

На ком не выдается

У П Р О Щ Е Н Н Ы Е РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

(Одобрено Техническим отделом НКЭС)



131-140

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА — 1944 — ЛЕНИНГРАД

УПРОЩЕННЫЕ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

(Одобрено Техническим отделом НКЭС)



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА — 1944 — ЛЕНИНГРАД

Разработано бригадой ВНИТОЭ в составе:

проф. Ю. В. Буткевич

инж. А. М. Бронштейн

инж. А. Л. Фаерман

~~ГОС ПУБЛИЧНАЯ
УЧЕБНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР~~

ГОС ПУБЛИЧНАЯ
УЧЕБНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР

2933 $\frac{20}{60}$ $\frac{ЖС}{10077}$

~~Государственный
Ученый Центр~~

894/33
44

~~62/3
2/678~~

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.		Стр.
I. Введение	3	III. Описание конструктивной части и характеристики рекомендуемой аппаратуры	5
II. Принципиальные схемы	4	1. Встроенное первичное реле	5
1. Оборудование фидера ввода	4	2. Мощные высоковольтные предохранители с кварцевым наполнением	9
2. Оборудование отходящих фидеров	4	3. Упрощенные разъединители мощности	11
а) Комплектная установка высоковольтных мощных плавких предохранителей с кварцевым песком последовательно с разъединителями мощности или маломощными выключателями	4	4. Указательное встроенное реле (блинкер)	18
б) Комплектная установка высоковольтных мощных плавких предохранителей с кварцевым песком последовательно с нормальными трехполюсными разъединителями	4	IV. Сигнальное устройство для сигнализации о наличии заземления	14
в) Комплектная установка нормальных разъединителей (однополюсных или трехполюсных) последовательно с встроенными указательными реле (блинкерами)	4	V. Рекомендуемое конструктивное размещение упрощенной аппаратуры на подстанциях	14
		VI. Возможности изготовления рекомендуемой аппаратуры на местах	14

I. ВВЕДЕНИЕ

В условиях военного времени большое значение имеют ускорение и удешевление строительства электростанций, в частности внедрение распределительных устройств упрощенных конструкций, требующих минимального количества аппаратуры.

Упрощение и удешевление распределительных устройств должны достигаться не за счет снижения их надежности, а за счет применения новой аппаратуры и новых методов проектирования.

К новым методам проектирования можно отнести переход к сетям с рассредоточенными мощностями подстанций, в которых вместо одного централизованного устройства с несколькими трансформаторами сооружается ряд небольших подстанций с одним трансформатором на каждой из них. Схема таких подстанций значительно упрощается: их можно присоединять на отпайках от воздушных линий; уменьшаются токи короткого замыкания в сети вторичного напряжения; на таких подстанциях можно устанавливать упрощенную аппаратуру. В то же время надежность электроснабжения повышается вследствие упрощения схемы и децентрализации электроснабжения.

Из упрощенной аппаратуры, которую можно применять в установках, питающих потребителей, на первом месте следует поставить плавкий предохранитель высокого напряжения. Передовая электротехника всех стран снова вернулась к этому аппарату, который применялся в первых установках высокого напряжения и от которого затем отказались. На базе изучения законов гашения электрической дуги в настоящее время получены конструкции плавких предохранителей высокого напряжения, которые по отключающей способности не уступают выключателю, а по скорости действия превосходят их. Тепловые характеристики новых предохранителей позволяют удовлетворять требованиям селективности защиты.

Экономия, которая достигается применением плавких предохранителей, велика: отпадает необходимость в выключателе, трансформаторах тока и реле для защиты, в кабелях вторичной коммутации, а также упрощается конструкция распределительного устройства, так как предохранитель не нуждается в отдельной камере.

В США в настоящее время имеются целые сетевые районы, в которых десятки подстанций с напряжением до 66 кв включительно с мощностью трансформаторов до 10 000 ква при числе их, доходящем до четырех, коммутируются на предохранителях высокого напряжения. Опубликованные результаты эксплуатации та-

ких сетей и подстанций свидетельствуют об их высокой надежности, превосходящей надежность обычных подстанций с выключателями.

Решение Технического отдела НКЭС от 29/VI 1943 г. за № 29, утвержденное зам. наркома электростанций г. Наумовым, дает возможность значительно расширить область применения плавких предохранителей. Согласно этому решению дополняется § 591 Правил технической эксплуатации и допускаются включение и отключение разъединителями тока холостого хода силовых трансформаторов следующих мощностей:

при напряжении 10 кв и ниже	и не выше	320 ква
"	"	23 " " " " " 560 "
"	"	35 " " " " " 1 000 "
"	"	110 " " " " " 3 200 "

Для трансформаторов 22 кв и выше рекомендуется применять трехфазные разъединители с установкой их на открытом воздухе, например, столбового типа, с механическим приводом к ним.

Если последовательно с плавким предохранителем установить разъединитель мощности, то согласно эксплуатационному циркуляру Технического отдела Э-7 мощности трансформаторов, защищаемых плавкими предохранителями, можно увеличить до 10 000 ква при напряжении до 110 кв включительно.

В ряде случаев можно упростить схемы, подсоединяя несколько фидеров под один защитный аппарат. При повреждении одного из фидеров отключится вся группа их; однако при помощи специального указательного реле очень простой конструкции, встраиваемого непосредственно в шину высокого напряжения, можно легко обнаружить поврежденный фидер, отключить его разъединителем и быстро ввести всю группу фидеров в работу.

На основе научно-исследовательских работ ВЭИ и аппаратной лаборатории МЭИ под руководством проф. Ю. В. Буткевича разработаны несколько конструкций аппаратов упрощенного типа, заменяющих дефицитную сложную аппаратуру.

Настоящие руководящие указания имеют целью популяризировать и внедрить в промышленные установки подобную аппаратуру, которая может быть частично или полностью изготовлена на местах по приложенным чертежам силами энергосистем, монтажными организациями или отдельными предприятиями.

В приложениях помещены также чертежи конструктивных распределительных устройств, рассчитанных на оборудование их упрощенной аппаратурой.

Выбор схемы распределительного устройства и типа оборудования должен производиться с учетом назначения и характера предприятия, которое обслуживается устройством. При этом следует иметь в виду, что упрощение схемы, как правило, повышает надежность установки, так как уменьшает возможность ошибок при оперативных переключениях и позволяет осуществить устройство более простым в конструктивном отношении.

«Правила устройства электростанций промышленных предприятий», разработанные НКЭС совместно с Наркомстроем, делят установок потребителей в отношении ответственности электроснабжения на три категории:

1. К первой категории относятся нагрузки, для которых перерыв электроснабжения связан с браком продукции, порчей оборудования, длительным остановом предприятия для восстановления технологического процесса или опасностью для людей.

2. Ко второй категории относятся нагрузки, для которых перерыв в электроснабжении связан с сокращением выпуска продукции.

3. К третьей категории относятся неответственные нагрузки (вспомогательные цехи, некоторые вспомогательные агрегаты, некоторые виды коммунальных нагрузок и бытовые нагрузки).

Нагрузки первой категории должны обеспечиваться на случай аварии полным резервом в линиях и в трансформаторах. Для нагрузок второй категории полный резерв в трансформаторах необязателен, ввиду того что повреждение трансформаторов происходит очень редко. Для нагрузок третьей категории предусматривать резервы в линиях, трансформаторах и т. д. не следует.

Излишнее резервирование или неравномерное распределение резерва по цепи вредно, так как оно удорожает установку, не повышая по существу ее надежности. При выборе резерва на случай той или другой аварии следует учесть вероятность повреждения. На случай повреждений, происходящих очень редко, не следует предусматривать резерва. Не следует также предусматривать резерва на случай повреждения сразу двух элементов цепи. Подобные случаи редки и их можно сделать еще более редкими путем упрощения схемы, увеличения конструктивной прочности сооружения, тщательного монтажа и правильной эксплуатации.

II. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

1. ОБОРУДОВАНИЕ ФИДЕРА ВВОДА

Во всех рекомендуемых ниже схемах (черт. 7) для всех трех категорий нагрузок выключатели сохраняются только на вводах, а также на фидерах связи, если таковые имеются при кольцевании сети.

Монтаж камеры выключателя весьма упрощается за счет применения на фидере встроенных первичных максимальных реле, связанных тягами непосредственно с расцепляющим устройством привода КАМ или РБА (для маломасляных выключателей ВМГ-22 и ВМГ-32) и развивающих значительные тяговые усилия, достаточные для приведения их в действие.

Если распределительное устройство подстанции является встроенным в цех, то в целях упрощения ее конструкции выключатель может быть сокращен (за исключением транзитной подстанции) за счет наличия такового на фидерном пункте. В этом случае на фидерном пункте могут быть сокращены на выводе нижние разъединители (см. § 102 «Правил устройства электроустановок промышленных предприятий») при обязательном условии установки их на вводе встроенной в цех подстанции.

Описание оборудования вводного фидера исключает необходимость в трансформаторах тока, реле, вторичной коммутации и главным образом аккумуляторной батареи. Одновременно с этим исключается возможность контроля расхода электроэнергии и потребляемой мощности подстанции, что в отдельных случаях вполне допустимо.

