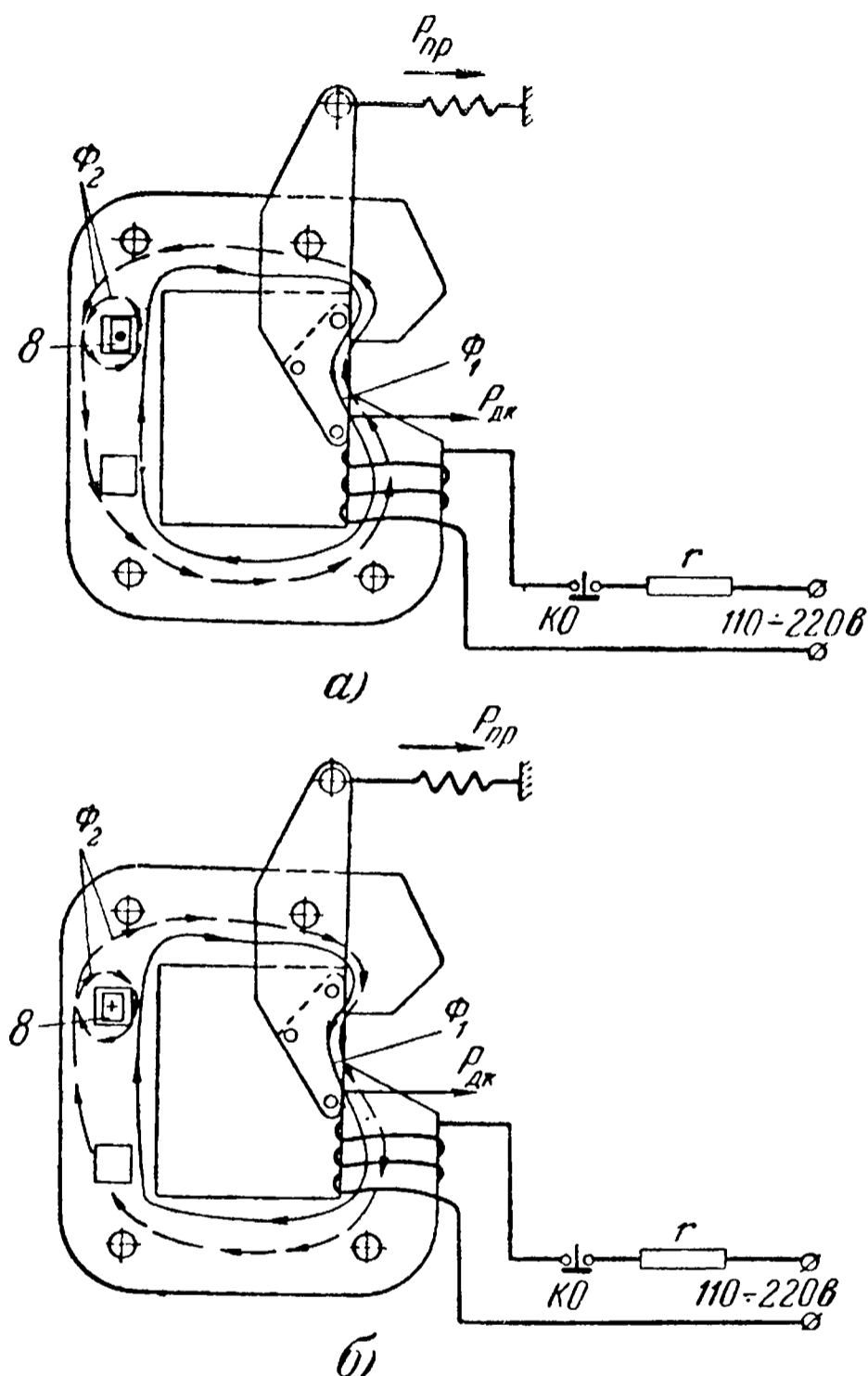


Рис. 4. Направление магнитных потоков в электромагнитном механизме катодного выключателя.

а — при обратном направлении тока в отключающем витке (шине) 8; *б* — при прямом направлении тока в шине 8; Φ_1 — магнитный поток тока ДК; Φ_2 — магнитный поток тока в отключающем витке 8; *KO* — кнопка командного отключения выключателя.

в данном случае выполняет шина (отключающий виток), пропущенная в отверстие магнитопровода. Магнитный поток Φ_2 отключающего витка при обратном (нерабочем) направлении тока (рис. 4, *а*) в области подвиж-

ного якоря направлен навстречу магнитному потоку ДК Φ_1 и стремится уничтожить его. В той части магнитопровода, где отключающий виток проходит через отверстие, в тот же момент создается сильное насыщение участка магнитопровода, имеющего сравнительно небольшое сечение. Эти две причины при токе 200—300 а и более определяют мгновенное прекращение действия удерживающего магнитного потока. Мгновенно наступает преобладание отключающей силы $P_{пр}$ на силой $P_{дк}$ до полной величины тяжения пружин: выключатель отключается.

При прямом (рабочем) направлении главного тока (рис. 4,б) магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 в области соприкосновения якоря с магнитопроводом имеют одинаковое направление; при увеличении главного тока увеличивается и удерживающая сила $P_{дк}$.

При токе 2 000—3 000 а магнитный поток главного тока в состоянии удержать якорь во включенном положении при полном обесточении ДК. Это опасное явление грозит тем, что при операции «отключить» выключатель будет удерживаться током главной цепи. Во избежание этого недопустимого явления инструкцией завода-изготовителя предусмотрена переполусовка ДК при оперативном отключении выключателей обратного тока.

3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКЦИИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ТИПА ВАБ-28

В зависимости от назначения выключатели серии ВАБ-28 поставляются в восьми исполнениях. Основные характеристики выключателей приведены выше в табл. 1.

Выключатели различных исполнений серии ВАБ-28, помимо указанных выше различий, имеют одну или две пары контактов, а также различное подсоединение токопровода к подвижному контакту. В одних случаях подсоединение выполняется при помощи гибких связей; в других — посредством подвижных соприкасающихся поверхностей втулок подвижного контакта с осью, которая в свою очередь соединена со специальным контактным брусом.

Главные контакты выключателей серии ВАБ-28, за исключением ВАБ-28-1500/30-к, имеют рабочие и искрогасительные контакты. Общий вид выключателя типа

ВАБ-28-3000/30-к показан на рис. 1. Так как выключатели других исполнений серии ВАБ-28 имеют незначительные отличия, то сходны и требования к конструкции как отдельных узлов, так и к конструкции в целом.

Выключатели не имеют отдельного электромагнита включения и их сравнительно несложная конструкция объединяет элементы включения, удержания, системы свободного расцепления и отключения. Стальная рама (корпус) 14 выключателя служит связующим звеном всех элементов выключателя, находится под потенциалом подвижного контакта 21 и потому устанавливается на изоляторах 6.

В брошюре изложение ведется по следующим узлам: электромагнитный механизм (§ 4), главные контакты (§ 5), переключающий механизм (§ 6), коммутатор (§ 7), дугогасительная камера (§ 9), реле дифференциальный шунт (§ 8).

4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕХАНИЗМ

Основное назначение электромагнитного механизма состоит в том, чтобы перевести подвижную часть выключателя во включенное положение и удерживать его в положении «включено». Удерживающая сила при команде «отключить» должна пропадать мгновенно. Только при условии, что удерживающие силы исчезают мгновенно отключающие пружины способны перевести подвижную часть в отключенное положение с необходимой скоростью.

Магнитопровод выключателя 9 имеет О-образную форму (рис. 1, 2, 4, 7 и 8), набран из шихтованной холоднокатаной стали и крепится на раме выключателя при помощи трех шпилек 11, пропущенных через отверстия 31. Якорь 10 магнитопровода также набран из шихтованной холоднокатаной стали и скреплен со стальными щеками 29. Якорь может поворачиваться вокруг оси 30*. На якорь постоянно действуют две силы. Сила пружин стремится повернуть его в положение, при котором он удалится от плоскостей магнитопровода, на котором

* На рисунках, поясняющих устройство выключателя, принята единая нумерация деталей. Детали 1—27 изображены на рис. 1. Детали 28—32 показаны на рис. 2 и т. д. На последующих рисунках, если необходимо, повторены номера, встречающиеся на предыдущих.

расположена держащая катушка. Магнитный поток держащей катушки стремится повернуть якорь в противоположном направлении, т. е. прижать плоскости якоря к плоскостям магнитопровода. Основные сведения о работе электромагнитного механизма изложены в § 2.

При эксплуатации выключателей необходимо помнить, что уменьшение удерживающей силы ДК, а также и ее увеличение может произойти не только за счет магнитного потока, созданного током отключающего витка (участок шины, который проходит через отверстие магнитопровода). Аналогичное действие, только менее сильное, оказывает любой проводник с током, расположенный рядом с магнитопроводом, и это действие является вредным. Таким проводником для линейных выключателей практически оказывается собственный токопровод (ошиновка выключателя), по которому проходит ток главной цепи. Сущность отключения выключателя от тока главной цепи заключается в размагничивании той избыточной электромагнитной силы ДК, которой удерживается БДВ во включенном положении. Если, например, рабочий ток ДК равен 1 а , а минимальный ток ДК, при котором выключатель удерживается включенным, составляет $0,7\text{ а}$, значит, избыточный магнитный поток определяется током ДК в $0,3\text{ а}$. Следовательно, для отключения от тока главной цепи необходимо создать магнитный поток, встречный по направлению и равный по величине избыточному магнитному потоку от ДК.

В качестве пояснения рассмотрим результаты испытаний, специальной целью которых было определить возможность ложных отключений и заклиниваний линейных выключателей серии ВАБ-28 от магнитного потока тока главной цепи.

При испытании действие реле РДШ было исключено, благодаря чему питание цепи ДК ничем не могло быть нарушено. Была задана полярность ДК, при которой ее магнитный поток был направлен навстречу магнитному потоку от тока главной цепи. Ток в ДК изменялся от минимальной величины (при которой БДВ еще мог удерживаться во включенном положении) до номинальной рабочей величины.

Ложные отключения от влияния тока в ошиновке. В табл. 2 сведены величины токовых нагрузок, при ко-

торых происходило отключение выключателя для двух вариантов расположения ошиновки БДВ. В первом варианте ошиновка (шина подсоединения к подвижному контакту) проходила вдоль корпуса выключателя на расстоянии 40 мм, во втором — шина была отнесена на расстояние 500 мм.

Таблица 2

$I_{\text{ДК}}, \text{ а}$	$I_{\text{нагр}}, \text{ а}, \text{ при расстоянии шины от корпуса, мм}$	
	40	500
0,8	0	0
0,85	1 600	2 200
0,9	2 800	6 400
0,95	4 600	Отключений не происходит
1,0	6 200	
1,05	7 000	
1,1	8 400	
1,12	9 000	

Уничтожение избыточной магнитной силы держащей катушки магнитным потоком главного тока иллюстрирует рис. 5.

По вертикальной оси отложены величины токов, при которых происходило отключение выключателя; по горизонтальной оси — величины избыточного тока $I_{\text{изб.ДК}}$.

Величины, указанные на рис. 5 и табл. 2, относятся только к конкретному выключателю. Величины токов отключения других выключателей могут от них отличаться и зависят не только от ошиновки, но и от состояния магнитной цепи, тяжения пружин и других факторов.

Особо сильное влияние токов главной цепи на магнитную систему выключателя отмечается у выключателей с двумя парами контактов, соединенных параллельно, при неравномерном распределении нагрузки между ними. Если, например, резко увеличилось переходное сопротивление между главными контактами, которые расположены ближе к ошиновке подвижного контакта, и преобладающая часть тока пройдет по другим контактам, то ложное отключение выключателя может произойти при токах, в 2 раза меньших, чем приведены в табл. 2 и на рис. 5.

Заклинивание линейных выключателей. Ограниченные возможности стенда, на котором производились испытания, не позволили определить практические величины токов, при которых возможно заклинивание линейных выключателей от тока главной цепи при обратной полярности. Под обратной полярностью линейных выключателей понимается такая, при которой складываются магнитные потоки от ДК и главного тока. Однако величину тока заклинивания можно подсчитать, исходя из следующих данных.

При определении намагничивающего тока было установлено, что 8 000—9 000 a главного тока создают намагничивающую силу (н. с.), равную н. с. ДК при токе 0,3 a (избыточная н. с.). А так как выключатель может свободно удерживаться во включенном положении при токах ДК 0,6—0,7 a , то он сможет удержаться от магнитного потока тока главной цепи при 18—20 ka . Эти цифры могут быть примерно правильными только для случая, когда при разрыве ДК ток в ней не будет проходить через отрицательные значения¹.

Как показано выше (рис. 3), ток в ДК при разрыве ее цепи проходит через отрицательные значения, что сильно снижает возможность заклинивания выключателя. К величинам 18—20 ka необходимо прибавить соответственно такую величину главного тока, которая способна компенсировать отрицательную амплитуду в ДК. Если она составляет 0,6 a , то ожидаемый ток заклини-

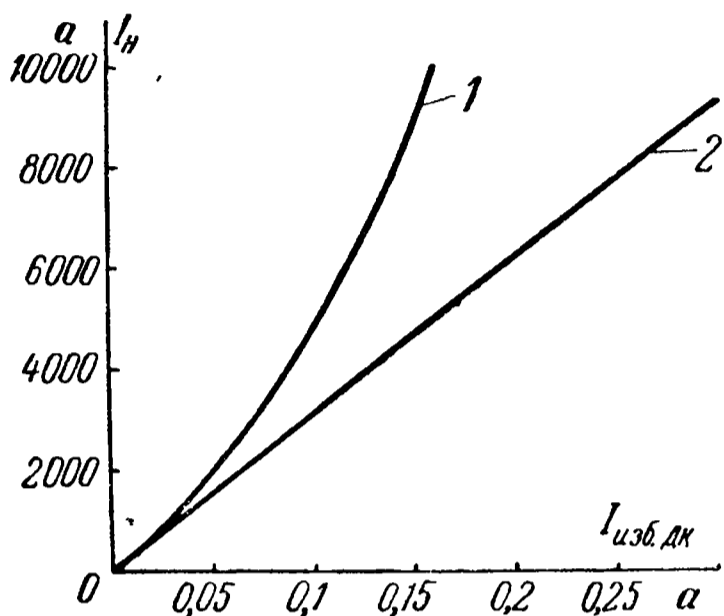


Рис. 5. Отключение выключателя ВАБ-28-6000/15ф от токов, проходящих по ошиновке, в зависимости от величины $I_{изб. ДК}$ избыточного тока ДК.

1 — шина, по которой проходил ток главной цепи, расположена на расстоянии 500 мм от корпуса выключателя; 2 — шина главной цепи приближена на расстояние 40 мм.

¹ Ток ДК при разрыве ее цепи не будет проходить через отрицательные значения, если в схему не будет введен конденсатор, т. е. если будет нарушено обязательное требование завода-изготовителя. При испытаниях это требование было сознательно нарушено, чтобы оценить возможные последствия и получить более полные представления о свойствах и возможностях выключателя.

вания составит 40 ка или более. Такие величины в большинстве случаев мало вероятны.