2. ОБОРУДОВАНИЕ ОТХОДЯЩИХ ФИДЕРОВ

а) Комплектная установка высоковольтных мощных плавких предохранителей с кварцевым песком последовательно с разъединителями мощности или маломощными выключателями (схемы № 1—№ 2, черт. 7).

Для нагрузок второй (и в отдельных случаях первой) категории на отходящих фидерах рекомендуется ком-

плектная установка высоковольтных мощных плавких предохранителей с кварцевым песком и последовательно с ними разъединителей мощности или маломощных выключателей, снабженных ручными неавтоматическими приводами.

В данном случае плавкие предохранители защищают фидер от токов коротких замыканий и частично от перегрузок.

Характеристики предохранителей с кварцевым песком допускают кратковременные перегрузки фидера, связанные, например, с пусковым режимом электродвигателей, включением трансформаторов и т. п.

Разъединитель мощности позволяет производить необходимые коммутационные операции под нагрузкой, а также допускает возможное включение фидера и на короткое, так как обрыв цепи при помощи плавких предохранителей произойдет чрезвычайно быстро, а именно в 0,01 или даже меньшую долю секунды.

Маломощные выключатели, например, ВМ-5 или ВМ-6, по своей разрывной мощности не могут защищать фидеры от токов короткого замыкания, но с успехом будут работать при отключениях от руки номинальных токов и токов перегрузки, которые еще могут длительно держаться предохранителями.

б) Комплектная установка высоковольтных мощных плавких предохранителей с кварцевым песком последовательно с нормальными трехполюсными разъединителями (схема № 3, черт. № 7)

Для нагрузок второй и третьей категории может быть рекомендована комплектная установка высоковольтных мощных плавких предохранителей с кварцевым песком последовательно с нормальными трехполюсными разъединителями.

Этот вариант по сравнению с предыдущим является значительно более простым, но менее универсальным.

Здесь (как и в предыдущем случае) плавкие предохранители защищают фидер от токов коротких замыканий и частично от перегрузок.

Отключение разъединителя может быть допущено только после отключения головного выключателя, что приводит в таких случаях к некоторому перерыву в снабжении электроэнергией остальных фидеров.

Включение фидера при помощи разъединителя на нагрузку, а также на существующее короткое благодаря наличию быстродействующих плавких предохранителей возможно.

К данному комплекту аппаратуры целесообразно до-
бавить встроенное указательное реле—бликер (см. ниже).

в) Комплектная установка нормальных разъединителей (однополюсных или трехполюсных) последовательно с встроенными указательными реле (бликерами) (схема № 4, черт. 7)

Для нагрузок третьей категории небольших мощностей, допускающих перерыв в электроснабжении, может быть рекомендована комплектная установка нормальных разъединителей последовательно с указательным встроенным реле—бликером.

При данном варианте фидер защищается одним головным выключателем и только от токов короткого замыкания; при этом короткое замыкание на любом из фидеров приводит к отключению всей подстанции. Повторное включение подстанции производится после отключения поврежденного фидера, который легко обнаруживается с помощью указателя реле (бликера), сидящего непосредственно на шинах. При срабатывании бликера от тока короткого замыкания его указатель падает из верхнего в нижнее положение и показывает обратная ярко окрашенная его сторона.

1. ВСТРОЕННОЕ ПЕРВИЧНОЕ РЕЛЕ

Основные технические требования к первичному реле

При проектировании первичного реле и механизма передачи к коробке привода КАМ (РБА) были поставлены для разрешения следующие требования к ним:

1. Реле монтируется непосредственно на шине.
 2. Реле должно быть достаточно простым, доступным для изготовления силами мастерских при энергосистемах или других организациях.
 3. Реле должно быть достаточно компактным, чтобы его габаритные размеры не слишком уменьшали межфазовые расстояния.
 4. Реле должно быть достаточно прочно механически.
 5. Кратность тока срабатывания должна составлять 1,4—1,5 от номинального тока.
 6. Номинальный ток реле (максимальный рабочий ток) должен быть в пределах от 100 до 1000 а.
 7. Реле должно иметь регулировку тока срабатывания.
 8. Электродинамическая и термическая устойчивости должны соответствовать разъединителю на 400 а.
- Первичное реле и передача к коробке привода КАМ (РБА) были разработаны так, чтобы вносить минимальное количество переделок в существующие конструкции. Это дает возможность легко пристраивать первичное реле к приводу, сохраняя одновременно существующую в этих приводах систему для выдержки времени и свободное расцепление, которое обеспечивает возможность гибкого маневрирования управлением, во время аварийных случаев.

Описание конструкции первичного реле

Общий вид реле дан на черт. 1. Учитывая изложенные выше требования, первичное реле было выполнено в виде П-образного сердечника (черт. 1, поз. 1), укрепленного либо на отрезке шины, вставленного в расщелку токоведущих шин высокого напряжения, либо непосредственно на последних.

Сердечник имеет сверху и снизу скобы из листового железа. Нижняя скоба (черт. 1, поз. 3) служит для крепления сердечника и шины, а верхняя скоба кроме того имеет два ушка (черт. 1, поз. 5) с отверстиями для оси якоря (черт. 1, поз. 14). Сквозь отверстие в язычке якоря (черт. 1, поз. 7) проходит регулировочный болт, на котором помещается противодействующая пружина (черт. 1, поз. 11).

К нижнему основанию якоря крепится скоба (черт. 1, поз. 8), к которой присоединяется с помощью шарнирного соединения изолированная тяга (черт. 2, поз. 3), имеющая на втором конце приспособление для регулировки ее длины. Регулировка тока срабатывания может производиться двумя путями:

1) изменением затяжки пружины с помощью регулировочных гайки и контргайки на регулировочном болте;

2) с помощью изменения начального воздушного зазора.

Так как язычок якоря опирается на сменную гайку на регулировочном болте, то для изменения воздушного зазора достаточно изменить высоту этой гайки.

Во избежание дребезжания и гудения при токах, близких к току срабатывания, на реле применяется затяжка оси якоря.

Для повышения коэффициента возврата у реле предусматривается жесткая пружина (черт. 1, поз. 13), которая вступает в действие в конце рабочего хода.

Описанное одновитковое реле может быть выполнено на номинальные токи от 500 а и выше. На токи менее 500 а число витков должно быть соответственно увеличено: при 300 а—два витка, 200 а—три витка и при 300 а—пять витков.

Описание конструкции и принцип действия привода выключателя от первичного реле

Для выключателя устанавливаются два встроенных первичных реле (на крайних фазах), которые через систему передачи могут воздействовать на ручной автоматический привод выключателя (КАМ или РБА).

В этом приводе удаляется одна катушка соленоида (правая) и на ее место ставится рабочий валик со шпильками, работа которого описана ниже в соответствии с чертежом общего вида системы передачи: «первичное реле—привод РБА (КАМ)» (черт. 2).

Конец рабочего валика (черт 2, поз. 10) выходит через отверстие в кожухе наружу. Второй конец валика ложится в отверстие специальной стойки (черт. 2, поз. 11), приоблоченной к задней стенке кожуха.

К якорю каждого из двух реле посредством шарнирного соединения крепится изолированная тяга (черт. 2, поз. 3), которая воздействует (каждая с помощью своего рычажка) на промежуточный валик (черт. 2, поз. 7); последний с помощью соединительной тяги (черт. 2, поз. 14) и рычага (черт. 2, поз. 5) соединен с рабочим валиком (черт. 2, поз. 10). На рабочем валике ввинчены шпильки (черт. 2, поз. 12), которые располагаются по обе стороны стакана.

В направляющем стакане прорезаны два шлица, через которые проходят и ввинчиваются в якорь соленоида две шпильки (черт. 2, поз. 13). При срабатывании первичного реле оно воздействует через вышеописанную систему передачи на рабочий валик, который, поворачиваясь, своими шпильками подхватывает шпильки якоря соленоида (черт. 2, поз. 13) и, сжимая пружину, с силой выбрасывает боек наверх, т. е. совершает работу поднятия бойка, которую ранее совершал соленоид.

Необходимость промежуточного валика обуславливается тем, что первичные реле будут находиться на значительном удалении друг от друга (на крайних фазах).

В каждой изолированной тяге в месте ее соединения с рычагом рабочего валика сделана прорезь, равная половине всего хода якоря реле.

Таким образом реле воздействует на привод выключателя не с начала своего хода, а с его половины. Наличие этого люфта, очевидно, достигается независимость действия обоих первичных реле.

Воздушный зазор реле (измеряемый по нижнему основанию сердечника) делается вдвое более, чем рабочий ход реле.

Следовательно, работа реле будет происходить таким образом.

Реле удерживается в первоначальном положении противодействующей пружиной. При превышении током допускаемой величины реле начинает работать и тянет свой якорь. Первую половину хода якорь движется вхолостую и работа, совершаемая реле, идет на увеличение его кинетической энергии (фиг. 1).