Тормозящее действие главного тока (увеличение собственного времени выключателя) при обратной полярности наступает при токах в главной цепи более 18—20 ка. Величина 18—20 ка определяется величиной отрицательного импульса в ДК в момент ее разрыва. Сказанное выше показывает *безусловную необходимость определения полярности выключателей*. Полярность линей-

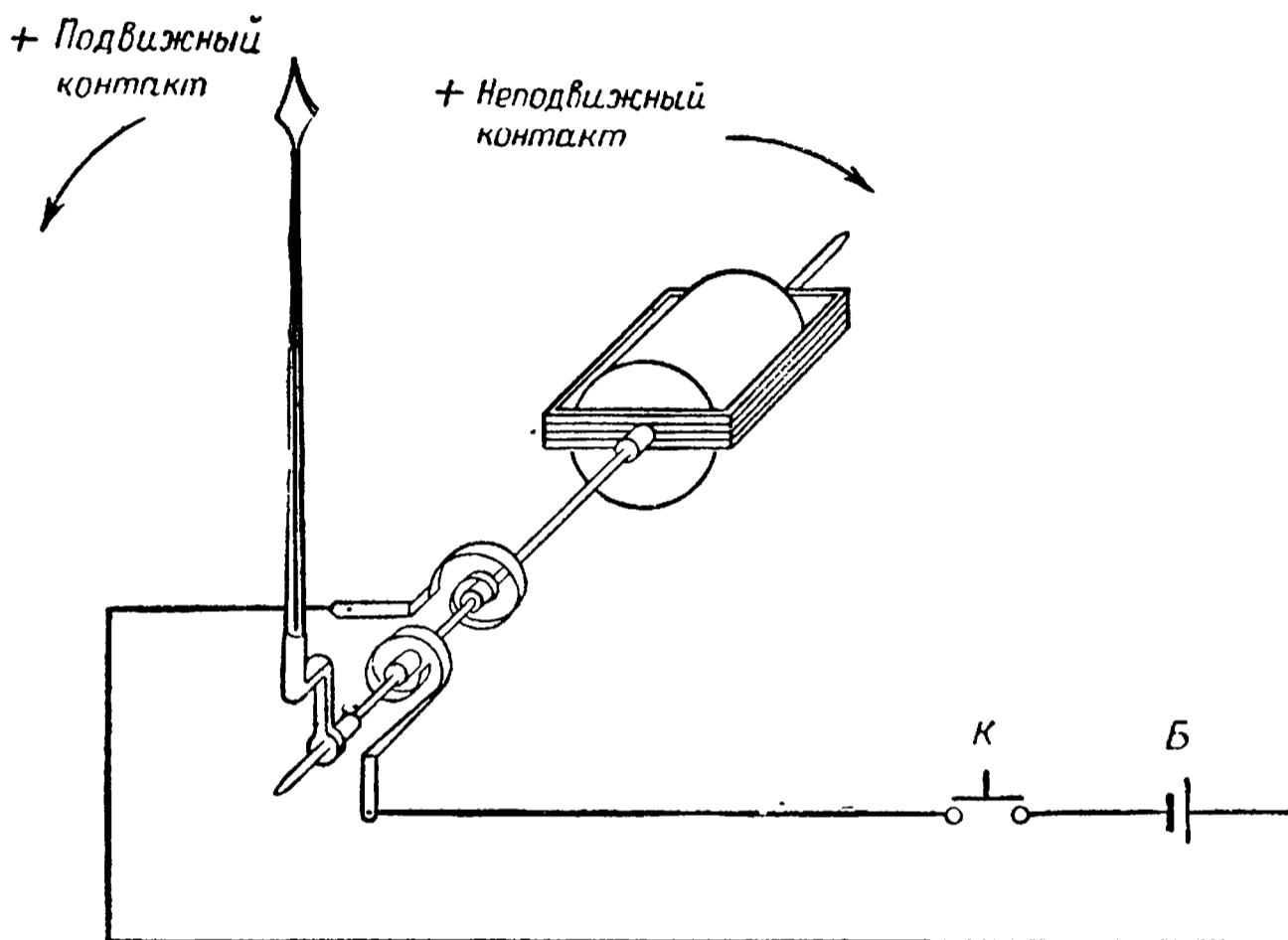


Рис. 6. Схема прибора для определения полярности выключателя.

ного выключателя должна быть такой, чтобы действие главного тока, тормозящее отключение, было безусловно исключено.

Определение полярности выключателя выполняется при помощи специального прибора (рис. 6). Основным элементом прибора является подвижная рамка от измерительного прибора магнитоэлектрической системы. Постоянный магнит прибора вынимается, а его роль выполняет поле ДК. Если прибор поднести к магнитопроводу выключателя, предварительно замкнув кнопкой К цепь, питающуюся батареей от карманного фонарика, то стрелка прибора отклонится в ту или другую сторону в зависимости от направления тока в ДК.

На основании практического опыта определяется на-

правление отклонения стрелки прибора при отключении выключателя от тока, проходящего по ошиновке. Отклонение стрелки обозначается на шкале прибора и служит точным определителем полярности. При определении полярности должно быть точно учтено направление главного тока на рабочем месте (ток идет от подвижного контакта к неподвижному или наоборот), а также место магнитопровода, к которому подносится прибор.

При недостаточной силе магнитного потока от тока ДК замер полярности можно производить в момент подачи включающего импульса на ДК.

Прибор используется также для определения полярности у выключателей обратного тока.

Ликвидация возможности ложных отключений при больших толчках рабочих токов легко достигается небольшим увеличением тока ДК или снижением тяжения главных пружин в пределах норм.

Возможность расширения защитных свойств выключателя. Как видно из рис. 1, магнитопровод выключателя имеет два отверстия. Использование обоих отверстий дает возможность расширить его защитные свойства.

В порядке опыта было произведено следующее испытание. Через отверстия магнитопровода была намотана катушка, состоящая из 50 витков. В цепь ДК не вводились отключающие элементы. Питание вспомогательной катушки осуществлялось по схеме рис. 7.

При включенном выключателе ток во вспомогательной катушке отсутствовал, так как катушка была шунтирована контактами реле РДШ. При команде «отключить» снималась шунтировка вспомогательной катушки и через нее проходил переменный ток порядка 5 а.

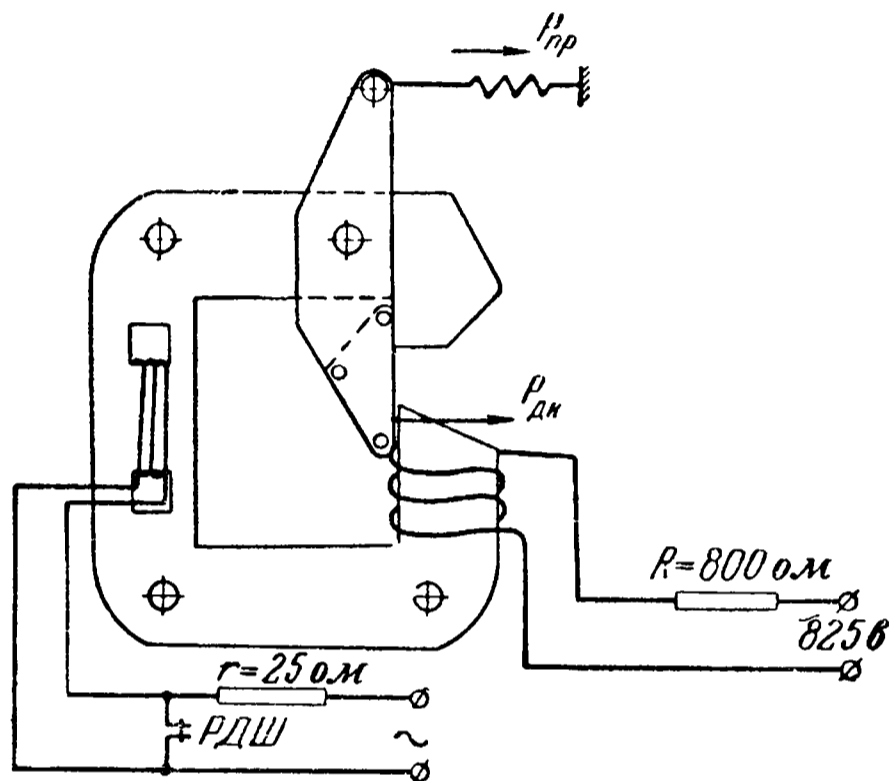


Рис. 7. Схема отключения выключателя ВАБ-28 оперативным переменным током.

Выключатель отключался с собственным временем 9—12 мсек.

Описанное свойство выключателя может быть использовано в тех случаях, если выключатели расположены далеко от подстанций, например в контакторных постах, и где питание ДК осуществляется от цепи высокого напряжения через ограничительные сопротивления. Та-

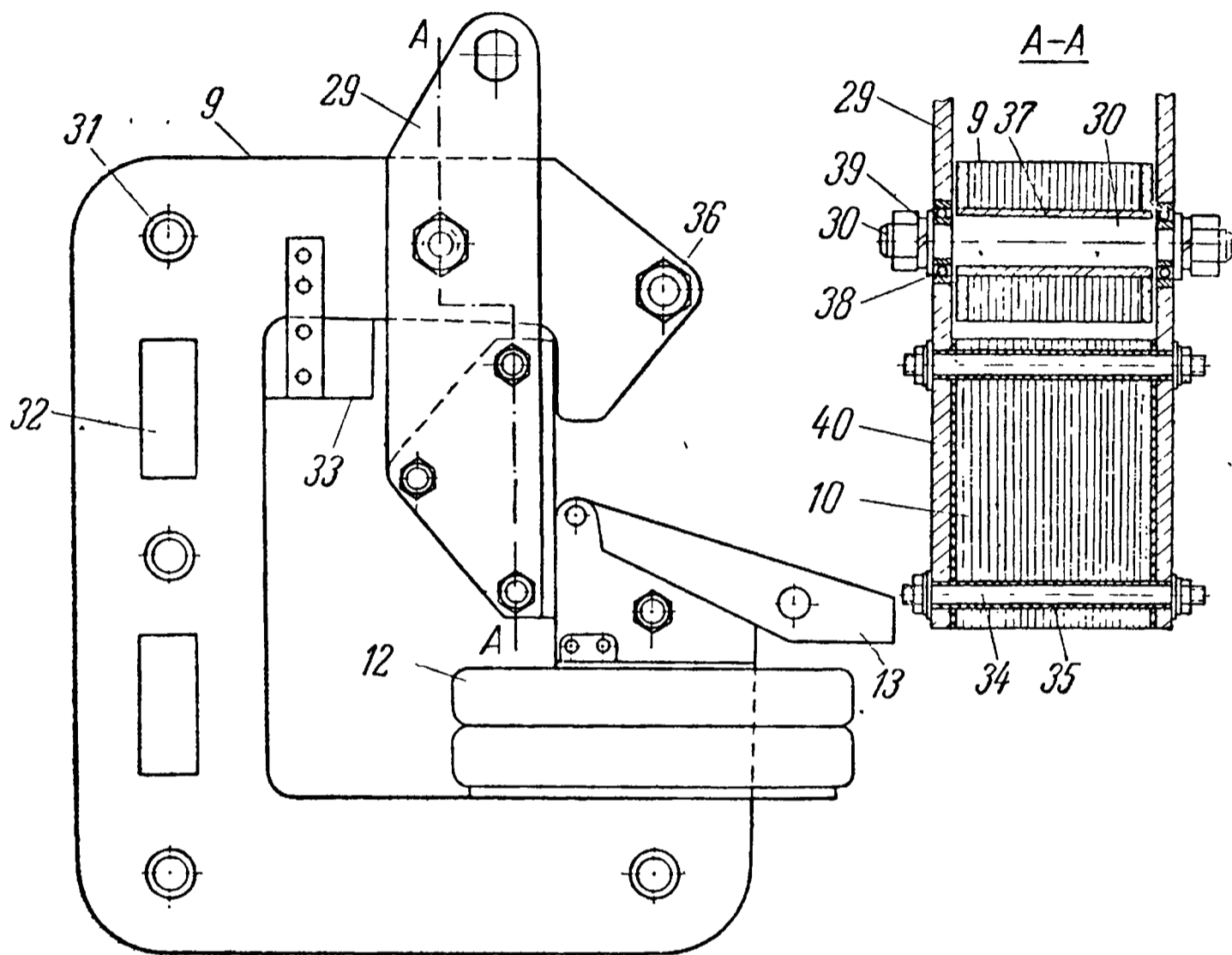


Рис. 8. Конструкция электромагнитного механизма выключателя ВАВ-28.

Позиции 9, 10, 12, 13 объяснены в подписи к рис. 1. Позиции 29, 30, 31, 32 объяснены в подписи к рис. 2. 33 — деревянный упор; 34 — шпилька для крепления якоря 10 к щекам 29; 35 — изоляция; 36 — прессующая шпилька; 37 — втулка; 38 — подшипник; 39 — гайка; 40 — электрокартон.

кую схему отключения удобно монтировать. Легко и надежно изолируются также высоковольтные части установки от элементов оперативного тока при помощи изолировочного трансформатора.

Усиление электромагнитного механизма. Особое внимание следует уделять скреплению якоря 10 к его щекам 29, которое на выпускаемых до последнего времени выключателях является недостаточно надежным. Недостаток скрепления заключается в том, что отверстия в якоря делались на 2—3 мм больше диаметра крепя-

щих шпилек 34 (рис. 8). Идея такого скрепления заключалась в том, чтобы дать возможность при подгонке плоскостей якоря и магнитопровода смещать якорь, находя лучшее его прилегание к плоскостям магнитопровода, а затем скреплять якорь со щеками за счет затяжки гаек 39. На практике такой способ скрепления оказался недостаточным: якорь при небольшом числе включений смещается. А при значительном смещении якоря относительно его щек выключатель может потерять свои защитные и коммутационные свойства.

Рассмотренный недостаток можно исключить, применив шпильки диаметром, равным диаметру отверстий якоря, покрыв шпильку достаточно твердой изоляцией. На заводе «Уралэлектроаппарат» разработан состав лака, и новые выключатели не должны иметь рассмотренного недостатка, так как шпильки крепления якоря стали делать точно по диаметру отверстий.

Однако не каждое предприятие имеет технические возможности усиливать крепление якоря, применяя твердые изолирующие лаки. Не имея лаков, усиление можно выполнить, сделав только изоляцию шпилек 34 от щек якоря 29 при помощи втулок, впрессованных в увеличенные отверстия щек якоря. При таком скреплении шпильки делают точно по диаметру отверстий в якоре без допусков на изоляцию.

При усилении скрепления якоря с его щеками, как правило, изменяется положение плоскостей соприкосновения якоря и магнитопровода и выключатель не удерживается во включенном положении. Поэтому при всяком изменении скрепления якоря с его щеками необходима тщательная подгонка якоря к плоскостям магнитопровода. Подгонка плоскостей соприкосновения якоря и магнитопровода осуществляется, как правило, ручными напильниками. Максимальная затяжка шпилек якоря крепящими гайками производится до начала подгонки плоскостей.

Достаточность прилегания плоскостей определяется моментом, когда отключающие пружины при максимальном их натяге не смогут оторвать якорь (перевести в положение отключено) при минимальном токе ДК.

Если по условиям защиты линий увеличение собственного времени выключателя на 2—3 мсек не играет существенной роли, то усилить скрепление якоря с его ще-

ками можно с помощью электрической сварки шпилек со щеками. При этом отпадает необходимость в тщательной подгонке плоскостей, так как до сварки положение якоря можно зафиксировать магнитным потоком ДК при слабой затяжке крепящих шпилек.

Крепление щек якоря 29 на оси 30 должно быть выполнено таким образом, чтобы был видимый зазор между щеками якоря и магнитопроводом. Затяжка гаек 39 оси 30 должна быть равномерной без выдавливания подшипников 38 из щек якоря.

5. ГЛАВНЫЕ КОНТАКТЫ

Контакты должны быть достаточно износоустойчивы и обеспечивать надежное электрическое соединение, не вызывая перегрева ни контактов, ни выключателя.

Рабочие и дугогасительные контакты.

Рабочие контакты 48 (рис. 9 и 10) и 68 (рис. 12) выполнены из чистого серебра, серебряным припоем припаяны к меди основной массы контактов и обеспечивают хорошее электрическое соединение при включенном выключателе. Однако серебро сгорает под действием сильной электрической дуги. Поэтому выключатели, кроме рабочих, имеют

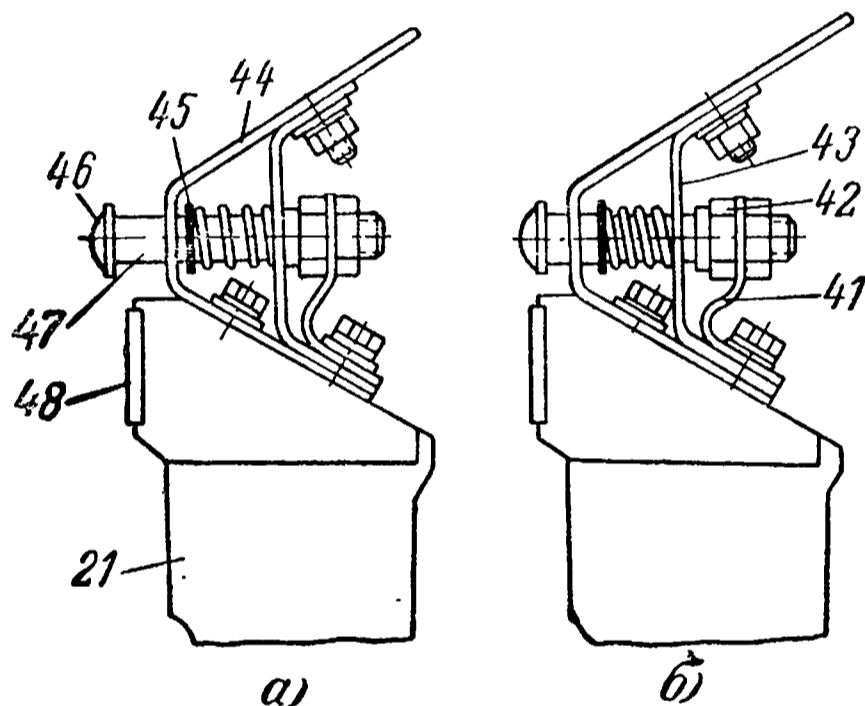


Рис. 9. Основные элементы подвижного контакта.