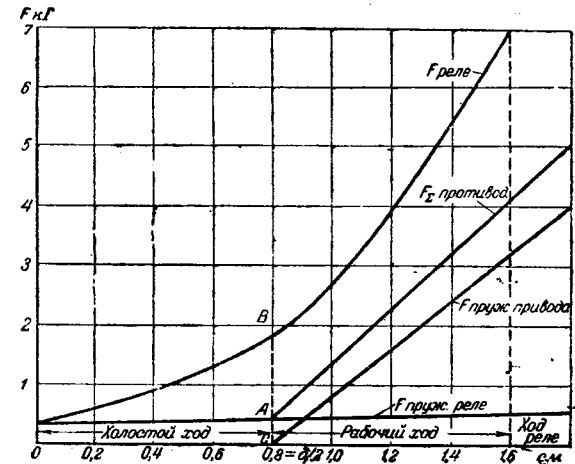
После того как якорь пройдет половину хода, он начинает воздействовать на привод выключателя с силой, которая на фиг. 1 изображается отрезком А—В, т. е. разностью ординат С—В и А—С. В целях достаточной надежности работы привода желательно, чтобы это избыточное усилие было достаточным для полного сжатия пружины бойка. Последнее должно быть определено экспериментально.

Как видно из фиг. 1, в начале рабочего хода, т. е. при δ , часть тягового усилия, равную примерно 25%,

необходимо затратить на преодоление силы противодействующей пружины.

Поэтому реле должно развивать усилие (приведенное) на 30—40% больше, чем усилие, необходимое для подъема якоря соленоида, найденное экспериментально,

$$F_{\text{реле}} = 1,25 F_{\text{подъема}} (\text{min})$$



Фиг. 1.

Испытания первичного реле

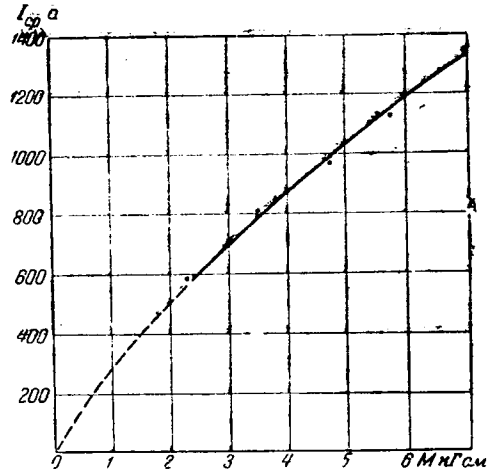
При исследовании первичного реле были сняты следующие характеристики:

1. Зависимость тока срабатывания от величины протнводействующего момента пружины:

$$I_{cp} = f(M_{np}) \text{ при } \delta = 1,5 \text{ см (табл. 1, фиг. 2).}$$

Таблица 1

M_{np} в кгсм	I_{cp} в а
2,3	575
3,5	810
4,7	975
5,8	1125
7	1275



Фиг. 2.

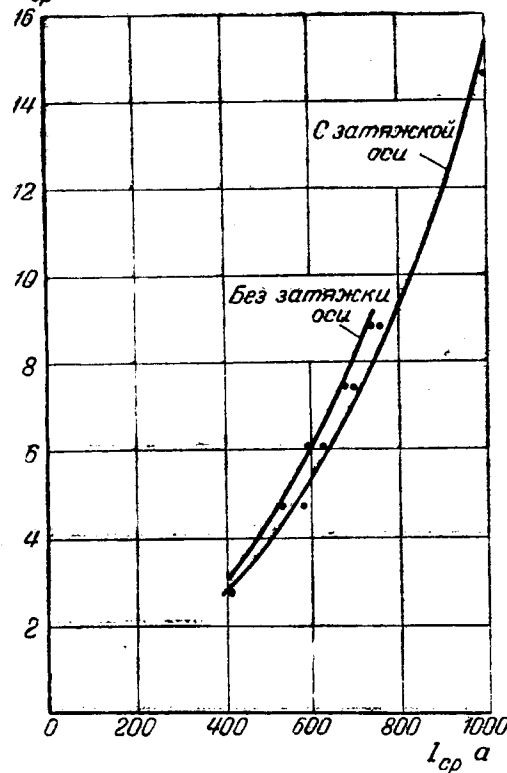
2. Зависимость вращающего момента, развиваемого реле, от тока срабатывания в начале рабочего хода:

$$M_{вр} = f(I_{cp}) \text{ при } \delta = 0,8 \text{ см (табл. 2, фиг. 3).}$$

Таблица 2

С затяжкой		Без затяжки	
I_{cp} в а	$M_{вр}$ в кгсм	I_{cp} в а	$M_{вр}$ в кгсм
410	3,3	410	3,3
575	4,7	525	4,7
625	6	600	6
700	7,4	675	7,4
750	8,8	736	8,8
1000	15	1000	15

$M_{вр}$ кгсм



Фиг. 3.

3. Тяговые характеристики реле

$$M_{вр} = f(\delta) \text{ при различных значениях;}$$

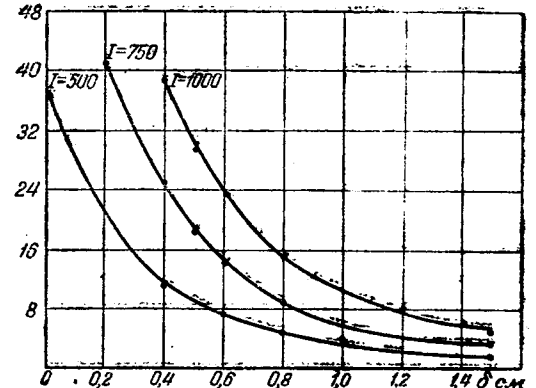
$$I_{cp} = 500; 750; 1000 \text{ а (табл. 3, фиг. 4).}$$

Первая характеристика показывает, что реле имеет достаточно широкий диапазон регулирования тока срабатывания (от 600 до 1200 а) с помощью одного лишь изменения затяжки пружины. Из рассмотрения тяговых характеристик реле видно, что при 750 а в начале рабочего хода ($\delta = 8$ мм) реле развивает $M_{вр} \approx 9$ кгсм, а на половине рабочего хода ($\delta = 4$ мм) $M_{вр} \approx 2,5$ кгсм, что уже вполне достаточно для полного сжатия пружины бойка.

Таблица 3

I_{cp} в а	δ в мм	$M_{вр}$ в кгсм
500	0	37
	4	11,1
	6	6,66
	8	5,4
	10	4,44
750	15	1
	2	41
	4	25,2
	5	18,5
	6	14,5
1000	8	8,88
	15	3,5
	4	38,8
	5	29,6
	6	23,7
	8	14,8
	12	8,4
	15	5

M кгсм



Фиг. 4.

Исследование работы первичного реле совместно с приводом КАМ

При работе первичного реле совместно с приводом КАМ с использованием выдержки времени (при установке на малый ток срабатывания) следует различать ток трогания реле и ток срабатывания реле и привода.

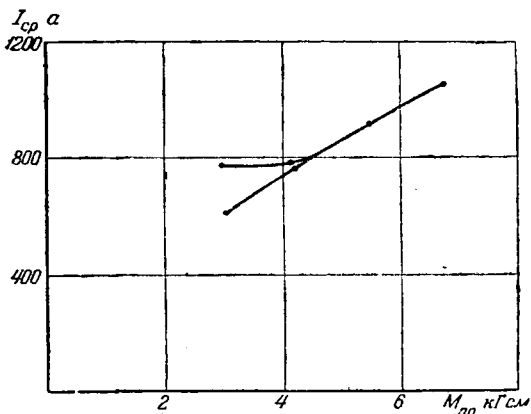
В первом случае реле трогается, но на полпути, когда тяга начинает воздействовать на привод, т. е. в начале рабочего хода, движение якоря притормаживается и поднятие бойка происходит медленно.

Под током срабатывания реле и привода подразумевается ток, при котором реле, тронувшись, сразу сжимает дотказа пружину бойка. Эти две кривые изображены на фиг. 5.

Табл. 4 и фиг. 5 показывают зависимость токов трогания $I_{тр}$ и токов срабатывания $I_{ср}$ от момента пружины $M_{пр}$ и дают ясное представление о работе первичного реле совместно с приводом КАМ. Как и следует ожидать, по расчету при $I_{ср} = 750$ а и выше имеем практически одну кривую тока срабатывания, т. е. реле, тронувшись, полностью срабатывает и сжимает пружины бойка до конца, обеспечивая таким образом четкую работу привода.

Таблица 4

$M_{пр}$	$I_{тр}$	$I_{ср. пр}$
3	625	775
4,2	763	783
5,5	913	913
6,7	1 050	1 050



Фиг. 5.

Данные табл. 5 были получены при отсутствии дополнительной пружины для повышения коэффициента возврата.

Таблица 5

Ток срабатывания	Ток возврата	Коэффициент возврата
750	512,5	0,68
800	537,5	0,675

Из рассмотрения этой таблицы следует, что даже без дополнительной возвратной пружины коэффициент возврата имеет допустимую величину.

Все же в целях большей четкости работы привода следует рекомендовать постановку возвратной пружины, повышающей коэффициент возврата до значения, равного 0,75—0,8.

2. МОШНЫЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ С КВАРЦЕВЫМ НАПОЛНЕНИЕМ

Устройство предохранителя

На черт. 3 показан общий вид плавкого мощного предохранителя с кварцевым наполнением.

Предохранитель состоит из следующих основных деталей:

- патрона;
- плавкой вставки;
- указателя срабатывания;
- контактной арматуры на опорных изоляторах.