а — отключено; *б* — включено; 41 — гибкое соединение; 42 — гайка; 43 — задняя скоба; 44 — дугогасительный рог; 45 — дополнительная шайба; 46 — металлокерамическая часть дугогасительного контакта; 47 — медная часть дугогасительного контакта; 48 — серебряный рабочий контакт.

дугогасительные контакты 46 (рис. 9 и 10) и 69 (рис. 12).

Дугогасительные контакты могут отделяться от основной конструкции. Они состоят из двух спаянных частей: медной 47 и металлокерамической 46 (рис. 9). Медная часть соединяет дугогасительный контакт с общей конструкцией. Металлокерамика, состоящая из порошка меди и вольфрама, является достаточно дугостойкой и при довольно большом количестве разрывов дуги (100—

150 отключений) расплывается настолько незначительно, что специальная зачистка дугогасительной камеры не требуется. Это полезное свойство металлокерамических

контактов позволяет применять выключатели типа ВАБ-28 в цепях с довольно частыми разрывами дуг большой мощности.

Недостатки металлокерамических контактов. К сожалению, в настоящее время нельзя гарантировать безотказность отключения металлокерамическими контактами из-за недостаточно хорошего качества металлокерамики. При испытаниях можно по-

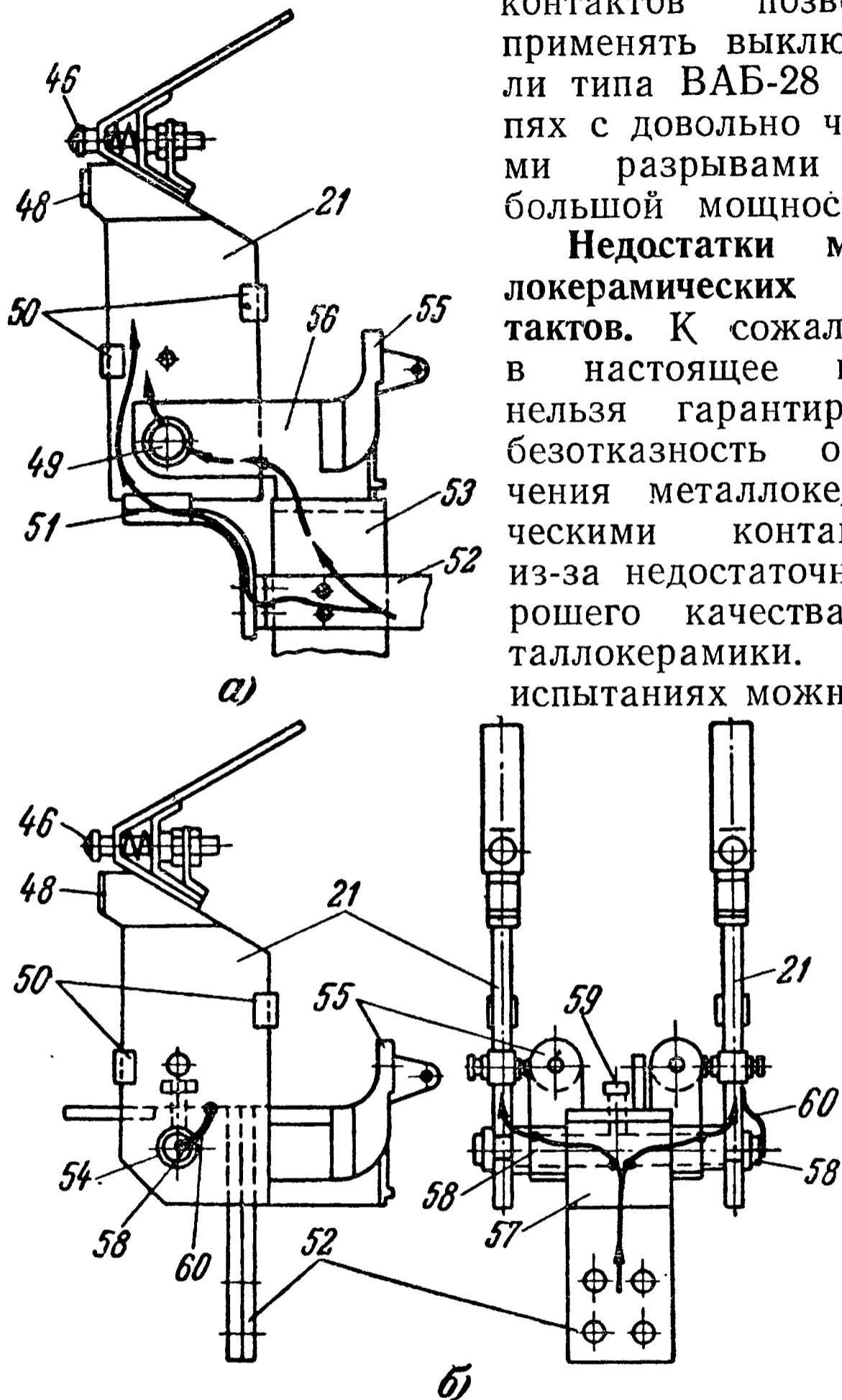


Рис. 10. Узел подвижных контактов.

а — выключателя типов ВАБ-28-3000/15-к и ВАБ-28-3000/15-ф;
б — выключателя типов ВАБ-28-6000/15-к и ВАБ-28-6000/15-ф;
 49 — стальная ось; 50 — упоры; 51 — гибкая связь; 52 — шина;
 53 — скоба корпуса выключателя; 54 — втулка контакта;
 55 — пружинодержатели; 56 — чугунный брус; 57 — медный контактный брус;
 58 — медная посеребренная ось; 59 — стопорный болт; 60 — гибкая перемычка. Стрелками показано направление тока. Точки на линиях стрелок обозначают места контактных соединений различных деталей выключателя.

лучить сотни четких отключений выключателей с металлокерамическими дугогасительными контактами. Можно и в эксплуатации найти значительное количество выключателей, четко разрывающих ежедневно по нескольку раз мощные электрические дуги. Но среди выключателей любого года выпуска, еще встречаются образцы, у которых металлокерамика не выдерживает мощных электрических дуг. Разрыв дуги затягивается до полного сгорания металлокерамики, а подчас и сгорания серебряных контактов с разрушением выключателя. Поэтому на предприятиях, где категорически недопустимо хотя бы одно подобное аварийное отключение выключателя, применять металлокерамические контакты, изготовленные по существующей до сего времени технологии, нельзя.

Замена металлокерамических контактов медными. Для условий, не допускающих даже единичных отказов, при отключении приходится, жертвуя полезными свойствами металлокерамики, отказываться от нее и дугогасительные контакты выполнять из чистой твердой электротехнической меди марки М-1 по тем же чертежам, что и контакты с металлокерамикой.

Медные дугогасительные контакты несколько быстрее изнашиваются за счет распыления при разрыве мощных электрических дуг, но зато обеспечивают гарантированный разрыв.

Последовательность смыкания и размыкания контактов должна периодически проверяться. При включении выключателя сначала должны замыкаться дугогасительные контакты, а затем рабочие. При размыкании сначала должны размыкаться рабочие контакты, а затем дугогасительные.

Последовательность работы контактов можно проследить, зафиксировав положение подвижного дугогасительного контакта относительно задней скобы 43 (рис. 9) при отключенном и включенном положении выключателя.

Подвижной дугогасительный контакт должен при включении смещаться и иметь прожим 2—3 мм. Прожим легко обнаружить при включенном выключателе по расстоянию, на которое отойдет гайка 42 (крепящая искрогасительный контакт) от задней скобы 43.

Неподвижный и подвижный контакты должны располагаться в одной вертикальной плоскости, при этом

необходимо добиваться как можно больших поверхностей соприкосновения рабочих контактов.

При эксплуатации поверхности соприкосновения контактов протираются техническими салфетками и при необходимости мягкими металлическими щетками. Зачищать напильниками серебряные контакты нельзя.

Повышение подвижности дугогасительного контакта. В эксплуатации встречаются выключатели, у которых внутренний диаметр пружины дугогасительного контакта примерно равен диаметру утолщенной части стержня. При таких размерах пружина может налезать на стержень, что приводит к нарушению работы контактов. Из-

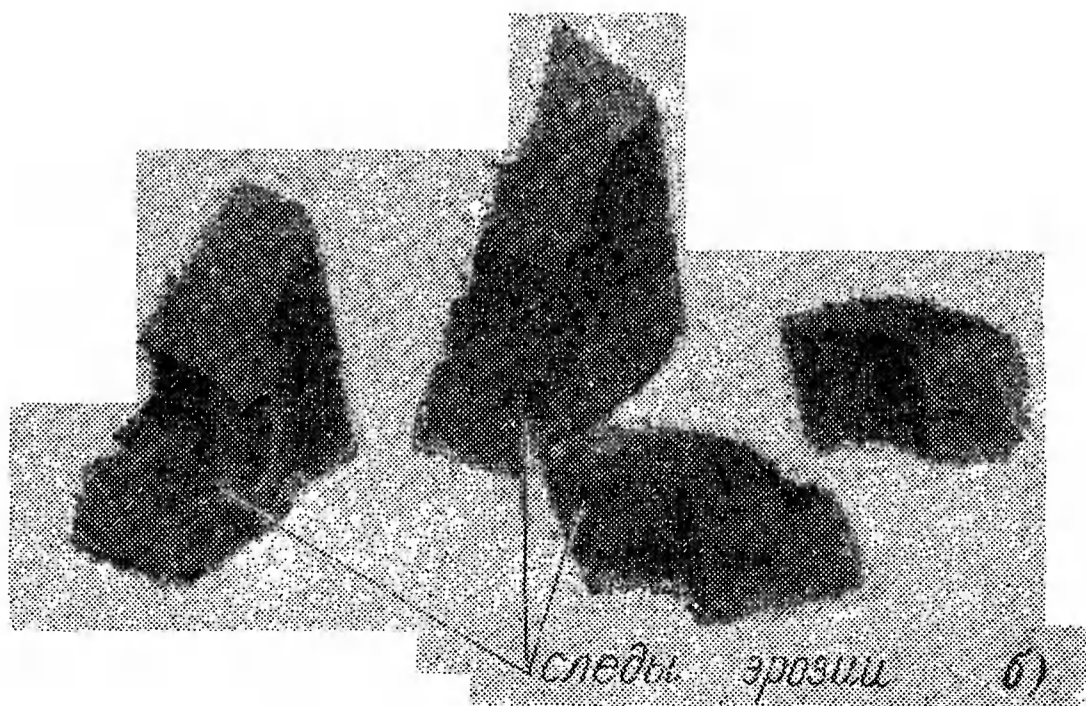
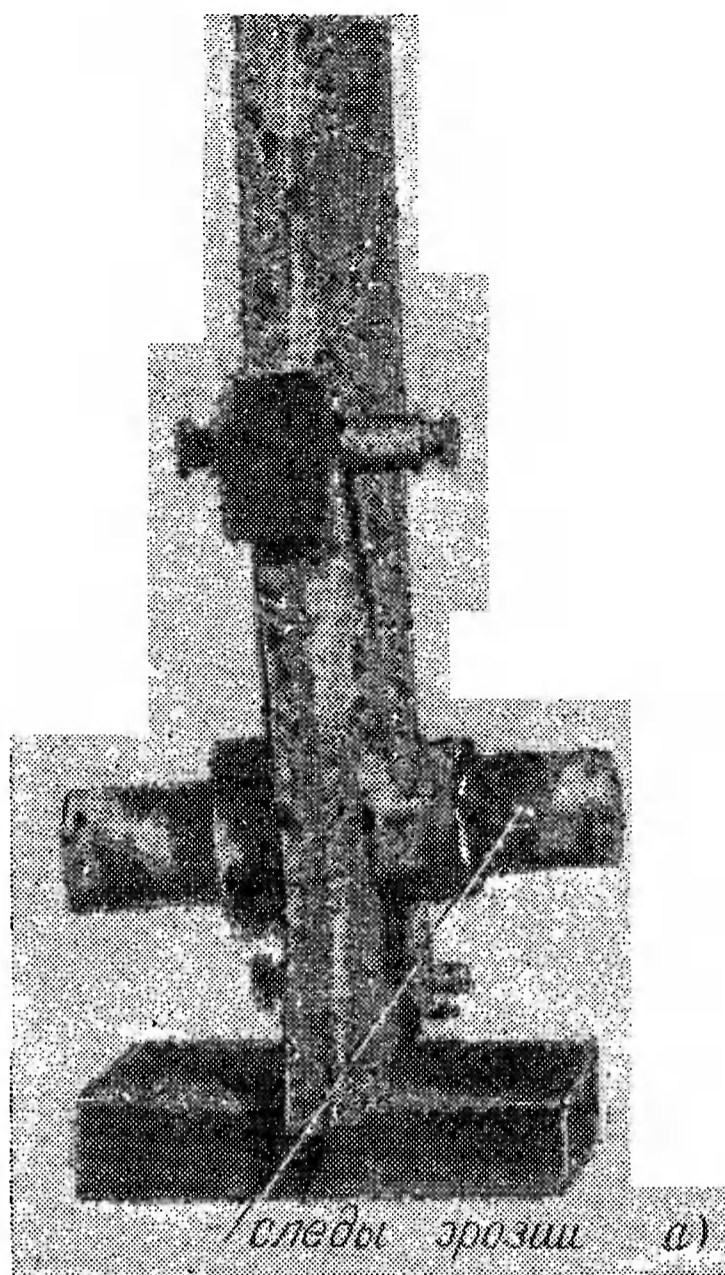


Рис. 11. Следы эрозии.

а — оси контакта; б — чугунного бруса.

бежать этого вредного явления можно, подложив под пружину дополнительную шайбу 45 внешним диаметром 19—20 мм (рис. 9).

Особенности присоединения подвижных контактов к внешней сети иллюстрирует рис. 10. В одних случаях соединение выполнено через гибкие связи 51 (рис. 10,а). В других — ток проходит от шины 52 к контактному брусу 57 на ось 58, с оси на втулки подвижного контакта 54, приваренные к шине подвижного контакта 21 (рис. 10,б). Рассмотрим особенности эксплуатации обоих способов присоединения.

Гибкое присоединение в основном надежно. Но при его эксплуатации следует иметь в виду, что часть тока главной цепи может идти не только через гибкое соединение 51 (непрерывная стрелка рис. 10,а), но и по цепи: шина 52, корпус выключателя, брус 56, ось 49, втулка, подвижный контакт (прерывистая стрелка). Прохождение тока по этой цепи, контактные соединения которой совершенно не приспособлены для этой цели, может вызвать эрозию (разрушение) металлов (рис. 11). Так, в практике встречались случаи полного приваривания оси подвижного контакта к его втулке, а также оси к чугунному брусу. Выключатель при таком положении перестает быть выключателем.

Чтобы избежать разрушения деталей и их приваривания, следует преградить путь току по цепи, недостаточно приспособленной, и направить его целиком через гибкие соединения. Для этого рекомендуется изолировать шину от корпуса выключателя прокладками из электрокартона и изолировать болты, крепящие шину к корпусу, изолирующими втулками.

Эксплуатация подсоединения заключается в проверке затяжки крепящих болтов и проверке целостности лент гибкого соединения. Надорванные ленты нужно удалить. Количество удаленных лент не должно превышать $\frac{1}{3}$ их общего количества.

Присоединение через ось (рис. 10,б). При этом способе нет постоянного болтового соединения и контакт осуществляется по линии стенок отверстия контактного бруса, поверхности оси и внутренних стенок втулок подвижного контакта. Места перехода тока с детали на деталь показаны точками. Все поверхности, являющиеся контактными, посеребряны.

Основной недостаток конструкции состоит в том, что при незначительных люфтах (допустимых конструктивной чистотой обработки) между осью и втулками подвижного контакта отмечаются нарушения контакта. В момент отключения из мест сопряжений вылетают

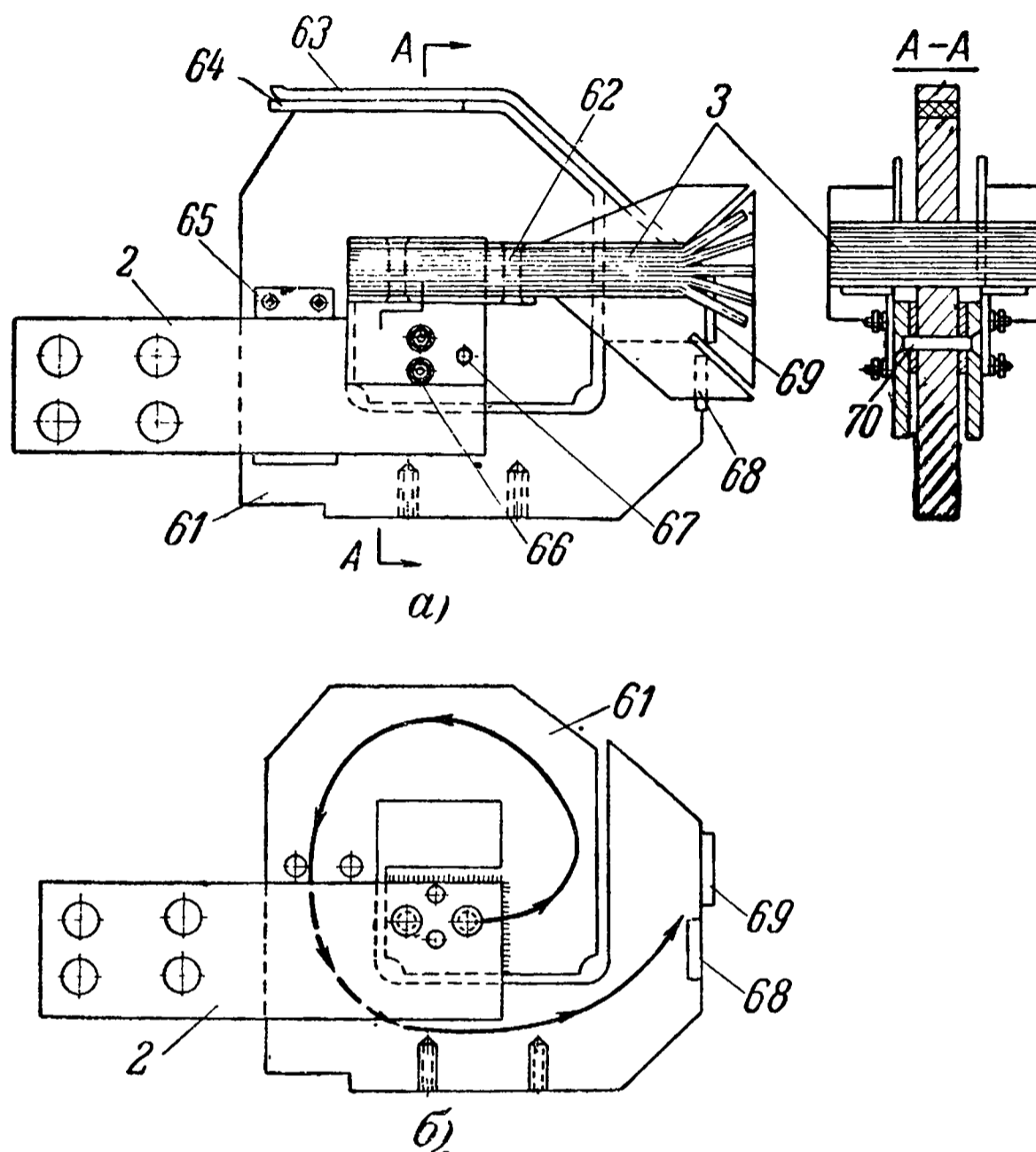


Рис. 12. Узел неподвижного контакта.

а — в сборе; *б* — направление тока в плите. 61 — плита; 62 — заклепки; 63 — дугогасительный рог; 64 — асбоцементная прокладка; 65 — миканитовая изоляция; 66 — стяжные болты; 67 — регулировочный винт; 68 — рабочий контакт; 69 — дугогасительный контакт.

искры. Нельзя оставлять в эксплуатации выключатели с такими недостатками, так как они могут привести к полному разрушению мест сопряжений.

Предотвратить описанное опасное явление можно, установив гибкие перемычки 60 между осью 58 и шиной подвижного контакта 21.

Второй недостаток конструкции заключается в следующем. Стопорный болт 59 упирается непосредственно в посеребренную поверхность оси и, как правило,

сминает ее. На поверхности оси получают значительные задиры, ось при ее выемке заклинивается и приходит в негодность.

Для предотвращения смятия оси стопорным болтом необходимо в предварительно намеченном месте поверхности оси рассверлить небольшое гнездо. Кромки стопорного гнезда надо закруглить, чтобы ось свободно входила в отверстие контактного бруса. Ось нужно стопорить при точном попадании стопорного винта в гнездо оси.

Механические связи подвижного контакта с другими узлами выключателя показаны на рис. 13, 14 и описаны совместно с переключающим механизмом (§ 6).

Неподвижный контакт является также основным элементом главного магнитного дутья. Его массивная медная плита 61 (рис. 12) выполнена в виде витка, в отверстие которого вставляются полюсы 3 магнитного дутья. Там, где полюсы магнитного дутья заходят в плиту, их плоскости должны быть плотно прижаты. В области главных контактов полюса магнитного дутья должны располагаться на одинаковом расстоянии от контактов, причем расстояние между ними желательно сделать минимальным, но таким, при котором обеспечивается свободное перемещение дугогасительной камеры.

Прорезь в плите неподвижного контакта (рис. 12,б) должна быть чистой. В противном случае виток основного магнитного дутья, образованный прорезью (благодаря чему ток от соединительной шины 2 направлен к контактам 69 и 68, как показано стрелкой), будет зашунтирован.

Весь узел неподвижного контакта укреплен на корпусе выключателя при помощи высоковольтных изоляторов, которые периодически должны испытываться повышенным напряжением.

Миканитовую изоляцию 65 достаточно проверять внешним осмотром.

6. ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЙ МЕХАНИЗМ

Процесс включения выключателя. Для включения выключателя в держащую катушку подается усиленный импульс порядка 40—50 а. При этом электромагнитные

силы преодолевают тяжёлые пружины и прижимают якорь к плоскостям магнитопровода. Главные пружины 20, а также пружины контактного давления 74 получают некоторое напряжение, и толкатели 73 отходят от упоров на подвижном контакте (рис. 13). Пружину контактного давления стремятся повернуть подвижный контакт 21 вокруг оси 7 в положение «включено».

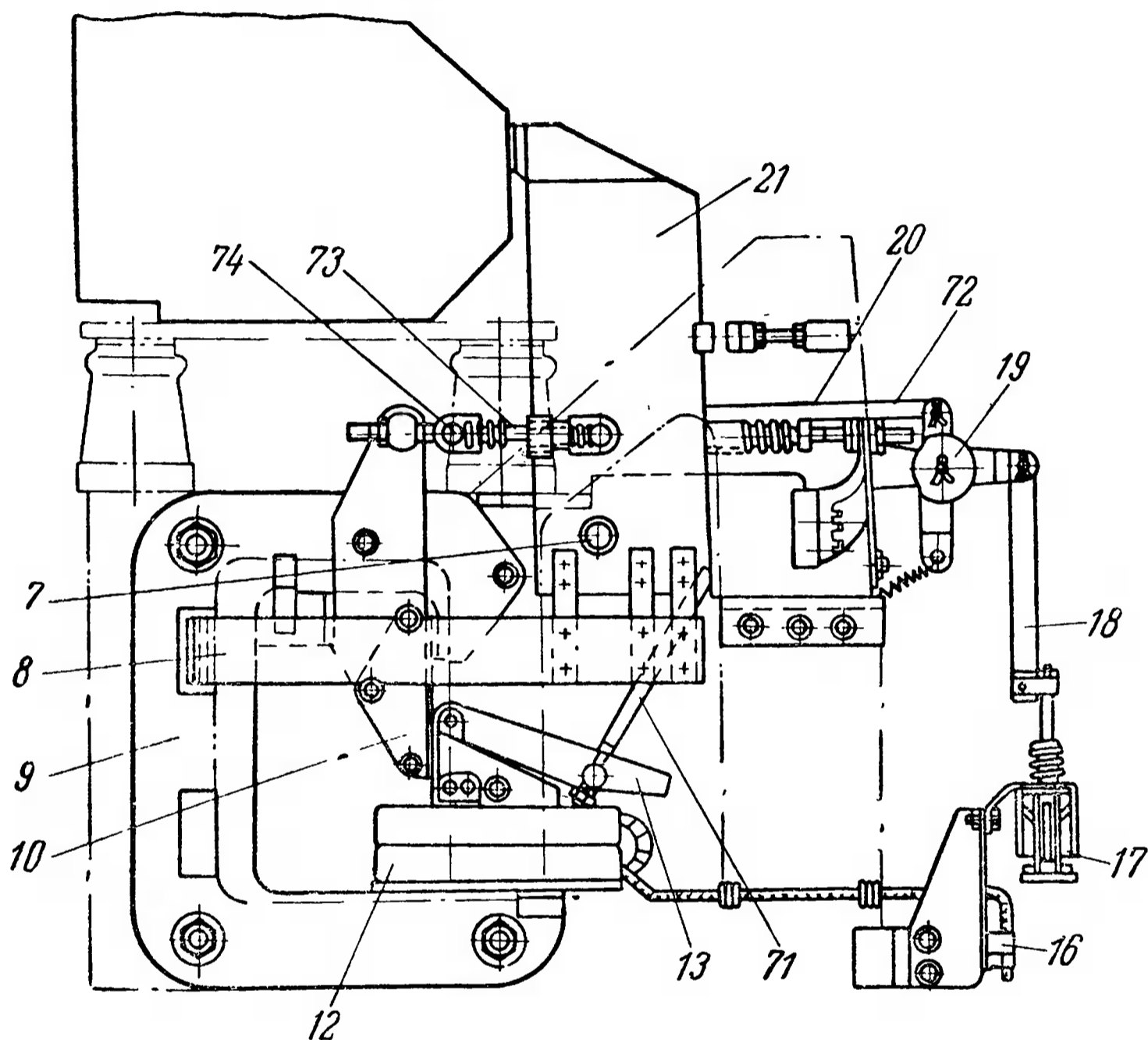


Рис. 13. Переключающий механизм выключателя типа ВАБ-28-3000/30-к.

71 и 72 — тяги; 73 — толкатель; 74 — пружины контактного давления.

Якорь свободного расцепления 13 плотно прижмется к скошенному торцу магнитопровода и через тягу 71 надавит на подвижный контакт навстречу силе пружин контактного давления. Сила якоря свободного расцепления в момент подачи усиленного импульса тока превосходит силу пружин контактного давления. Поэтому при переходе основного якоря 10 в положение «включено» подвижные контакты совершат лишь незначи-

тельный поворот в сторону неподвижного контакта — поворот, обусловленный движением тяги 71 независимо от положения якоря 13, т. е. от заданной регулировки.

Регулировка свободного расцепления должна быть такой, чтобы в момент, когда якорь свободного расцепления плотно прижат к скошенному торцу среднего сердечника, главные контакты не смогли сомкнуться.

При уменьшении тока держащей катушки от 50 до 1 а (тока удержания) распределение сил будет сле-

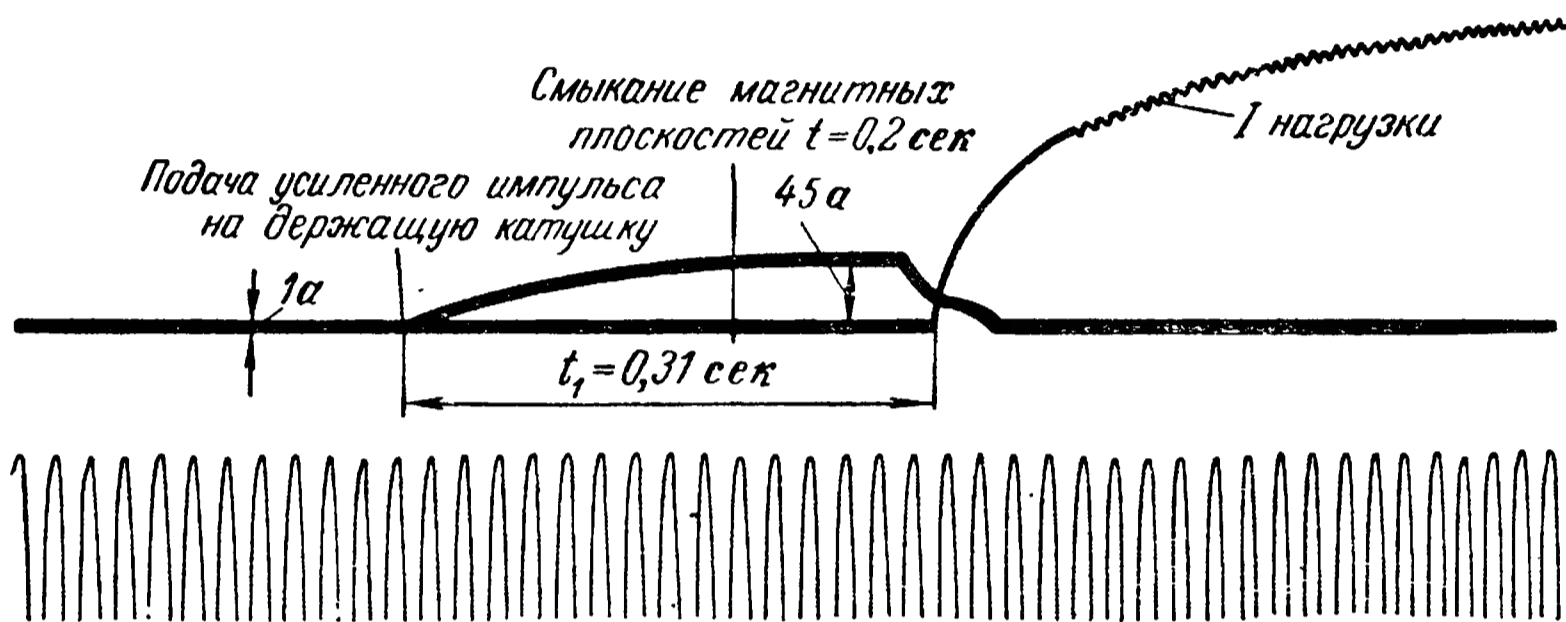


Рис. 14. Осциллограмма изменения тока в держащей катушке при включении.

дующее: сила, удерживающая основной якорь во включенном положении, будет на 40—50 кГ больше силы пружины, которая стремится перевести якорь в отключенное положение. Сила, удерживающая якорь свободного расцепления в положении, притянутом к скошенному торцу магнитопровода, станет меньше силы пружин 74 контактного давления, действующей на подвижный контакт против сил якоря свободного расцепления. Главные контакты сомкнутся.

Как было сказано выше (§ 4), при смыкании главных контактов сначала смыкаются дугогасительные, а затем, после того как на дугогасительных контактах создастся прожим 2—3 мм, рабочие контакты. Пружины на подвижном дугогасительном контакте обеспечивают безударное смыкание без вибрации. При смыкании контактов упор на подвижном контакте не дойдет до толкателя 73 на 1,4—2 мм (на рис. 13 не видно).

Процесс включения выключателя в соответствии

с изменением тока в держащей катушке показан на осциллограмме рис. 14.

Процесс отключения выключателя. При отключении выключателя создаются условия для уничтожения удерживающей силы держащей катушки, в результате чего пружины переводят якорь в положение «отключено». При этом толкатели ударяют в упоры подвижного контакта и отбрасывают его в отключенное положение. В положении «отключено» подвижные контакты должны быть плотно зажаты между толкателями и задним упором.

Средства улучшения работы переключающего механизма. Являющаяся обязательной последовательность взаимодействия узлов при включении и отключении на практике не всегда выдерживается.

На выключателях выпуска до 1962 г. силы пружин толкателя отрывали якорь свободного расцепления в момент, когда держащая катушка еще получает усиленный импульс, из-за чего главные контакты смыкались до снятия включающего импульса.

Кроме того, часто при включении наблюдалось, что подвижные контакты ударялись о неподвижные, а затем отходили от них на небольшое расстояние, создавая внешнюю видимость правильной работы свободного расцепления. Между тем такая работа свободного расцепления недопустима, так как при включении на нагрузку возможно сваривание главных контактов. Для предотвращения этого явления достаточно у выключателей с одной парой главных контактов сделать устройство регулировки магнитного потока свободного расцепления.