Патрон (черт. 3 а, поз. 1) выполняется из фарфоровой трубки. На концах патрона армированы при помощи глетоглицериновой замазки или цемента штампованные латунные колпачки (черт. 3 а, поз. 3).

Колпачки имеют отверстия, через которые внутрь патрона вводится плавкая вставка (черт. 3 а, поз. 4).

Плавкая вставка состоит в свою очередь из следующих деталей:

- сердечника;
- рабочих и вспомогательных плавких проволок;
- указателя срабатывания.

Сердечник плавкой вставки выполняется из фарфора, на концах которого армированы лапки, которые припаиваются к штампованным латунным крышкам (черт. 3 а, поз. 7). Одна из крышек имеет отверстие для указателя срабатывания.

На сердечник плавкой вставки нанесены спирально рабочие и вспомогательные плавкие вставки соответствующей длины, соединенные электрически с крышками (черт. 3 а, поз. 9). Рабочие проволоки лучше выполнять из серебра; однако, как показали опыты, надежная плавкая вставка получается при применении медных проволок с покрытием их тончайшим слоем серебра. Вспомогательные проволоки имеют искровые промежутки и ступенчатое сечение для борьбы с перенапряжениями, возникающими в момент расплавления рабочих проволок при токах короткого замыкания. Сечения плавких вставок выбираются из расчета, чтобы они не плавлись при номинальных токах нагрузки и токах перегрузки, предусмотренных нормами. Внутри сердечника проходит еще дополнительная, так называемая указательная, спиральная вставка из тонкой стальной проволоки. Эта вставка соединена одним концом с указателем срабатывания, другим с крышкой сердечника.

Указатель срабатывания служит для быстрого обнаружения сработавших предохранителей. Он состоит из:

- якорька с небольшим крючком;
- шлого стержня с одной стороны цилиндрика;
- спиральной пружины.

Якорек, вставленный в цилиндр, сжимает спиральную пружину и удерживается в таком положении тонкой стальной проволокой, прикрепленной одним концом к стенке цилиндрика, а другим концом к изолированной от цилиндрика втулке. Стальная проволока работает электрически последовательно с указательной спиральной вставкой.

При сборке патрона все пространство между ним и сердечником заполняется хорошо просушенным и очи-

щенным кварцевым песком (черт. 3 а, поз. 6). Следует иметь в виду, что отсыревание песка может привести к отказу в работе предохранителя и его разрушению вследствие большого парообразования внутри патрона, поэтому патрон после его засыпания песком тщательно пролаивается по крышкам и в местах выхода на крышках лапок от плавкой вставки; этим достигается надежная герметичность.

Собранный таким образом патрон предохранителя вставляется в специальную арматуру, укрепленную на опорных изоляторах и обеспечивающую хороший контакт с колпачками предохранителя (черт. 3).

Работа предохранителя

Работа плавкого предохранителя происходит следующим образом.

При превышении током установленных величин перегорают все плавкие вставки в следующей определенной последовательности—рабочие, вспомогательные и указательная. При перегорании указательной вставки перегорает также включенная последовательно с ней стальная проволочка, зацепленная за крючок указателя, и последний выбрасывается наружу спиральной пружиной, тем самым указывая, что предохранитель сработал.

При сгорании плавких вставок возникающая дуга, образуемая вслед за расплавлением проволоки, происходит в соприкосновение с частицами песка, вследствие чего она очень интенсивно деионизируется и гаснет. Срабатывание предохранителя происходит бесшумно, без выброса пламени, образования копоти и т. п.

Физические процессы при работе предохранителя

Несмотря на кажущуюся простоту устройства предохранителя, следует сказать, что он представляет собой аппарат с довольно сложными физическими процессами работы.

Остановимся на двух основных вопросах, а именно: а) на нагреве предохранителей и б) на перенапряжениях, вызываемых срабатыванием предохранителей.

а) Нагрев предохранителя

Плавкая вставка предохранителя является наиболее ослабленным участком электрической цепи.

Плавкая вставка должна пропускать нормальные токи нагрузки и некоторые перегрузочные токи без расплавления плавкой вставки и без сильного перегрева отдельных частей предохранителя.

С другой стороны, при превышении током некоторого предела плавкая вставка должна нагреться до температуры плавления и расплавиться.

Чтобы удовлетворить этим двум требованиям, материал плавкой вставки должен обладать высокой электропроводностью и низкой температурой плавления.

Существующие материалы этим требованиям не удовлетворяют. Такие материалы, как цинк, свинец, олово и т. п., обладают достаточно низкой температурой плавления, но электропроводность их также низка. Медь,

серебро обладают высокой электропроводностью, но температура плавления их высока.

Весьма удачное разрешение этого вопроса в современных высоковольтных предохранителях достигается применением так называемого «металлургического эффекта». Если на проволоку с высокой электропроводностью (например, на медную или серебряную) нанести оловянный шарик, то при нагреве этой проволоки до температуры, близкой к температуре плавления олова, последнее начинает усиленно диффундировать в материал проволоки, образуя как бы сплав олова с серебром или медью. А так как температура плавления сплава всегда ниже температуры плавления его компонентов, то в месте нахождения оловянного шарика проволока начнет плавиться при температуре, близкой к температуре плавления олова.

Таким образом, нанося на плавкую вставку из серебра или меди оловянный шарик, мы благодаря высокой проводимости вставки имеем сравнительно низкий нагрев предохранителя.

При повышении тока выше определенного предела температура вставки достигает приблизительно температуры плавления олова и благодаря наличию металлургического эффекта начинается плавление вставки при относительно низкой температуре нагрева всех деталей предохранителя.

Для иллюстрации приведем табл. 6 тепловых испытаний предохранителя на 6 кв 100 а.

Таблица 6

Количество параллельных проволок	Установившаяся температура перегрева		Примечание
	Середина наружного кожуха	На контактах	
18	121 ÷ 139°	67 ÷ 72°	На 413 минуте плавкая вставка перегорела
20	98 — 105°	32 — 68°	
22	84 — 92°	32 — 63°	
24	83 — 86°	32 — 68°	

В качестве плавкой вставки здесь была применена серебряная проволока диаметром 0,3 мм с металлургическим эффектом.

Как видно из приведенных данных, благодаря применению металлургического эффекта, несмотря на высокую температуру плавления серебра, температуру отдельных частей предохранителя удается выдержать в допустимых пределах.

б) Перенапряжения, вызываемые работой предохранителя

Другим важным вопросом является вопрос о перенапряжениях, получающихся при срабатывании предохранителя.

При больших токах короткого замыкания плотность тока в плавкой вставке достигает очень больших величин и расплавление плавкой вставки происходит за весьма короткий промежуток времени.

Момент перехода плавкой вставки в газообразное состояние сопровождается резким изменением электрической проводимости этого участка цепи, вызывающим резкое снижение тока.

Резкое изменение тока благодаря наличию индуктивности в цепи вызывает нарастание напряжения на этом промежутке

$$|e = L \frac{di}{dt}|$$

Рост напряжения продолжается до тех пор, пока электрическая прочность образовавшегося промежутка не окажется ниже величины нарастающего напряжения. После этого наступает пробой промежутка и устанавливается дуга, которая впоследствии гасится.

Таким образом при работе предохранителя неизбежно появляются перенапряжения, которые тем больше, чем прочнее образовавшийся после расплавления вставки газовый промежуток.

Отсюда можно прийти к выводу, что для уменьшения перенапряжений необходимо уменьшить прочность газового промежутка.

Если отвлечься от влияния материала плавкой вставки, то можно принять, что прочность образовавшегося газового канала зависит от его длины, поэтому чем длиннее плавкая вставка, тем прочнее будет канал, образовавшийся после ее плавления, и тем выше будут перенапряжения.

Однако не представляется возможным сколь угодно произвольно уменьшать длину проволоки плавкой вставки, ибо длина образующейся после плавления вставки дуги может оказаться недостаточной, охлаждение и деионизация ее мало интенсивными и гашения ее не произойдет.

Но даже при критической длине плавкой вставки перенапряжения получаются еще достаточно высокими (4,5-кратные к номинальному напряжению и выше), поэтому необходимо изыскать дополнительные пути уменьшения перенапряжений.

Таким дополнительным путем является применение ступенчатой плавкой вставки, т. е. плавкой вставки с различным сечением по длине. Благодаря ступенчатости вставки плавление ее происходит не сразу, а раньше расплавляется часть с меньшим сечением.

Вследствие этого первоначально образующийся газовый канал имеет меньшую длину и соответственно перенапряжения получаются меньшие.

Технологическое изготовление ступенчатой плавкой вставки представляет известные трудности, поэтому вместо ступенчатой делают вспомогательную плавкую вставку, снабженную искровым промежутком.

Вспомогательная плавкая вставка присоединяется параллельно к основной, но током не обтекает, так как цепь ее разомкнута на искровом промежутке, представляющем собой небольшую фарфоровую шпильку (или колечко), в отверстия которой заделываются концы проволоки вспомогательной плавкой вставки.

При срабатывании предохранителя сначала перегорает основная вставка, напряжение начинает расти, но, не достигая еще большой величины, оно пробивает искровой промежуток и ток переходит на вспомогательную

плавкую проволоку, которая работает как обычная ступенчатая.