Действие устройства (рис. 15) состоит в том, что сила, приложенная к якорю свободного расцепления, относится на большее плечо, чем создается большее усилие якоря на подвижной контакт. Поэтому пружины 74 уже не в состоянии оторвать якорь от скошенного торца магнитопровода, до тех пор пока не будет снят включающий импульс. Устройство состоит из стального бруса 77 размером $380 \times 30 \times 15$, который на стойках 78 крепится к раме против края якоря свободного расцепления. Вытянутые отверстия в стойках позволяют изменять расстояние от бруса до якоря свободного расцепления.

Для выключателей с двумя парами главных контактов одного такого устройства оказалось недостаточным, так как четыре пружины контактного давления пересиливали усилия якоря свободного расцепления. Создавались удары и отскоки контактов при

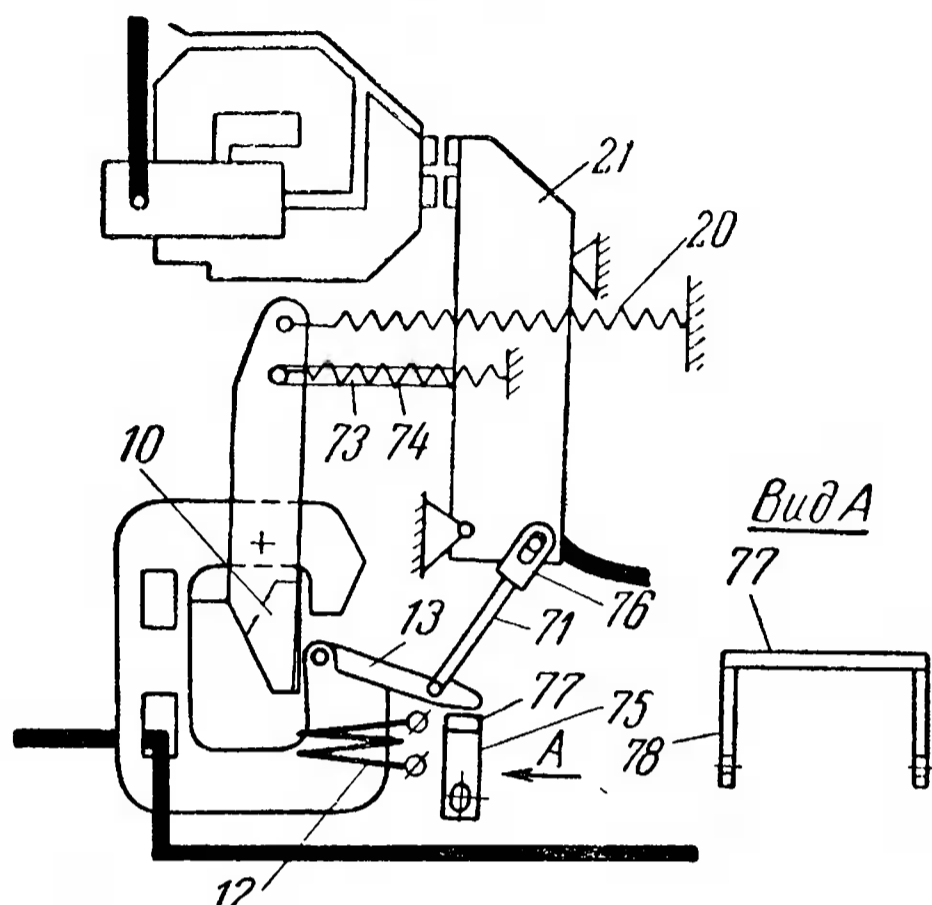


Рис. 15. Схема переключающего механизма одноконтактного выключателя с элементами, улучшающими работу механизма свободного расцепления.

75 — устройство для регулировки действия магнитного потока держащей катушки 12 на якорь свободного расцепления 13; 76 — фасонная гайка тяги свободного расцепления с вытянутым отверстием; 77 — брус; 78 — стойки.

команде «включить». Для этих выключателей дополнительно к устройству (рис. 15), регулирующему магнитный поток свободного расцепления, потребовалось изменить схему питания держащей катушки (рис. 16).

Изменение схемы питания держащей катушки ДК заключается в том, что последовательно соединенные секции ДК (рис. 16,а) распаивают и все четыре конца выводят на щиток коммутатора. На время включения выключателя секции катушки включаются параллельно (рис. 16,б), а после снятия включающего импульса оказываются соединенными последовательно. Такая схема позволяет в момент включения создать более мощный магнитный поток, который способен более четко включить выключатель с обеспечением необходимой

последовательности работы переключающего механизма.

Удерживающие усилия держащей катушки после окончания процесса включения сохраняются такими же, как и в заводской схеме.

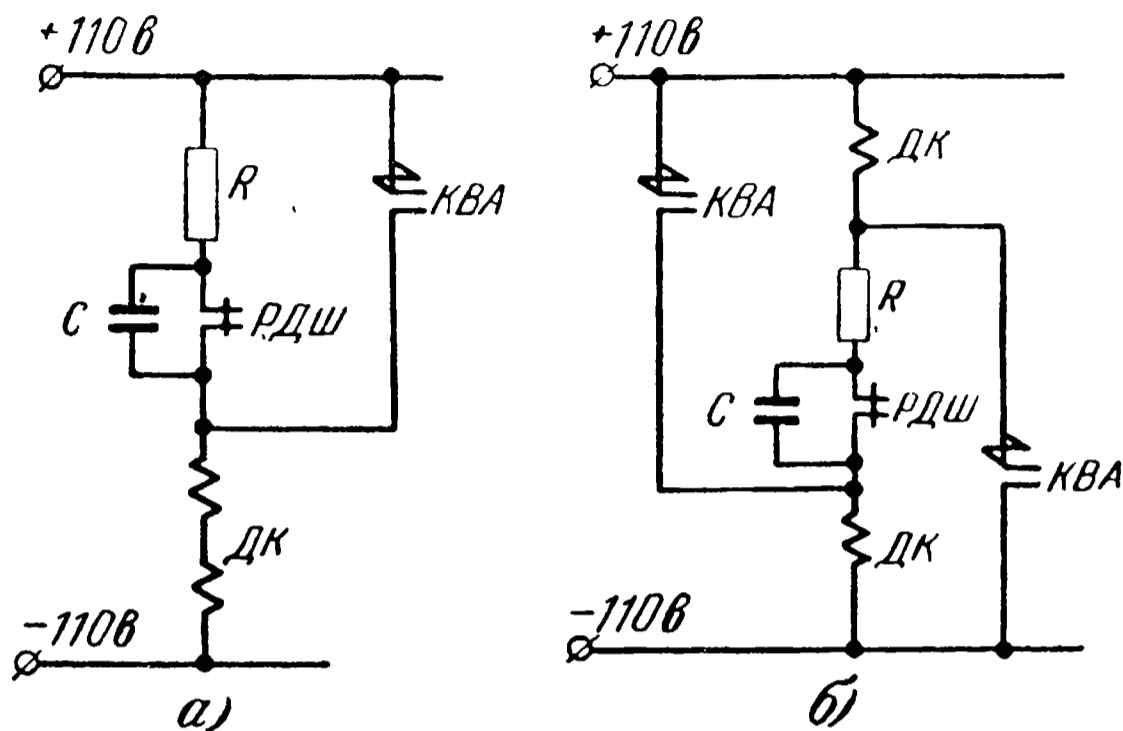


Рис. 16. Изменение схемы питания держащей катушки.

а — заводская схема; *б* — измененная схема.
R — сопротивление 100 ом; *C* — емкость 0,25 мкф; *ДК* — секции держащей катушки; *КВА* — контактор включения.

Форма якоря свободного расцепления в последних выпусках выключателей изменена. Плоскость прилегания якоря выполнена профилированной, благодаря чему основной магнитный поток проходит по той части якоря свободного расцепления, которая дальше отстоит от оси его поворота. При такой форме якоря увеличиваются его усилия на подвижный контакт аналогично работе свободного расцепления с устройством, регулирующим магнитный поток (см. выше пояснения к рис. 15), и в последнем нет необходимости.

Предотвращение поломки шпильки на подвижном контакте. Выключатели первых выпусков с одним рабочим контактом имеют еще одну ненормальность в работе свободного расцепления. Она заключается в том, что тяга свободного расцепления 71 жестко связана со шпилькой на подвижном контакте. Поэтому удар от подвижного контакта передается на шпильку, и она часто выходит из строя.

Для предотвращения поломки необходимо отверстие в фасонной гайке 76 тяги свободного расцепления сделать вытянутым (рис. 15).

Оценку правильности работы свободного расцепления необходимо производить следующим способом:

- а) между разомкнутыми главными контактами заложить полоску чистой белой бумаги;
- б) подать включающий импульс на ДК;
- в) вынуть бумагу;
- г) снять включающий импульс тока с ДК.

Наличие или отсутствие следа удара на бумаге определяет правильность работы свободного расцепления. Если отпечатка удара контактов на бумаге нет, значит, свободное расцепление работает правильно; если отпечаток есть, свободное расцепление работает неправильно и его следует регулировать.

Замер величины зазора свободного расцепления. Чтобы измерить величину зазора, надо подать включающий импульс тока на ДК уже включенного выключателя и замерить величину, на которую отойдет подвижной контакт от неподвижного. Величина зазора не должна быть менее 2 мм по всему расстоянию между рабочими и дугогасительными контактами.

При выполнении приведенных выше требований по улучшению работы свободного расцепления необходимая величина зазора между контактами при команде «включить» легко устанавливается изменением длины тяги свободного расцепления.

Предупреждение. Проверая работу свободного расцепления необходимо помнить, что ДК рассчитана на кратковременный включающий импульс и держать ее в таком режиме нельзя более 3—4 сек. Однако даже при таких импульсах могут сгореть предохранители цепи управления. Для предотвращения сгорания предохранителей последние на время проверки работы свободного расцепления лучше заменить на более мощные.

Пружины. Важными элементами переключающего механизма являются главные пружины и пружины контактного давления.

Тяжение каждой главной пружины должно быть установлено в пределах 150—180 кг.

Тяжение пружин контактного давления устанавли-

вают такой величины, чтобы между рабочими контактами обеспечивалось давление 20—25 кг.

Тяжение пружин необходимо проверять не реже 1 раза в 6 мес. Такая проверка позволяет не только убедиться в постоянстве характеристик пружин, но контролировать состояние механических связей подвижных

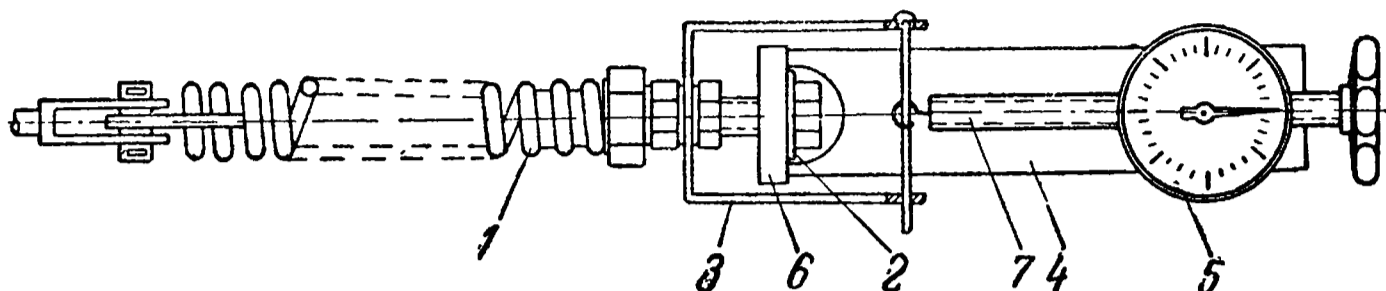


Рис. 17. Замер тяжения главных пружин.

1 — главная пружина; 2 — шайба; 3 — скоба; 4 — основание динамометра; 5 — динамометр; 6 — пружинодержатель; 7 — главный винт динамометра.

и неподвижных узлов выключателя и положение самих пружин.

Замер тяжения главных пружин производится при помощи динамометра, имеющего верхний предел измерения 200—250 кг. Основание динамометра 4 скрепляется со шпилькой пружины 1 при помощи специальной скобы 3 и упирается в пружинодержатель (рис. 17).

Отсчет величины тяжения пружин определяется в момент освобождения шайбы 2.

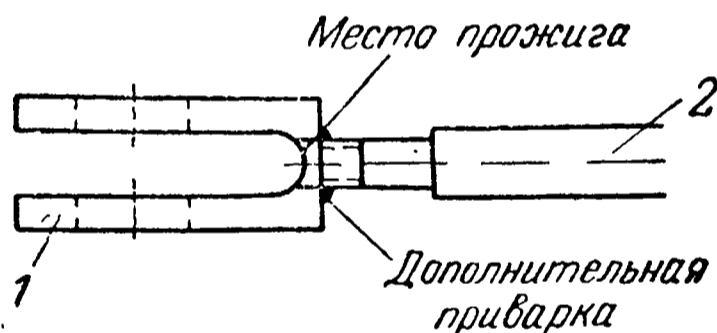


Рис. 18. Усиление креплений главной пружины.

1 — серьга; 2 — шпилька.

Повышение качества крепления главных пружин. Заводская конструкция крепления главных пружин оказалась практически недостаточно надежной. Во-первых, даже при незначительном количестве включений на некоторых выключателях наблюдались сворачивания главных пружин с крепящих гаек или значительный выход из гнезд серег. Во-вторых, при приварке крепления шпилек 2 пружины к внутренней части серьги 1 (рис. 18) наблюдаются прожиги серег, в результате чего сварка не в состоянии выдержать воздействий пружин при переключении выключателя.

Первый недостаток является конструктивным. Наиболее простой способ его устранения — приварка нерабочих витков пружины к гайке и серьге. Приварку не-

обходимо производить тонким электродом, чтобы рабочие витки ни в коей мере не могли потерять своих свойств.

Второй недостаток является результатом некачественной технологии сварки и относится только к ограниченному числу выключателей. Устранить его можно, дополнительно приварив шпильки к серьге с наружной стороны (рис. 18). Усиливать крепление необязательно на выключателях, где наружным осмотром можно убедиться в достаточно хорошем качестве заводской сварки.

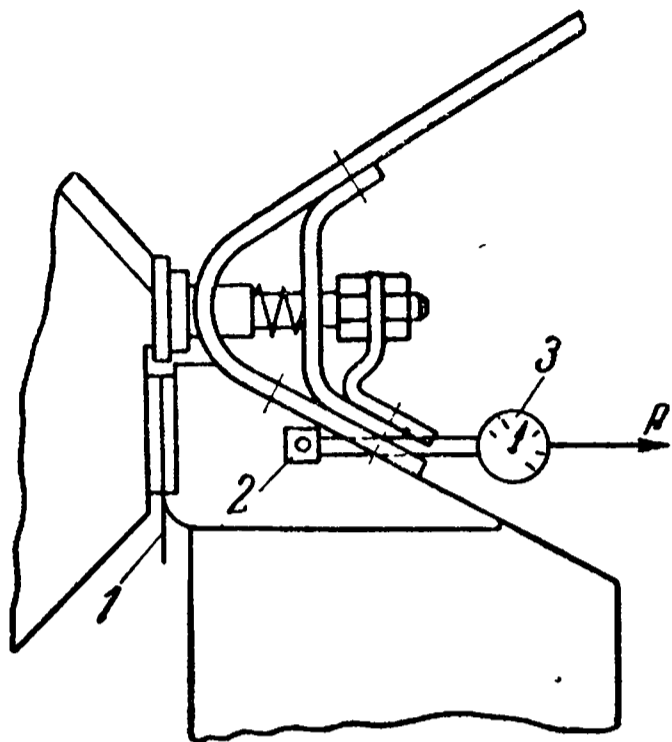


Рис. 19. Замер давления главных контактов.

1 — полоска бумаги; 2 — зажим; 3 — динамометр. P — приложенная сила.

Контроль давления между контактами и измерение тяжения пружин контактного давления. Сила P прикладывается к динамометру, как показано на рис. 19. Показания отсчитывают в момент освобождения полоски бумаги.

Регулировка тяжения пружин контактного давления производится совместно с регулировкой зазора между толкателем и упором на подвижном контакте. Как указывалось выше, этот зазор должен быть в пределах 1,4—2 мм. Проверять зазор необходимо не реже 1 раза в месяц.

Необходимость тщательной проверки зазора между толкателем и упором объясняется следующим.