Испытания многочисленных образцов предохранителей показали, что перенапряжения на предохранителях с вспомогательной ступенчатой плавкой вставкой и с искровым промежутком лежат в пределах 2,5-кратных от номинального напряжения и лишь изредка достигают 3-кратной величины номинального напряжения.

Эти перенапряжения не превышают величины перенапряжений на предохранителях лучших зарубежных фирм.

Лаборатория коммутационной аппаратуры ВЭИ после соответствующей исследовательской работы и испытания опытных образцов разработала серию мощных высоковольтных предохранителей с кварцевым наполнением.

В настоящее время высоковольтные предохранители ВЭИ осваиваются в производстве.

Ниже приводятся табл. 7 и 8—характеристик высоковольтных предохранителей ВЭИ с медными плавкими вставками.

При токах короткого замыкания время срабатывания предохранителя равно 0,006—0,008 сек. Вследствие этого ток короткого обычно не успевает достигнуть своего расчетного значения. Благодаря этому аппараты, работающие в одной цепи с предохранителями, выбираются с точки зрения их динамической и термической устойчивости не по расчетному току короткого, а по максимальному пику тока, пропускаемого предохранителем при предельной мощности.

Таблица 7

Номинальное напряжение в кв	3	6	6	6	10	10	35
	Номинальный ток предохранителя в а	50	15	50	100	15	50
Размеры патрона в мм	$d=60/50$ $l=210$	40/30 250	60/50 310	60/50 410	40/30 335	60/50 410	40/30 650
Наибольший отключаемый ток в ка эфф.	36	20	20	10	6	6	3,3
Разрывная мощность в мгва	200	200	200	100	100 ¹	100 ¹	200
Наибольший пик тока при предельной мощности в а	14 000	4 000	11 000	13 000	2 800	7 500	2 000

¹ 100 мгва — это мощность, до которой предохранители были испытаны; фактически их разрывная мощность выше.

Таблица 8

№ по пор.	Номинальный ток в а	Среднее время плавления при кратности тока к номинальному				
		1,3	2,0	2,5	3,0	5,0
1	2	7 ч. 15'	30'44"	7'5"	27"	1"
2	3	8 ч.	24'22"	3'28"	16'67"	2"
3	5	6 ч. 14'	28'16"	6'24"	1'42"	17"
4	7,5	8 ч. 30'	26'32"	8'20"	2'0"	33"
5	10	6 ч. 50'	25'55"	8'8"	1'48"	17"
6	15	3 ч. 2'	8'22"	1'53"	14'5"	4"
7	20	4 ч. 37'	17'12"	3'26"	40'3"	3"
8	30	6 ч. 24'	18'50"	3'01"	1'4"	5"
9	40	2 ч. 41'	13'31"	4'18"	1'01"	7"
10	50	2 ч. 19'	21'20"	6'21"	2'50"	14"

Освоенные в настоящее время плавкие предохранители на 6 и 10 кв имеют патроны двух габаритов на каждое напряжение, т. е. до 15 а и до 50 а номинального тока. Патрон до 15 а может включать в себя все плавкие вставки до 15 а, т. е. на номинальные токи — 2; 3; 5; 7,5; 10 и 15 а. Патрон до 50 а может получать плавкие вставки на номинальные токи 20, 30, 40 и 50 а.

Контактные устройства патронов до 15 и до 50 а несколько отличаются друг от друга. Предохранитель до 50 а имеет более мощные контакты и снабжается запирающими скобами, которые не имеют места в предохранителях до 15 а.

За последнее время была испытана также конструкция предохранителя на 6 кв до 100 а.

3. УПРОЩЕННЫЕ РАЗЪЕДИНИТЕЛИ МОЩНОСТИ

Составные части

Упрощенные разъединители мощности производятся на базе нормальных разъединителей 6 и 10 кв 400 а заводов «Электроаппарат» и «Уралэлектрораппарат». Общий вид такого разъединителя показан на черт. 4. Как видно из чертежа, для прерывания нормального разъединителя типа РВТ-22 в разъединитель мощности к нему должны быть дополнительно пристроены следующие части:

- а) дугогасительная камера;
- б) отключающие вилки;
- в) перекидной механизм;
- г) буферное устройство.

Дугогасительная камера и отключающие вилки

Дугогасительная камера (черт. 4а) предназначена для гашения дуги и состоит из следующих основных деталей:

- а) фарфорового кожуха;
- б) дугогасительного патрона;
- в) дугогасительной трубки.

Вместо специального фарфорового кожуха для дугогасительной камеры применен нормальный опорный изолятор типа ОА-10 (черт. 4а, поз. 2). Для этого основание опорного изолятора просверливается и внутрь вводится железный дугогасительный патрон (черт. 4а, поз. 1); приваренный к патрону фланец винтами (черт. 4а, поз. 6) привинчивается к основанию изолятора.

Дугогасительный патрон представляет собой металлическую трубку, закрытую с одной стороны нарезной пробкой, а с другой стороны приваренной шайбой с отверстием меньшего диаметра, чем внутренняя полость патрона. В нарезную пробку вставлен и закреплен гайкой металлический стержень, другой конец которого выходит наружу. На стержень одевается дугогасительная метакриловая трубка с спиральной пружиной на ней, и все это вставляется в патрон и закрепляется нарезной пробкой. Спиральная пружина служит для возврата дугогасительной трубки при ее перемещении в исходное положение. Конец дугогасительной трубки, выступающий из патрона наружу, нарезан и на него навинчивается латунный наконечник (черт. 4а, поз. 9) с конусной головкой и отверстием по оси диаметром 6,5—7 мм, в который входит конец стержня.

Головка конусного наконечника имеет бортик для захвата ее отключающей вилкой (черт. 4, поз. 16). Отключающие стальные вилки шарнирно прикрепляются к ножам разъединителя мощности.

Действие дугогасительной камеры

Схема токопрохождения разъединителя мощности при включенном его положении остается такой же, как и в нормальном разъединителе, с той разницей, что ток от шины, присоединенной к верхней части разъединителя мощности, переходит не непосредственно в отходящую шину, а через шину, соединяющую дугогасительную камеру с ножами разъединителя. Таким образом как с точки зрения нормальной нагрузки, так и с точки зрения пропуска токов сквозных коротких замыканий мощности будет вести себя как нормальный разъединитель.

При отключении разъединителя мощности, когда его ножи начинают двигаться и выходят из контактов, отключающие вилки, прикрепленные к ножам, своими концами доходят до бортиков головок наконечников дугогасительных камер и захватывают их. Благодаря тому что вилки укреплены на ножках не жестко, а имеют возможность вращаться в пределах небольшого угла, наконечники и соединенные с ними дугогасительные трубки в некоторый короткий промежуток времени не вытягиваются вилками из патрона.

В этот момент параллельно основным контактам разъединителя оказывается включенной цепь: нож разъединителя → вилка → наконечник → стержень → держатель → и шина, соединяющая дугогасительную камеру с верхним контактом разъединителя. Благодаря наличию этой параллельной цепи размыкание основных контактов происходит без дугообразования. При дальнейшем движении ножей разъединителя вилки, упираясь в бортики наконечников, вытягивают их вместе с дугогасительной трубкой, сжимая при этом спиральную пружину

в патроне. В момент, когда стержень отрывается от наконечника, в дугогасительной трубе возникает дуга, растягивающаяся по мере ее движения. Под влиянием температуры дуги стенка метакриловой трубки начинает обильно газогенерировать. Образующиеся газы под давлением выходят через отверстие наконечника наружу, создавая продольное обдувание дуги в трубе, деионизируют и гасят ее. В дальнейшем вилки соскакивают с наконечников, дугогасительные трубки с наконечниками под действием спиральных пружин возвращаются в исходное положение, а ножи продолжают двигаться до упора.

При включении разъединителя мощности, благодаря тому что вилки с помощью пружин оттянуты в заднее положение, сначала замыкаются главные контакты и лишь после этого вилки доходят до наконечников дугогасительных трубок и заскакивают за их бортики. Благодаря этому слабая контактная система дугогасительной камеры разгружается от токов включения.

Так как контакт между наконечником и стержнем очень слабый (отсутствует нажатие), для предохранения контактов от обгорания и порчи время прохождения тока через них должно быть минимальным и должно быть обеспечено быстрое гашение дуги в дугогасительных трубках (1,5—2 периода). Для этой цели, а также для исключения влияния подтовленности и сноровки обслуживающего персонала, к разъединителю мощности пристраивается так называемый перекидной механизм.

Перекидной механизм и буферное устройство

Перекидной механизм (черт. 4) состоит из следующих основных деталей: 1) упора, привариваемого к валу разъединителя и представляющего собой втулку с выфрезерованной частью цилиндра; 2) рычага с приваренной к нему втулкой и штифтом; у втулки рычага также выфрезерована часть цилиндра; втулка одевается на вал разъединителя и выступом, оставшимся после фрезеровки, заходит в выемку упора, при этом она имеет возможность поворачиваться по отношению к упору на некоторый угол; 3) сектора, свободно сидящего на втулке рычага; штифт рычага одним концом помещается в радиальном вырезе сектора; 4) пружины, одним концом прикрепленной к крюку и другим к свободному концу штифта рычага.

Перекидной механизм действует следующим образом: при повороте сектора радиальный вырез своей стенкой упирается в штифт, поворачивает рычаг и начинает заводить пружину, при этом вал разъединителя остается неподвижным, так как все это время выступ втулки рычага имеет возможность перемещаться в выфрезерованной выемке упора. При подходе штифта рычага к мертвой точке выступ втулки упирается в упор и начинает поворачивать вал. Как только рычаг заходит за мертвую точку, растянутая предварительно пружина получает возможность сжиматься и тянет за собой штифт и рычаг, а последний через упор поворачивает вал, при этом, поскольку штифт рычага может свободно скользить в прорези сектора, скорость рычага и вала уже

не зависит от скорости сектора, а определяется исключительно параметрами пружины. Таким образом при помощи перекидного механизма устанавливается нужная скорость отключения, на величину которой не влияет сноровка обслуживающего персонала. При частых включениях на полную нагрузку это будет приводить к сохранению контактов от порчи токами включения. Сектор сопрягается с приводом через промежуточную деталь-штанку, которая может устанавливаться как с лицевой, так и с задней стороны разъединителя мощности и в обоих положениях регулируется по отношению к сектору на угол $\pm 36^\circ$.

В целях уменьшения механических нагрузок на фарфор к разъединителю пристраивается несложное буферное устройство.

Характеристика разъединителей мощности

Упрощенные разъединители мощности освоены в производстве цехом разъединителей мощности ВЭИ.

Испытания разъединителей мощности показали, что при напряжении 6,6 кв и $\cos \varphi = 0,8$ разъединители мощности легко справляются с гашением токов до 300 а.

Разъединители мощности выпускаемые ВЭИ, маркируются отключаемым током в 200 а при напряжении 6,6 кв. При этих данных и $\cos \varphi = 0,8$ дугогасительные трубки выдерживают двести-триста отключений без смены. При меньших токах число отключений увеличивается. При износе дугогасительные трубки легко могут быть заменены новыми.

Для включения и отключения разъединителя могут применяться любые приводы, обычно применяемые для нормальных разъединителей.

Габариты упрощенного разъединителя мощности даны на черт. 4 и 4а.

Исходя из того, что в основу конструкции упрощенного разъединителя мощности положен нормальный разъединитель, можно считать установленным для упрощенного разъединителя мощности следующие характеристики:

- 1) номинальное напряжение — 6,6 кв;
- 2) номинальный ток при замкнутых контактах — 400—600 а (в зависимости от типа реконструированного нормального разъединителя);
- 3) минимальный отключаемый ток — не ограничен;
- 4) максимальный отключаемый ток — 200 а;
- 5) число отключений без смены трубки при $I = 200$ а, 200÷300;
- 6) динамическая и термическая устойчивость — в зависимости от типа реконструированного разъединителя.

4. УКАЗАТЕЛЬНОЕ ВСТРОЕННОЕ РЕЛЕ (блинкер)

Указательное встроенное реле (блинкер) представлено на черт. 5 и состоит из П-образного магнитопровода 1, захватывающего проходную шину 3, якоря с толкателем 2 и указателя срабатывания 4. Магнитопровод сжат между двумя скобами верхней 5 и нижней 6. Нижняя скоба служит одновременно для крепления магнитопровода к шине, а верхняя кроме того имеет два ушка, через которые проходит ось 7, несущая на себе якорь

и указатель срабатывания. При нормальной работе указатель находится в верхнем положении, западая за мертвое положение и опираясь на упор 17. Во избежание ложных выпадений указателя срабатывания предусмотрен пружинящий предохранитель 9, представляющий собой упругую изогнутую пластинку, закрепленную под гайку упора блинкера. При срабатывании, т. е. при натяжении якоря, толкатель опрокидывает указатель, который поворачивается примерно на 180° вокруг оси и таким образом показывает обратную сторону, окрашенную в другой яркий цвет.

Во избежание отброса якорем указателя обратно в верхнее положение внизу предусмотрен опорный болт 10. Противодействующая сила развивается пружинной 11, которая одним концом упирается в толкатель якоря, а другим в чашечку (шайбу) гайки 12, сидящую на регулировочном болте 13, который служит как бы осью пружины. Регулировочный болт проходит свободно через отверстие в толкателе и закрепляется на шине с помощью двух гаек и двух контргаек.

Регулирование тока срабатывания производится путем затяжки пружины с помощью регулировочной гайки.

Для уменьшения потоков рассеяния, а также во избежание появления сил трения от ржавчины (при работе в условиях сырости) ось изготавливается из латуны проволоки, а между ушками якоря и сердечника ставятся латунные шайбы 14 толщиной 1—1,5 мм. Таким образом исключается непосредственное соприкосновение и взаимное трение подвижных железных частей.

Сердечник блинкера крепится к отрезку медной шины с помощью четырех болтов. Кроме этого в шине сделано еще пять отверстий для закрепления регулировочного винта и упоров.

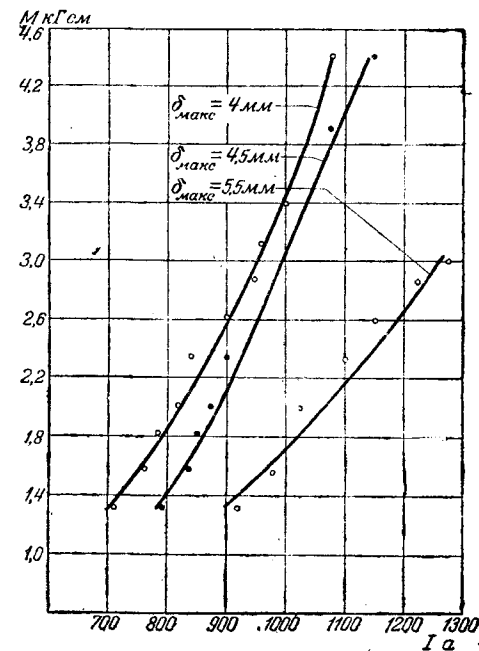
Необходимо отметить, что вполне возможен вариант крепления блинкера прямо на рабочей токоведущей шине. В этом случае необходимость сверления двух крайних отверстий отпадает, а для остальных семи отверстий можно сделать несложный кондуктор, который даст возможность быстро и удобно устанавливать блинкер на любом участке вертикальной шины.

Опытами было установлено, что допустимо довольно значительное отклонение шины от вертикального положения. Так, например, для приготовленного образца блинкера отклонение на 8° — 12° не влияет на его работу (следовательно, в этом отношении требования строгой вертикальности положения шины излишни).

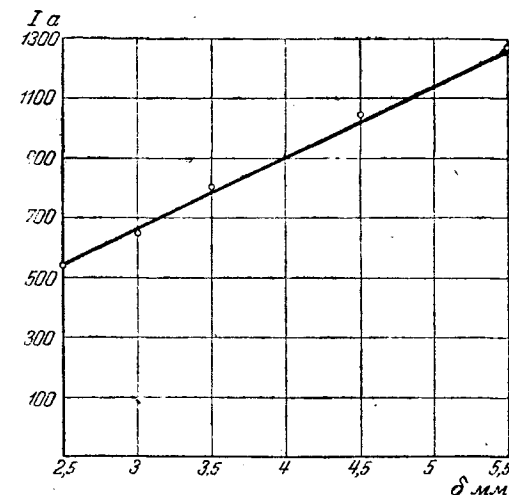
Все железные части блинкера должны быть покрашены противокоррозийным лаком, защищающим от их окисления.

Ввиду отсутствия вторичных цепей вопросы изоляции отпадают (магнитопровод крепится прямо на шине); лишь в месте соприкосновения магнитопровода с шиной последняя обматывается двумя слоями бандажной ленты, пропитанной лаком (во избежание появления токов Фуко при замыкании листов магнитопровода шиной).

Встроенный блинкер был подвергнут ряду испытаний. Снятие характеристик срабатывания реле (фиг. 6 и 7) показало, что с помощью регулирования затяжки пружины можно получить достаточно широкий диапазон регулирования от 800 до 1300 а. Большие токи сраба-



Фиг. 6.



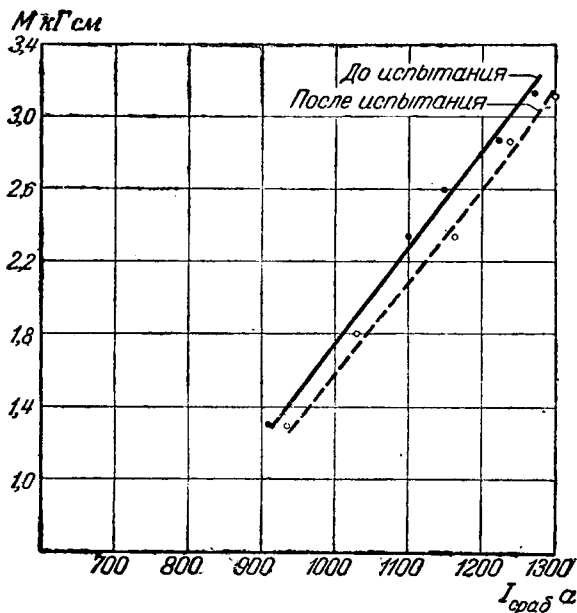
Фиг. 7.

тывания могут быть достигнуты с помощью изменения воздушного зазора; таким образом совместным регулированием может быть достигнут более широкий диапазон регулирования.