Если зазор будет меньше указанной величины, то при незначительных нарушениях механических связей выключателя, например при смещении якоря в щеках, подвижный контакт может прийти своим упором до толкателей раньше, чем замкнутся рабочие контакты. Эта ненормальность может привести к свариванию контактов.

Максимальная величина зазора 2 мм является оптимальной. При зазоре 2 мм обеспечивается необходимая сила удара толкателей о подвижный контакт при

отключении. Зазор 2 мм между толкателем и упором определяет путь, который должен пройти якорь после обесточивания ДК и, набрав нужную скорость движения, обеспечить требуемую силу удара о подвижный контакт.

Крепление пружин контактного давления требует особого внимания к затяжке гаек штока толкателя, так как при большом количестве переключений гайки могут отвернуться.

7. КОММУТАТОР

Коммутатор (рис. 20) состоит из набора контактов и служит для связи выключателя со схемами управления и сигнализации. В качестве коммутатора при-

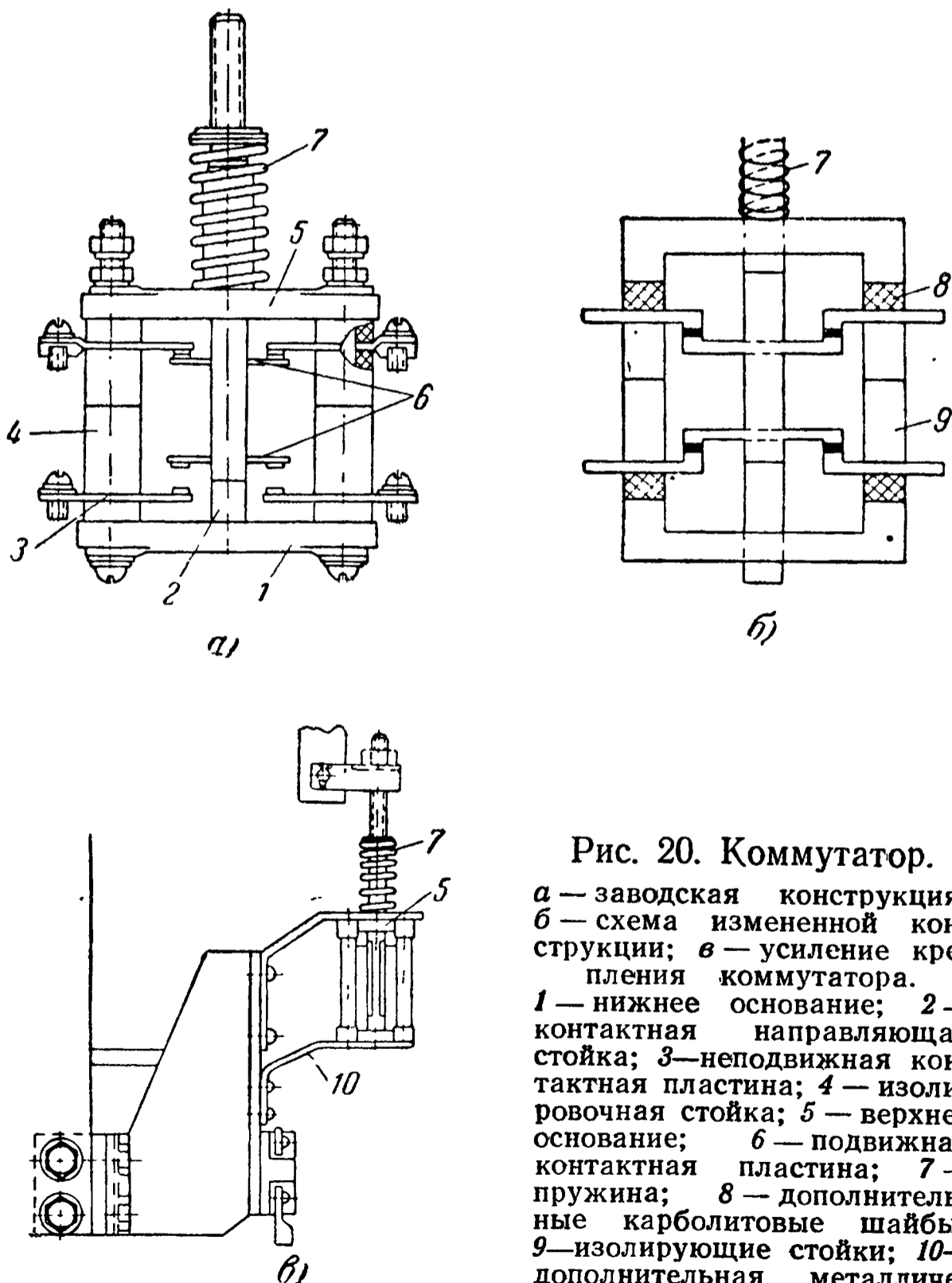


Рис. 20. Коммутатор.

а — заводская конструкция;
б — схема измененной конструкции; *в* — усиление крепления коммутатора.
 1 — нижнее основание; 2 — контактная направляющая стойка; 3 — неподвижная контактная пластина; 4 — изоляционная стойка; 5 — верхнее основание; 6 — подвижная контактная пластина; 7 — пружина; 8 — дополнительные карболитовые шайбы; 9 — изолирующие стойки; 10 — дополнительная металлическая пластина.

менен контактный переключатель типа УБК-2. Механическое соединение коммутатора с подвижной системой выключателя осуществляется при помощи стальной тяги таким образом, что при отключении выключателя движение его подвижной системы происходит независимо от движения подвижной части коммутатора. При размыкании и замыкании блок-контактов обе наклепки любой из подвижных пластин 6 должны одновременно отходить от неподвижных пластин 3 и одновременно соприкасаться с ними. Прожим замкнутых контактов коммутатора должен быть не менее 3 мм; зазор между разомкнутыми контактами не менее 4 мм.

Особое внимание следует обращать на то, чтобы подвижная часть коммутатора не доходила до верхнего основания 5 при включении и до нижнего основания 1 при отключении на величину не менее 2—3 мм. В противном случае неизбежны поломки коммутатора.

Практика показывает, что конструктивно заданный поворот коленчатого рычага коммутатора при переключениях выключателя не способен обеспечить правильной работы коммутатора. Поворот коленчатого рычага недостаточен, и если удастся отрегулировать четкую работу размыкающих контактов, то замыкающие контакты не будут четко работать, и наоборот: при четкой работе замыкающих контактов плохо будут работать размыкающие.

Изменение конструкции коммутатора. Для обеспечения правильной работы коммутатора необходимо несколько изменить его конструкцию (рис. 20,б). Неподвижные пластины 3 приближаются на такое расстояние, что при нейтральном положении подвижной части все контакты как замыкающие, так и размыкающие оказываются замкнутыми, но без каких-либо прожимов. Можно допустить некоторый, очень малый момент одновременного смыкания замыкающих и размыкающих контактов. При такой конструкции максимально используется поворот коленчатого рычага и работа контактов коммутатора улучшается.

В настоящее время завод-изготовитель произвел пересчет плеч коленчатого рычага. Выключатели после-

дующих выпусков не должны иметь указанных недостатков.

Усиление крепления коммутатора. На рис. 20,в показано одно из дополнительных усилений крепления коммутатора, заключающееся в том, что внизу коммутатора устанавливается дополнительная пластина 10. Кроме этого, необходимо дополнительной пластиной усиливать скобу под коленчатым рычагом коммутатора. Необходимость такого усиления продиктована неоднократными случаями поломки коммутаторов из-за недостаточной механической прочности узлов крепления.

8. РЕЛЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ШУНТ

Роль максимального реле — датчика отключения для линейных выключателей выполняет реле дифференциальный шунт РДШ, имеющее два исполнения по

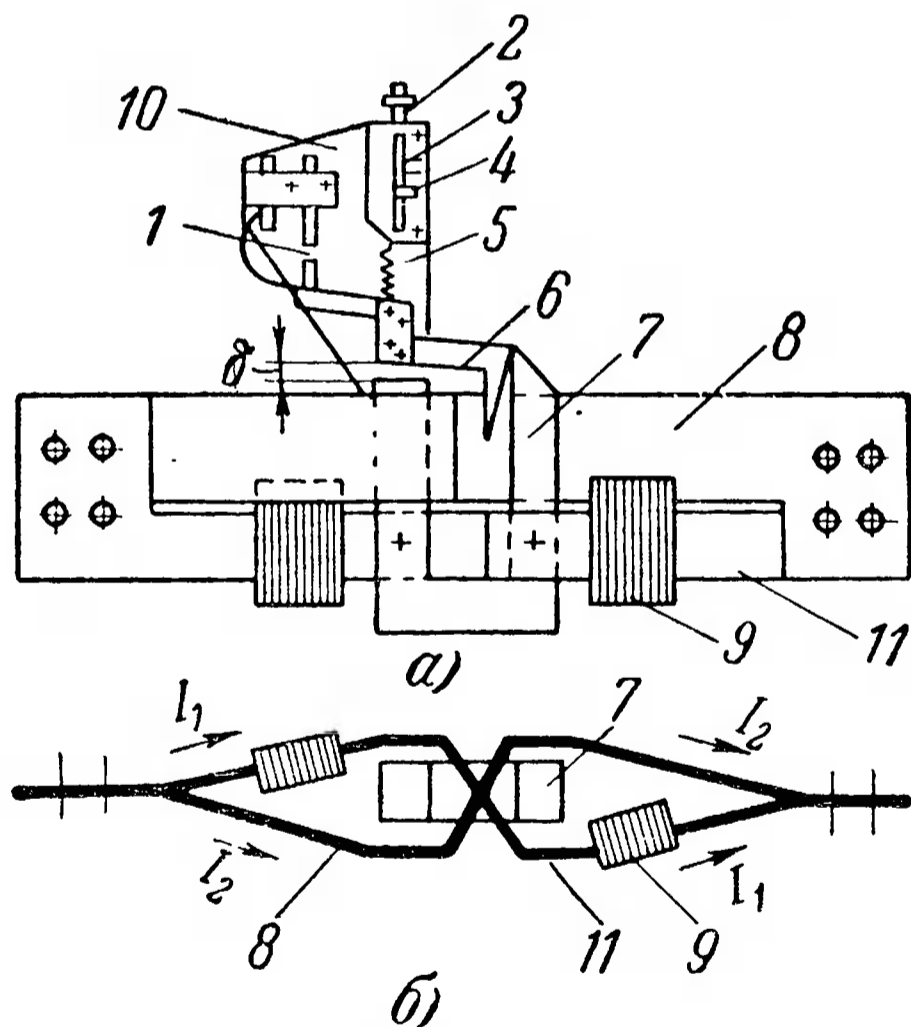


Рис. 21. Реле дифференциальный шунт.

1 — подвижный контакт; 2 — гайка; 3 — шкала уставок реле; 4 — указатель величины уставки; 5 — пружина; 6 — якорь реле; 7 — магнитопровод; 8 — шина заменяющая виток — первую обмотку реле; 9 — пакеты стальных листов; 10 — изоляционная стойка; 11 — шина, заменяющая виток — вторую обмотку реле.

номинальному току: на 3 000 и 6 000 а. Пределы регулировки реле приведены выше в табл. 1.

Принцип действия реле РДШ иллюстрирует схематический рис. 21. Ток нагрузки I делится на две части I_1 и I_2 , проходя по шинам 8 и 11, играющим роль обмоток реле. Сечения шин 8 и 11 различны, поэтому величины токов в них различны. На рис. 21,б ясно видно, что токи I_1 и I_2 создают в магнитопроводе 9 встречные магнитные потоки, благодаря чему результирующий поток определяется разностью токов. Чем больше ток нагрузки I , тем больше разность токов $I_1 - I_2$. Принципиально реле РДШ действует как дифференциальное реле, у которого магнитный поток создается разностью токов.

На шину 11 надеты пакеты стальных листов, на шине 8 стальных пакетов нет. При нормальной нагрузке линии, меняющейся сравнительно плавно, стальные пакеты практически не оказывают влияния на распределение токов. При коротком замыкании, когда токи нарастают с огромной скоростью, индуктивность стальных

Таблица 3

Скорость нарастания тока, а/сек	Установившийся ток короткого замыкания, а	Уставка РДШ, а	Количество стали в пакете, %	Максимальный ток отключения, а	Полное время отключения, мсек
45 000	7 340	10 000	50	Не отключается	—
45 000	7 340	8 000	50	То же	—
45 000	7 340	9 000	50	" "	—
45 000	7 340	10 000	100	5 400	167
45 000	7 340	6 520	70	3 700	95
200 000	14 000	6 520	70	6 200	43
200 000	14 000	10 000	50	8 000	60

пакетов создает перераспределение токов в шинах 8 и 11. Чем больше скорость нарастания тока в защищаемой цепи, тем большая часть его проходит по витку без стали и меньшая по витку со сталью. При больших скоростях разность токов в ветвях реле РДШ увеличивается быстрее, что приводит к снижению суммарной величины тока, при котором срабатывает реле РДШ.

Результаты испытаний выключателей током короткого замыкания при различных скоростях нарастания тока короткого замыкания для разных уставок реле РДШ и при разном количестве стальных пластин в пакете приведены в табл. 3.

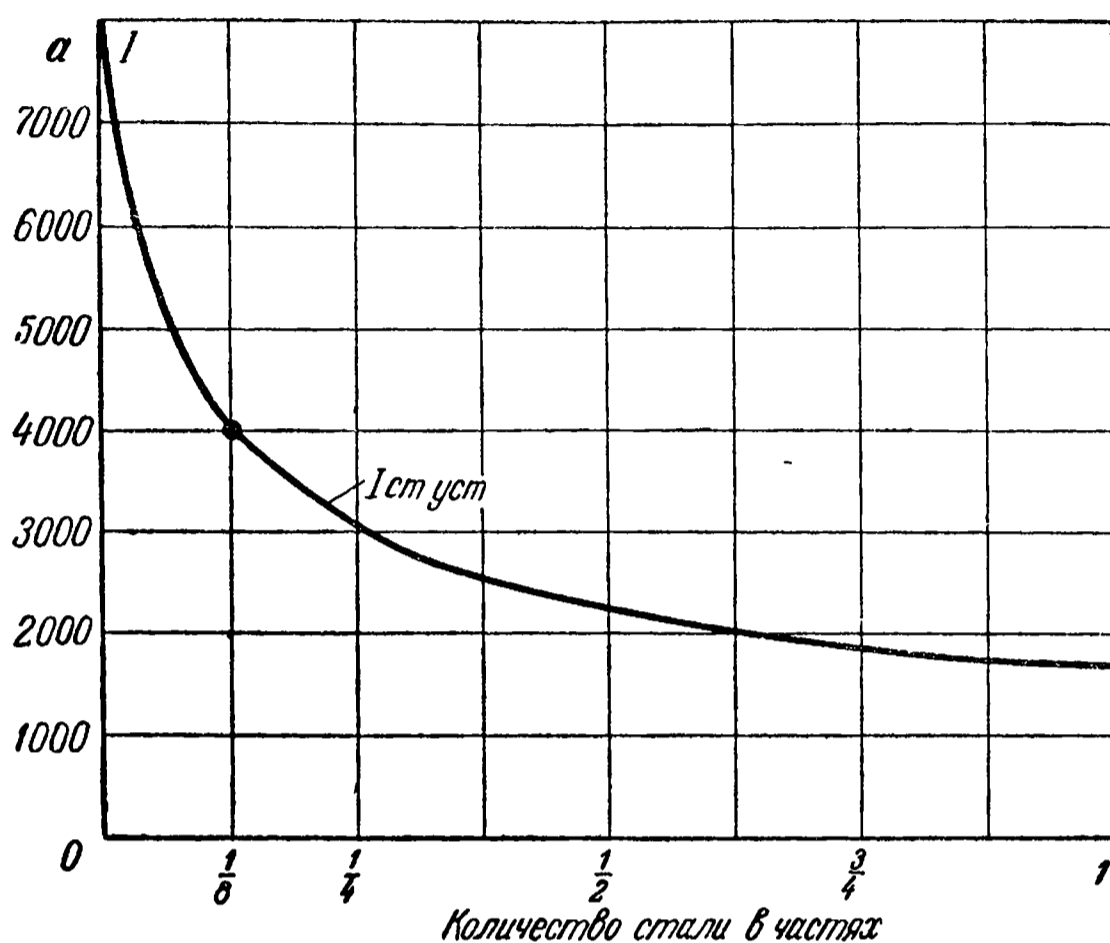


Рис. 22. Изменение тока динамической установки реле РДШ в зависимости от количества стали при скорости нарастания 400 000 а/сек.