Для изменения воздушного зазора нужно сменить гайки, на которые опирается толкатель якоря, увеличив или уменьшив их общую высоту.

При испытании на нагрев при условии хорошего контакта шины реле с токоподводящими шинами при номинальном токе в 400 а блинжер практически не нагревался.

При испытании на многократное включение было дано триста включений при токе в 1 250 а и сняты характеристики до и после испытания (фиг. 8). Из фиг. 8 видно, что различие этих кривых срабатывания невелико и нигде не выходит за пределы 10%, тем более что отклонение кривой срабатывания после включения происходит всюду в одну сторону.



Фиг. 8.

При испытании на механическую прочность было дано до двадцати коротких замыканий с пиком тока, равным 16 000 а. Оказалось три последующем осмотре, что никаких механических изменений в блинжере не произошло. Необходимо отметить, что в испытуемом образце некоторые детали были выполнены из 1-мм листового железа вместо 2-мм, необходимого по чертежу. Следовательно, реле, выполненное по чертежу, будет обладать большим запасом прочности и сможет выдерживать большие токи короткого замыкания.

Экспериментально были определены моменты сил трения на оси реле и в предохранителе с помощью блока с грузиками. Момент сил трения на оси блинжера оказался равным 160 гсм. Момент сил трения на предохранительной пластине равен 400 гсм.

IV. СИГНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИГНАЛИЗАЦИИ О НАЛИЧИИ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Назначение сигнального устройства

Сигнальное устройство о наличии заземления предназначено для сигнализации о наличии заземления в разветвленной кабельной сети и для указания кабеля, на котором произошло заземление.

Основные технические требования к сигнальному устройству

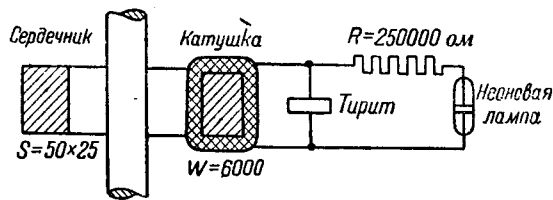
В технической периодике 1939—1941 гг. приводились статьи о применении трансформаторов Ферранти главным образом для целей защиты при заземлениях и лишь кое-где даются указания, что эти же трансформаторы употреблялись для сигнализации о наличии заземления.

Учитывая, что во многих случаях вместо применения релейной защиты можно ограничиться лишь сигнализацией о наличии заземления, был сконструирован трансформатор Ферранти для сигнализации о наличии заземления и указания аварийного кабеля, удовлетворяющий следующим требованиям:

- 1) надежность;
- 2) срабатывание при токе нулевой последовательности в 5 а;
- 3) простота, компактность и дешевизна.

Принцип действия сигнального устройства

Сигнальное устройство (фиг. 9) состоит из шихтованного сердечника, который насаживается на кабель и в свою очередь имеет на себе катушку из тонкой проволоки. При появлении тока нулевой последовательности в катушке наводится напряжение, которое подводится к неоновой лампе.



Фиг. 9.

По достижении первичным током контрольной величины (5 а) напряжение в катушке достигает величины напряжения зажигания, лампа загорается и светит яркочерным светом.

Конструкция сигнального устройства

Сигнальное устройство состоит из следующих деталей (черт. 6):

- а) сердечника из шихтованной стали;

- б) катушки;
- в) панели (верхняя и нижняя);
- г) сопротивления Каминского;
- д) тирита.

Сердечник может собираться из листов толщиной 0,5 мм в двух вариантах:

- а) либо из одинаковых Г-образных полос;
- б) либо из П-образных полос с последующим шихтованием четвертой стороны прямыми полосами (фиг. 10).

Второй вариант имеет преимущество более легкой сборки: предварительную сборку П-образных листов и посадку катушки можно производить не на кабеле и при установке на кабель остается лишь зашихтовать четвертую сторону.

Однако, если нет специальных приспособлений для раскройки стали (особенно для П-образных полос), первый вариант раскройки может оказаться более выгодным, если учесть меньшее количество отходов стали.

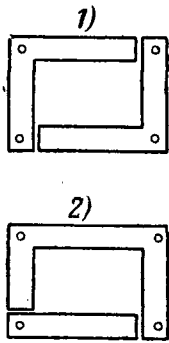
С той стороны сердечника, где находится катушка, на двух флангах (которые крепятся под стяжные болты сердечника) крепятся две гетинаксовые панели размером 130 × 60, между которыми зажимается кусок тирита.

Размер тирита определен опытным путем.

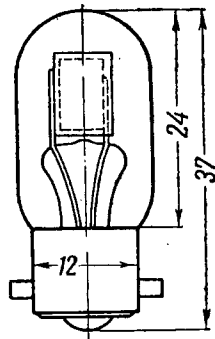
Наиболее целесообразно взять примерно одну четверть обычного стандартного тиритового диска диаметром 150 мм. Этот кусок тирита имеет удобные габариты, позволяющие хорошо скомпоновать все сигнальное устройство, весьма значительно ограничивает напряжения при больших токах в кабеле, но почти не оказывает влияния в сторону понижения чувствительности при первичном токе в 5 а. Такой кусок тирита получается легко и в технологическом отношении — тирит может быть легко отколот резкими ударами зубила. Конечно, возможно и специально отпрессовывать необходимые небольшие диски тирита, но проще на первое время использовать отбракованные тиритовые стандартные диски от тиритовых разрядников.

Концы ст катушки проходят через отверстие в нижней панели и присоединяются: один к клемме сопротивления Каминского и второй к выводной клемме. Параллельные ответвления к тириту выполнены в виде металлических полосок, которые зажимаются с обеих сторон тирита. Таким образом все соединения выполнены по возможности внутри сигнального устройства, чем уменьшается возможность случайного обрыва соединительных проводов.

На лицевой стороне верхней панели крепятся сопротивление Каминского (250 ÷ 300 тыс. ом) и выводные клеммы. К последним присоединяется неоновая лампа МН-3 (фиг. 11) с параметрами $U = 48—65$ в, $I = 1$ ма, цоколь Свана, которая может быть помещена в любом месте — в коридоре управления, на щите управления и т. п.



Фиг. 10.

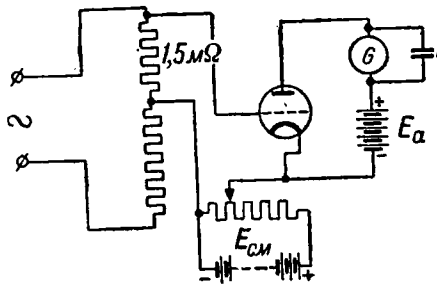


Фиг. 11.

Исследование сигнального устройства

Образцы сигнального устройства были подвергнуты испытаниям.

Измерение амплитуды напряжения в широком диапазоне было проведено по схеме (фиг. 12) с триодным амплитудным вольтметром и делителем на сопротивлениях Каминского. В этой схеме лампа CO-118 работает в ре-



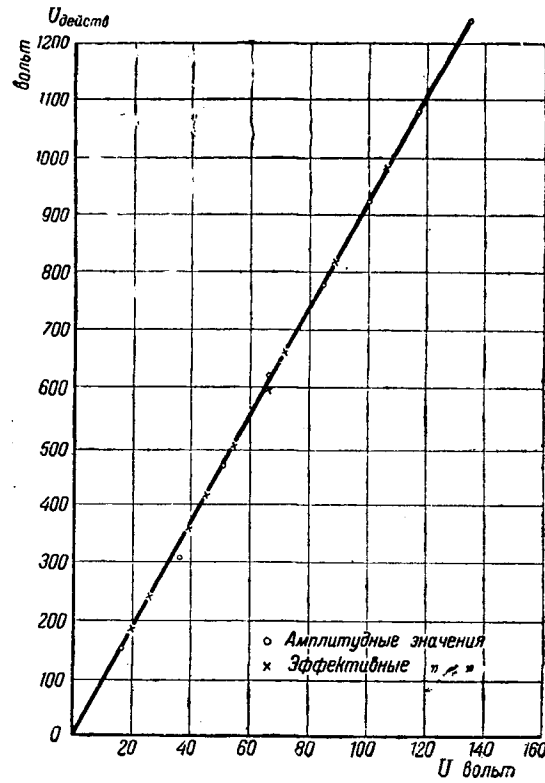
Фиг. 12.

жиме анодного детектирования. Напряжение со ступени делителя (1,5 мгом) подается на сетку. Напряжение смещения создается на вспомогательном потенциометре, который питается от двух анодных батарей БАС, соединенных последовательно.

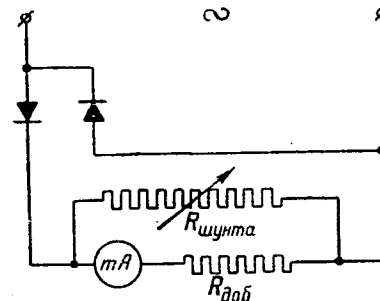
Градуировочная кривая для этой схемы изображена на фиг. 13 и представляет прямую, почти совпадающую с градуированной кривой для переменного тока.

Для измерения тока применялась схема с катроексами (фиг. 14), которая позволила переменные токи малой величины измерять гальванометром магнитоэлектрической системы.