$I_{ст.уст}$ — ток статической установки.

Из табл. 3 видно, насколько сильно влияет количество стали в пакетах реле РДШ на ток и время отключения выключателя.

Выбор величины стальных пакетов. При больших скоростях нарастания рабочих токов, в частности на электрифицированном транспорте, выключатель может отключаться при токе, значительно меньшем его уставки. Такие отключения, не вызываемые необходимостью, нарушают нормальное электроснабжение сети. В этих случаях рекомендуется снять часть стальных пластин, уменьшив таким способом влияние индуктивности на ток отключения.

Однако снимать сталь с пакетов можно только при знании скоростей нарастания рабочих токов и при правильной оценке величины индуктивности реле РДШ.

Из рис. 22 видно, что для скорости 400 000 а/сек изменять количество стали до величины, меньшей его

$\frac{1}{8}$ части, нельзя. При количестве стали, равном $\frac{1}{8}$ его общего количества, при скоростях 400 000 а/сек динамическая и статическая уставки становятся равными.

Статической уставкой называется ток, при котором происходит отключение выключателя в случае, когда распределение тока по ветвям реле РДШ определяется соотношением только их омических сопротивлений. Отключение выключателя при статической его уставке имеет место при сравнительно малых скоростях нарастания тока.

Динамической уставкой называется ток срабатывания РДШ, а следовательно, и отключения выключателя, когда распределение токов по ветвям определяется не только омическим, но и индуктивным их сопротивлением.

Как нужно устанавливать реле РДШ. Реле РДШ нужно устанавливать на расстоянии не менее 1 м от выключателя, так как при более близком расстоянии могут иметь место влияния магнитного поля выключателя на магнитную систему реле, что приведет к неправильной его работе.

Кроме того, нельзя крепить реле РДШ непосредственно к выводам выключателя, так как сотрясение выключателя, особенно при его включении, создает вибрацию реле и может привести к ослаблению контактов. При малых уставках, когда нажатие контактов реле РДШ сравнительно невелико, даже небольшие сотрясения приводят к расхождению его контактов и срывают включение.

Регулировка реле РДШ по току производится часто отдельно от выключателя и даже не на рабочем месте. Уставка задается на специальном стенде, оборудованном многоамперным источником постоянного тока. Затем реле устанавливается в схему выключателя. При таком порядке, когда после регулировки реле РДШ подвергается перевозке и переошиновке, необходимо помнить, что положение реле при регулировке по току должно точно соответствовать его рабочему положению. Так, если рабочее положение реле РДШ вертикальное, то и при регулировке его также надо устанавливать вертикально. При несоблюдении этого требования фактическая уставка не будет соответствовать заданной.

Перевозка реле РДШ. Реле должно быть хорошо укреплено на специальных стойках, чтобы не сбить заданную уставку. Уставка может нарушиться при деформации пружины реле или при ее каком-либо механическом повреждении, а также при загрязнении места соприкосновения подвижного якоря с его магнитной системой.

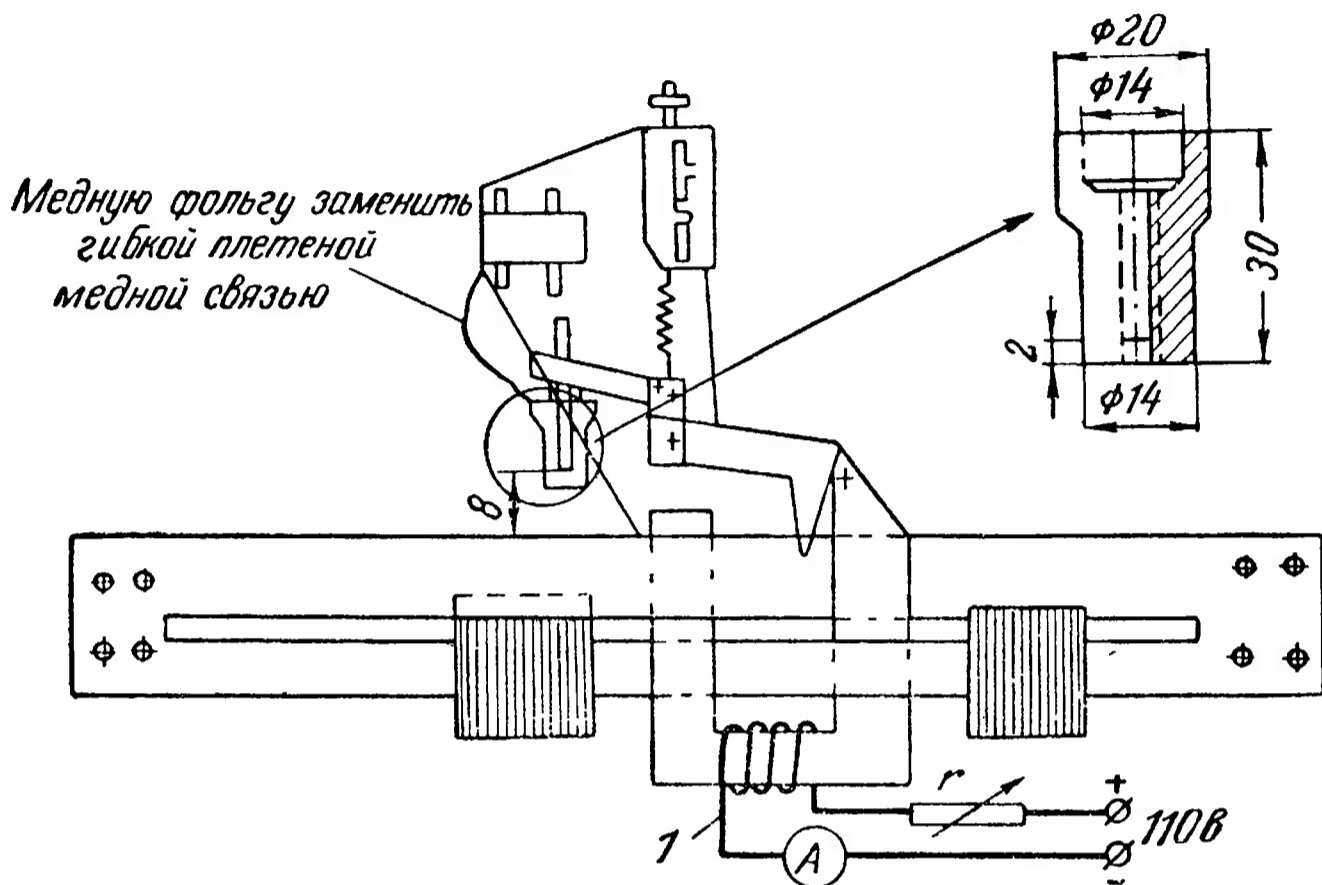


Рис. 23. Схема калибровки реле РДШ с помощью калибровочной катушки. Дополнительные элементы, увеличивающие надежность работы реле.

1 — калибровочная катушка; 2 — реостат.

Контрольные проверки реле, связанные со снятием его с рабочего места, следует свести до минимума, определяемого действительной производственной необходимостью, исходя из конкретных условий эксплуатации. Основное значение при установлении сроков контрольных проверок имеет разрыв между величинами минимального тока короткого замыкания и уставкой реле, определяемой рабочими токами защищаемой цепи.

Калибровочные катушки. На московском метрополитене для контрольных проверок без снятия с рабочего места реле снабжается специальной калибровочной катушкой из 770 витков провода диаметром 0,59 мм. Катушка наматывается на магнитопровод (рис. 23).

На специальном стенде, снабженном многоамперным двигатель-генератором, снимается калибровочная характеристика реле РДШ, которая отражает соотношение токов срабатываний реле от токов, протекающих

по основному токопроводу, и от токов, протекающих по калибровочной катушке. На рис. 24 для примера приведены кривые, определяющие эти соотношения для экземпляров реле РДШ одного типового исполнения.

Для каждого реле прилагается свой график, и после установки реле на рабочие места контрольные про-

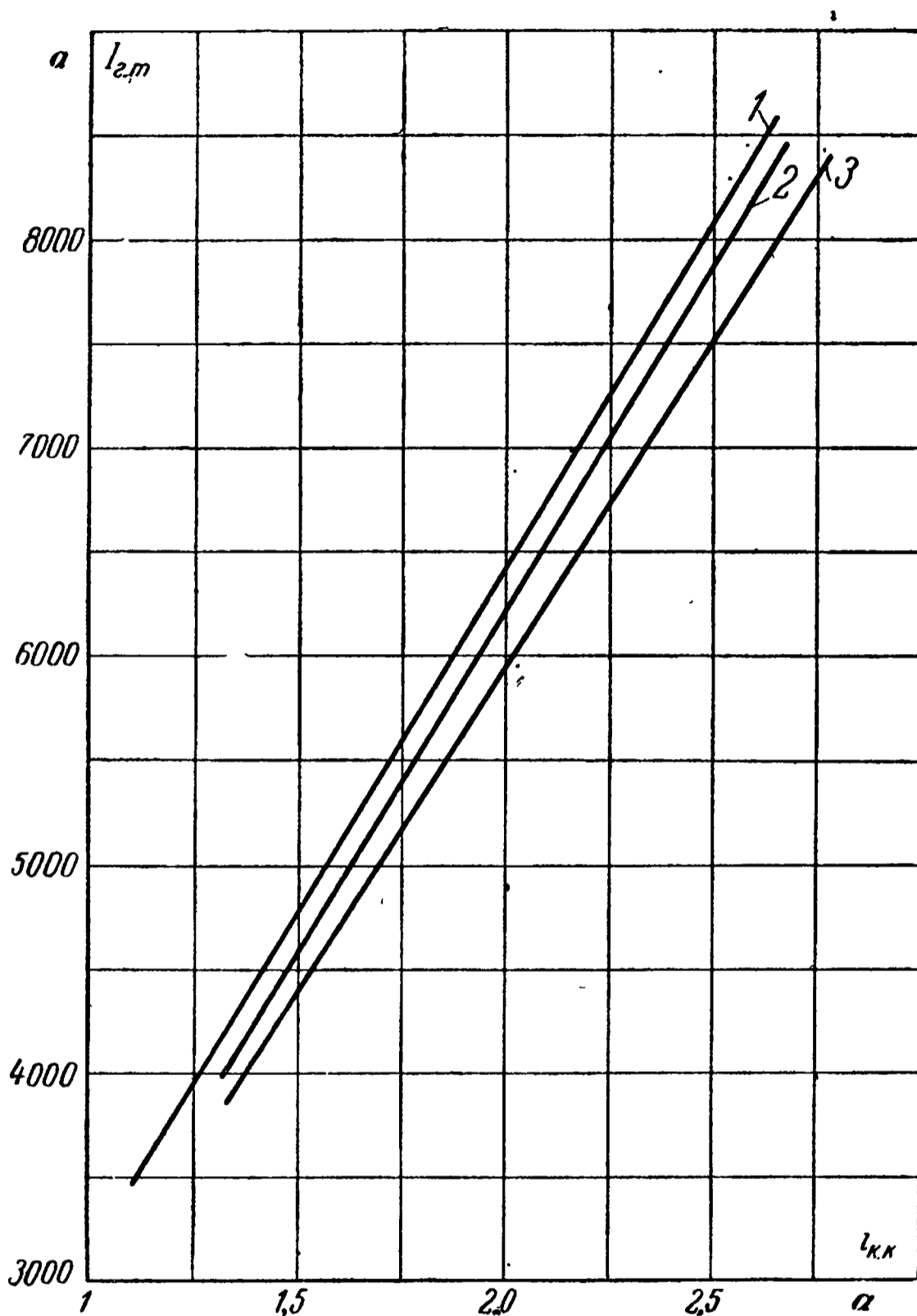


Рис. 24. Зависимость срабатывания реле РДШ от тока $I_{г.т}$ главной цепи и от тока $i_{к.к}$ калибровочной катушки.

1, 2, 3—номера различных реле одного типового исполнения.

верки производятся в соответствии с графиком. Например, установка реле 1 была задана 5 000 а. При контрольных проверках реле должно сработать при токе калибровочной катушки $i_{к.к} = 1,51$ а.

На рис. 23, кроме общего вида реле с калибровочной катушкой, показаны дополнительные элементы, увеличивающие надежность его работы.

9. ДУГОГАСИТЕЛЬНАЯ КАМЕРА

Камеры выключателей типа ВАБ-28 (рис. 25) не имеют принципиальных отличий от камер выключателей серии ВАБ-2. Дуга в камере дробится посредством

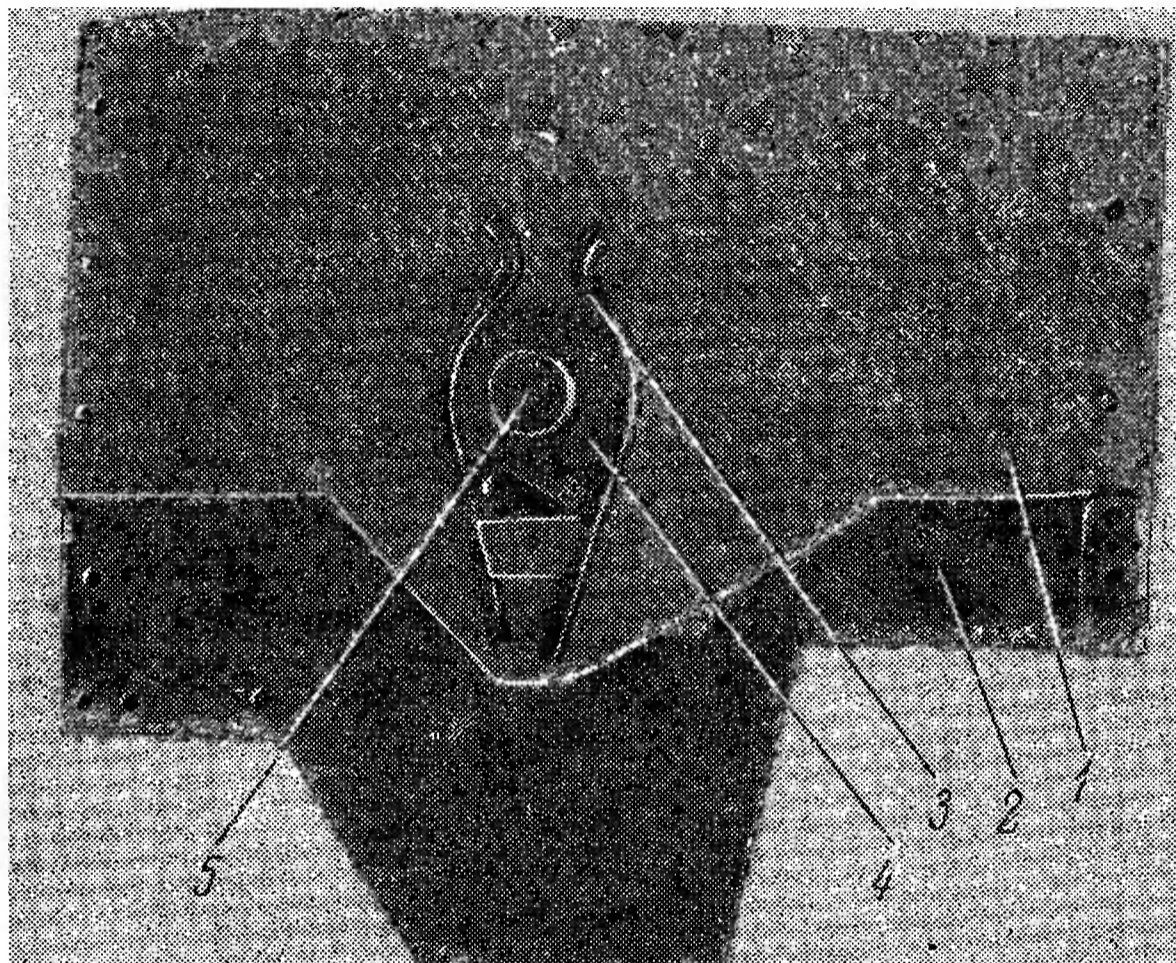


Рис. 25. Дугогасительная камера.

1 — средняя асбоцементная перегородка; 2 — боковая асбоцементная перегородка; 3 — рог дополнительного дутья; 4 — катушка дополнительного дутья; 5 — сердечник.

перегородок и при помощи дополнительного магнитного дутья удлиняется и гасится. Расстояния между перегородками камер подобраны из условий наилучшего гашения дуги и при эксплуатации их величины должны всегда соответствовать заводским чертежам.

Перед включением в работу изоляция дугогасительных камер должна быть не менее 10 Мом. Повышение изоляции камер в настоящее время производится в основном за счет обыкновенной просушки.

Если выключатель работает в помещениях с повы-

шенной влажностью, просушка камер не обеспечит сохранения их изоляционных свойств. Всесоюзным электротехническим институтом ВЭИ разработан специальный состав гидрофобной жидкости, пропитка которой позволяет сохранять высокие изоляционные свойства

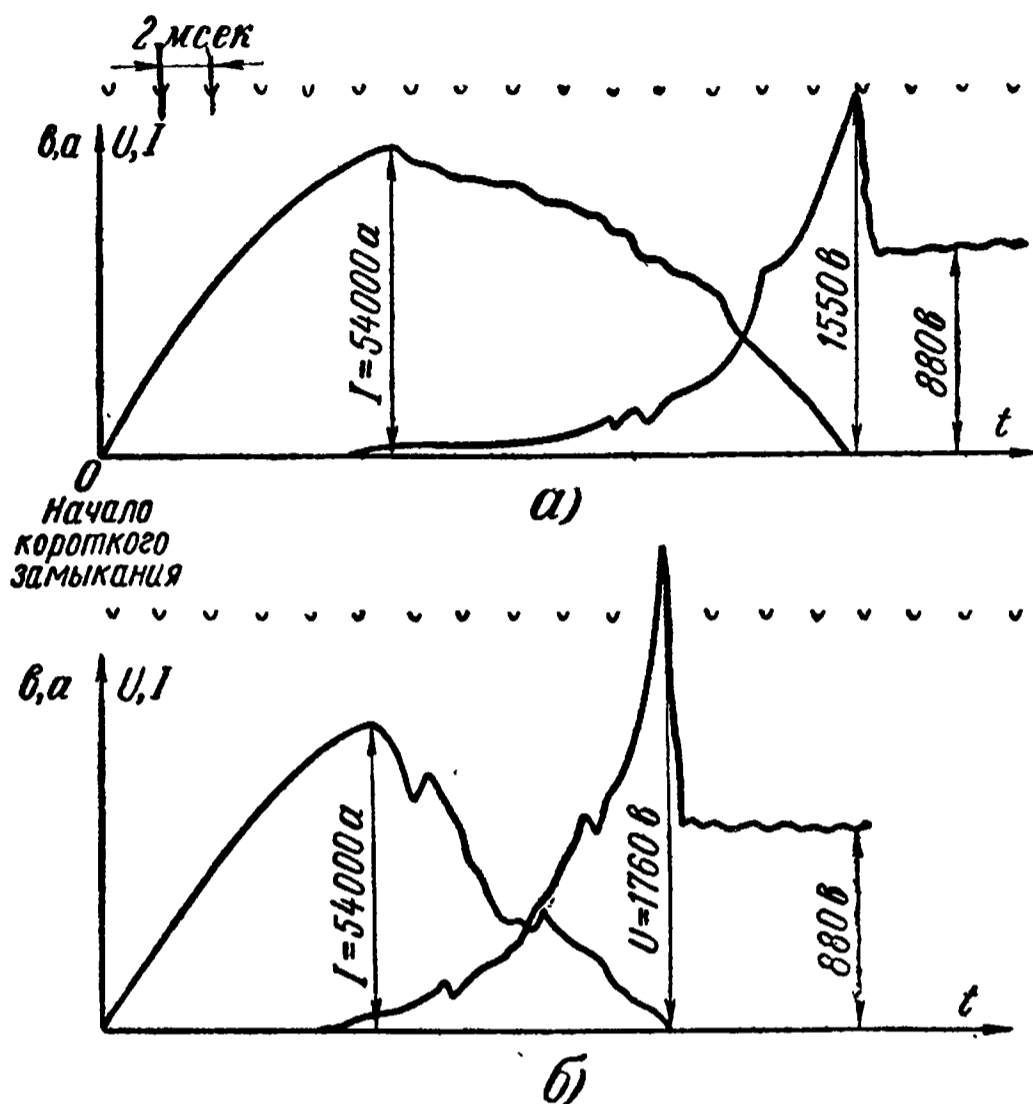


Рис. 26. Осциллограммы отключения токов короткого замыкания выключателем ВАБ-28.

а — катушка дополнительного дутья из 10 витков; б — катушка дополнительного дутья из 5 витков.

камер в условиях большой влажности. Но из-за сложной технологии изготовления гидрофобной жидкости и трудностей при пропитке этот способ не получил широкого распространения.

Внутренние поверхности камер должны быть всегда очищены от нагара, а тем более омеднений, так как все это делает камеру электропроводной.

Особое внимание уделяется креплению выводов катушки дополнительного магнитного дутья к рогам, отсутствие контакта между которыми может явиться причиной неразрыва дуги выключателем.

Катушки дополнительного магнитного дутья выполняются из медной плоской шины, причем катушки выключателей выпуска до 1962 г. состояли из 10 витков, катушки последующих выпусков имеют 5 витков.

На рис. 26 приведены две осциллограммы, показывающие характер разрыва дуги выключателем типа ВАБ-28 с различными катушками дополнительного дутья. Параметры цепи короткого замыкания и мощность источника питания для обоих случаев были совершенно одинаковы. Из осциллограмм рис. 26 видны безусловные преимущества камер с катушками из 5 витков.

10. ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Подготовка нового выключателя к эксплуатации в основном сводится к проверке соответствия заводским чертежам выполнения всех узлов и деталей выключателя. Наиболее удобно основную подготовку выключателя к эксплуатации производить не на рабочем месте, а на специальном стенде, где можно в случае необходимости не только определить наличие каких-либо отклонений в исполнении выключателя, но и устранить их.

Для проверки состояния выключателя и подготовки его к работе он освобождается от лишней смазки, устанавливается на стенд и подсоединяется к оперативным цепям управления. Проверяются все механические крепления, при этом особое внимание уделяется креплению якоря с его щеками, которое должно быть таким, при котором исключались бы какие-либо смещения якоря относительно щек (§ 4).

После проверки механических креплений необходимо произвести опробование переключений выключателя при пониженном на 20% и повышенном на 10% напряжении оперативного тока.

Если производилось усиление креплений якоря, то возможны срывы включения из-за нарушения сопряжений плоскостей якоря и магнитопровода. Необходимо путем шлифовки произвести подгонку плоскостей до такого их состояния, когда выключатель будет надежно удерживаться включенным при 80% номинального напряжения оперативного тока.

Работа свободного расцепления проверяется в порядке, изложенном в § 6.

Остальную проверку рекомендуется производить согласно акту технического состояния выключателя (см. приложение).

Если выключатель проверен на стенде, то при его установке на рабочее место достаточно проверить надежность внешних подсоединений, осмотром и замерами определить зазоры и величины, характеризующие состояние выключателя.

Периодичность осмотров и ремонтов выключателя определяется конкретными условиями его работы. Можно рекомендовать следующие виды эксплуатационного обслуживания: осмотр, межремонтное обслуживание, текущий и капитальный ремонты.

Осмотр производится не реже 1 раза в 10—15 дней, а также после пяти автоматических отключений. При осмотре проверяется нагрев главных контактов и осматриваются поверхности якоря и магнитопровода, гибкое соединение, блок-контакты, дугогасительная камера. Затем опробуются включение и отключение выключателя со щита управления.

Межремонтное обслуживание производится 1 раз в месяц.

Кроме работ, выполняемых при осмотре, проверяется крепление проводов добавочных сопротивлений, держащей катушки, рамы выключателя к изоляторам, полюсных наконечников. Тщательно очищаются все части выключателя.

Мегомметром на 2500 в проверяется взаимная изоляция различных частей выключателя: подвижного контакта, относительно неподвижного с открытой и закрытой камерой, подвижного контакта относительно земли, штока коммутатора относительно рамы выключателя, держащей катушки относительно рамы выключателя.

Измеряются зазор предпоследнего этапа включения (§ 6) и расстояние между главными контактами.

Изоляторы протираются тряпкой, смоченной в бензине.

Производится протирка всех устройств, находящихся в ячейке выключателя.

Опробуется четкость включения и отключения со щита управления. Опробуется легкость хода подвижной части реле РДШ.

Категорически запрещается: подтягивать болт главных пружин и менять положение регулировочной гайки реле РДШ.

Текущий ремонт производится 1 раз в 6 мес. Снимается дугогасительная камера и определяется степень нагрева контактов. Проверяется нажатие главных контактов.

Измеряются все зазоры, характеризующие состояние выключателя.

Проверяется сопротивление изоляции частей выключателя.

Проверяются все крепления, обращая внимание на состояние втулок осей, валиков, на исправность шплинтов.

Проверяется состояние контактных наконечников и целостность гибких соединений. Осматриваются внутренние плоскости дугогасительной камеры.

Проверяется состояние поверхностей прилегания якоря и магнитопровода.

Выключатель включается и отключается при пониженном и повышенном напряжении.

Результаты проверки заносятся в акт технического состояния выключателя (см. приложение).

Капитальный ремонт. Выключатель полностью разбирается. Дефектные и изношенные детали заменяются. Отдельные узлы модернизируются.

Вновь собранный выключатель регулируется и испытывается повышенным напряжением. Условия для ремонта выключателей у каждого предприятия различны, а потому существенно различны сроки и способы ремонта. Хорошо выполнить капитальный ремонт можно только в специализированной мастерской, оснащенной необходимым оборудованием.

Необходимость и объем капитального ремонта определяется эксплуатационным и ремонтным персоналом, который должен квалифицированно оценить пригодность выключателя к дальнейшей эксплуатации. В любой период эксплуатации работа выключателя должна соответствовать всем требованиям, перечисленным выше.

Испытание изоляции. Согласно ГОСТ 2585-57 изоляция частей выключателя должна выдерживать в течение

ние 1 мин испытание переменным током 50 гц в соответствии с табл. 4, в которой указаны эффективные значения испытательных напряжений.

Таблица 4

Части выключателя, между которыми прикладывается испытательное напряжение	Эффективное испытательное напряжение при номинальном напряжении выключателя, в		
	до 600 в включительно	825 и 1 650 в	3 300 в
Между катушками, питаемыми от цепей управления и корпусом	3 000	5 000	10 000
Между неподвижным главным контактом и корпусом			
Между блок-контактами и корпусом . . .		4 000	8 000
Между разомкнутыми главными контактами при закрытой дугогасительной камере			

ПРИЛОЖЕНИЕ

А К Т

Техническое состояние быстродействующего выключателя
типа ВАБ-28

Заводской № _____ Дата установки _____

Дата составления акта _____

№ п/п.	Измеряемые величины	Нормы и допуски	Результаты проверки
1	Тяжение главных пружин, <i>кГ</i>	150—180	
2	Давление между контактами, <i>кГ</i>	23—25	
3	Прожим искрогасительных контактов, <i>мм</i>	2—3	
4	Расстояние между контактами, <i>мм</i>	9—10	
5	Зазор в плите неподвижного контакта, <i>мм</i>	Отсутствие шунтировки	
6	Зазор между толкателями, <i>мм</i>	1,4—2	
7	Предпоследний цикл включения по копировальной бумаге	—	
8	Работа свободного расцепления	—	
9	Ток держащей катушки, <i>а</i>	0,8—1,2	
10	Сопротивление держащей катушки, <i>ом</i>	2±0,2	
11	Опробование БДВ трехкратным включением: при 120 в при 88 в	— — —	
12	Состояние гибкого соединения	—	
13	Состояние поверхности якоря	—	

№ п/п.	Измеряемые величины	Нормы и допуски	Результаты проверки				
14	<p>Сопrotивление изоляции, <i>Мом</i></p> <p>Корпус — земля</p> <p>Корпус — коммутатор</p> <table border="1" data-bbox="266 610 754 823"> <tr> <td data-bbox="266 610 754 722">Корпус — неподвижный контакт</td> <td data-bbox="754 610 1160 722">с закрытой камерой</td> </tr> <tr> <td data-bbox="266 722 754 823"></td> <td data-bbox="754 722 1160 823">с открытой камерой</td> </tr> </table> <p>Корпус — держащая катушка</p> <p>Подвижной контакт реле РДШ — шина 825 в</p> <p>Неподвижный контакт реле РДШ — шина 825 в</p>	Корпус — неподвижный контакт	с закрытой камерой		с открытой камерой	Сопrotивление изоляции должно быть не ниже 30 <i>Мом</i>	
Корпус — неподвижный контакт	с закрытой камерой						
	с открытой камерой						
15	<table border="1" data-bbox="190 1122 483 1741"> <tr> <td data-bbox="190 1122 483 1741">Испытание диэлектрической прочности</td> <td data-bbox="483 1122 1160 1741"> <p>Корпус — неподвижный контакт</p> <p>Корпус — держащая катушка</p> <p>Корпус — земля</p> <p>Корпус — неподвижный контакт с закрытой камерой</p> </td> </tr> </table>	Испытание диэлектрической прочности	<p>Корпус — неподвижный контакт</p> <p>Корпус — держащая катушка</p> <p>Корпус — земля</p> <p>Корпус — неподвижный контакт с закрытой камерой</p>	Испытательные напряжения по ГОСТ, в			
Испытание диэлектрической прочности	<p>Корпус — неподвижный контакт</p> <p>Корпус — держащая катушка</p> <p>Корпус — земля</p> <p>Корпус — неподвижный контакт с закрытой камерой</p>						

Регулировка реле РДШ

Длина от фасонной гайки реле РДШ до конца шпильки			I_1	I_2	I_3	$I_{ср}$	Разброс, %	
							+	-
16	Пределы регулирования	Регулировка						
		На подстанции						
		На стенде						

З а м е ч а н и я:

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Назначение и общие требования к быстродействующим выключателям постоянного тока	5
2. Технические данные и принцип действия выключателей типа ВАБ-28	8
3. Общие сведения о конструкции выключателей типа ВАБ-28	15
4. Электромагнитный механизм	16
5. Главные контакты	24
6. Переключающий механизм	30
7. Коммутатор	39
8. Реле дифференциальный шунт	41
9. Дугогасительная камера	47
10. Эксплуатационное обслуживание выключателей	49
Приложение	53

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ

- Венецианов Е. А., Особенности монтажа взрывозащищенного электрооборудования (Вып. 102)
- Островский А. С., Аппаратура слабого тока в силовых электроустановках (Вып. 103)
- Гомберг А. Е. и Мусаэлян Э. С., Проверки и испытания турбогенераторов в процессе монтажа. Вторичные устройства (Вып. 104)
- Лазин А. И., Короткозамыкатели и отделители (Вып. 105)
- Черняк А. А., Как читать схемы общепромышленных электроустановок (Вып. 106)
- Седаков Л. В., Конденсаторные установки (Вып. 107)
- Овчаров Ф. Ф., Типовые ремонты турбогенераторов (Вып. 108)
- Брамаров Е. А., Как сделать простейшее устройство телесигнализации и телеизмерения (Вып. 109)
- Стасюк В. Н., Монтаж тяговой сети электрифицированного промышленного транспорта (Вып. 110)
- Фридкин И. А., Эксплуатация кабельных линий 1—35 кВ (Вып. 111)
- Малкин Д. Я., Применение газоразрядных источников света (Вып. 112)
- Васильев А. А. и Симочатов Н. П., Усиление масляных выключателей 6—220 кВ (Вып. 113)
- Минин Г. П., Реактивная мощность (Вып. 114)
- Сохранский С. Т. и Хромченко Г. Е., Эпоксидные кабельные муфты и заделки (Вып. 115)
- Белоцерковец В. В., Малая механизация в электромонтажном производстве (Вып. 116)

ГОТОВЯТСЯ К ИЗДАНИЮ

- Звенигородский И. С. и Фролов Ю. А., Применение стальных проводов в сетях низкого напряжения
- Коваленский И. В., Релейная защита электродвигателей высокого напряжения
- Дидух Ю. И. и Кутьин А. И., Опыт эксплуатации аппаратуры режимной автоматики ртутных выпрямителей
- Плетнев Л. Ф., Устройства автоматики в городских электросетях
- Юриков П. А., Перенапряжения и электрическая прочность высоковольтной изоляции

Госэнергоиздат заказов на книги не принимает и книг не высылает. Книги, выходящие массовым тиражом, высылают наложенным платежом без задатка отделения «Книга — почтой».

Отделения «Книга — почтой» имеются во всех республиканских, краевых и областных центрах СССР.

Заказ следует адресовать так: название республиканского, краевого или областного центра, книготорга, отделению «Книга — почтой».