Фиг. 15 изображает кривые намагничивания для двух образцов. Кривые почти идентичны в начальной части.



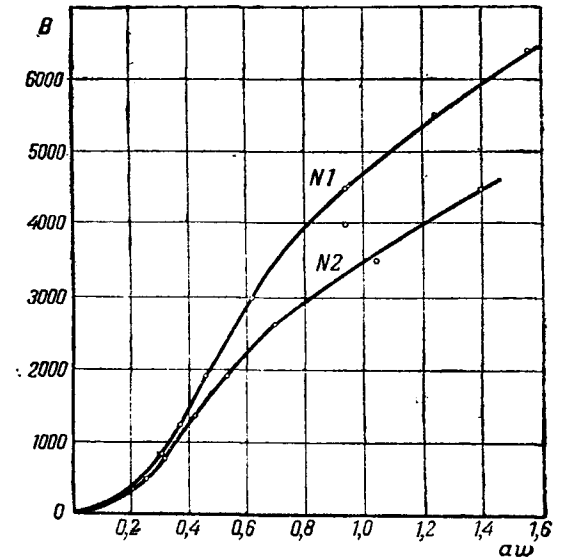
Фиг. 13.



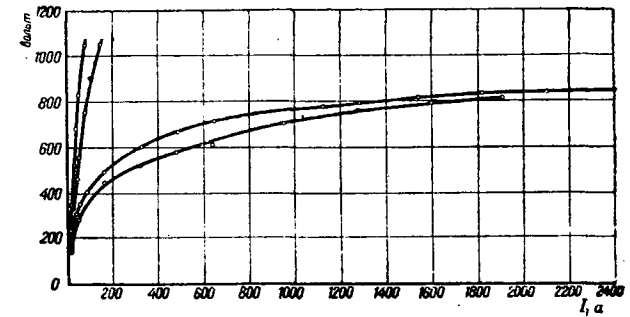
Фиг. 14.

Фиг. 16 дает зависимость напряжения на катушке от величины тока нулевой последовательности через кабель:

$$E = f(I_1) \text{ с тиритом и без тирита}$$



Фиг. 15

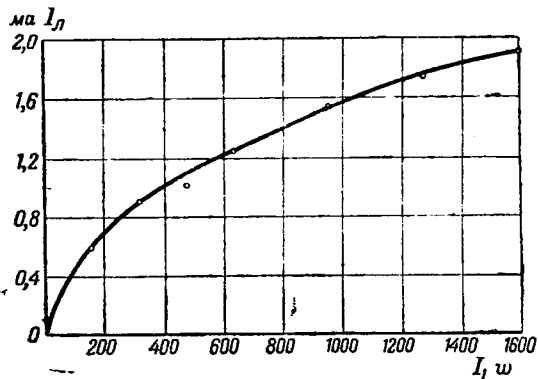


Фиг. 16.

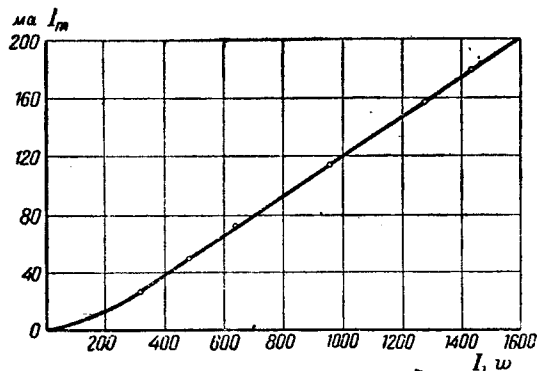
Эти кривые показывают очень сильное снижение напряжения на катушке при шунтировании ее тиритом. Из кривых видно, что напряжение возрастает при шунтировании тиритом все более и более медленно, и по характеру роста кривой можно заключить, что амплитуда напряжения на катушке не будет превосходить 950—1000 в при токах, близких к токам короткого замыкания. Катушка же способна выдерживать напряжения значительно более высокие. Из кривой зависимости напряжения без подключенного тирита от величины первичного тока видно, что уже при первичном токе 150 а напряжение достигло величины 1100 в. Важно отметить, что тирит влияет на снижение амплитуды

туды напряжения сильнее, чем на эффективное значение, так как у синусоиды напряжения срезаются вершины и она приобретает тупую форму.

Характеристики на фиг. 17 и 18 дают величину тока через лампу и через тирит в зависимости от величины первичного тока через кабель. График тока через лампу показывает, что нарастание его происходит замедленно и, очевидно, не будет превосходить значения $2 \div 2,5$ ма при токах короткого замыкания, что вполне допустимо ввиду кратковременности такого аварийного режима. Кривая тока через тирит показывает резкое возрастание его, что и является причиной снижения напряжения на катушке при шунтировании ее тиритом.



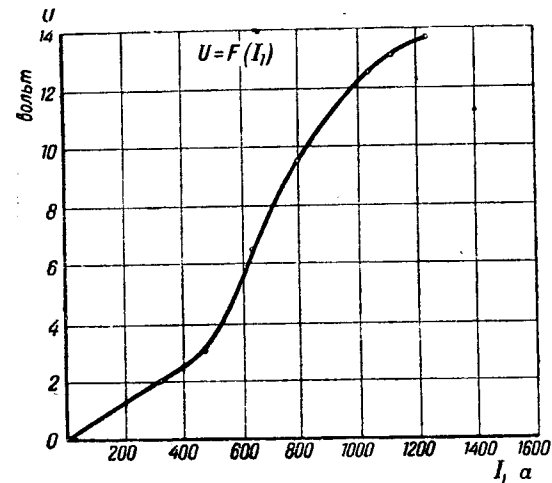
Фиг. 17.



Фиг. 18.

Фиг. 19 показывает напряжение небаланса. Как видно, напряжение небаланса невелико. При $I = 1250$ а оно не превышает 14 в. Напряжение небаланса приблизительно пропорционально первичному току и очень незначительно зависит от положения токнесущего кабеля в окне сердечника.

Для определения мощности, потребляемой неоновой лампой, и мощности катушки при зажигании были измерены суммарные токи через катушку в момент зажигания лампы — при 5 а первичного тока. Ток через катушку был равен 2 ма при напряжении 40 в. Ток через лампу был равен 1,5 ма при напряжении 39,5 в. Следовательно, мощность, потребляемая неоновой лампой, была равна $P = 39,5 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 0,06$ вт, т. е. потреб-



Фиг. 19.

ляемая мощность менее, чем у реле типа ЭТ. Мощность катушки $P = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 40 = 0,08$ вт.

Далее была произведена серия опытов для определения чувствительности сигнального устройства с лампами МН-3. Было опробовано семь ламп МН-3. Все они зажигались при первичных токах $I_1 = 4,6 \div 5,1$ а и эффективном значении напряжения в пределах $36 \div 44$ в.

V. РЕКОМЕНДУЕМОЕ КОНСТРУКТИВНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ УПРОЩЕННОЙ АППАРАТУРЫ НА ПОДСТАНЦИЯХ

Помимо своей несложности и простоты в изготовлении и эксплуатации описанная выше аппаратура является к тому же взрывобезопасной, что определяет конструктивное выполнение распределительных устройств и размещение в них аппаратуры.

Распределительные устройства могут быть размещены непосредственно в цехе и выполнены в открытом исполнении, за исключением выключателей на вводе, устанавливаемых во взрывобезопасной камере с выходом наружу. В этом случае распределительное устройство пристраивается к стене.

При отсутствии на вводе выключателя распределительное устройство может быть сооружено в любом месте цеха. Если распределительное устройство выполнить в сочетании с Внутренней открытой трансформаторной подстанцией (ВОТП)¹, то вся установка как вы-

сокого, так и низкого напряжения будет в открытом исполнении.

За исключением камер выключателей распределительное устройство может быть выполнено из полусгораемых материалов (штукатурка по дереву и пр.).

В соответствии с изложенными соображениями были разработаны чертежи, которые рекомендуются потребителям. На черт. 8 даются планы распределительных устройств, а на черт. 9—15 их разрезы.

На черт. 9, 10, 11, 12, 13 и 14 даются разрезы для отдельно стоящих распределительных устройств без установки трансформаторов, так как, руководствуясь § 115 п. 2 «Правил устройства электроустановок промышленных предприятий», трансформаторы для внутренней установки до 320 ква допускается устанавливать снаружи открыто.

На черт. 9а и 10а даются те же разрезы, что на черт. 9 и 10, но внутрицеховые, пристроенные к стене; прочие разрезы для внутрицеховых распределительных устройств будут идентичны с черт. 9а и 10а.

На всех перечисленных чертежах в качестве строительного материала показан кирпич, поскольку в данное время он зачастую является менее дефицитным, нежели полусгораемый материал (строительный лес, алебастр и пр.).

Расположение разъединителя мощности ниже плавкого предохранителя (черт. 11) объясняется необходимостью защитить фидер на случай отказа в работе разъединителя мощности при износе дугогасительной метакриловой трубки.

На черт. 15 дано примерное внутрицеховое открытое распределительное устройство в сочетании с ВОТП.

¹ См. гл. 18 «Правил устройства электроустановок промышленных предприятий».

VI. ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕКОМЕНДУЕМОЙ АППАРАТУРЫ НА МЕСТАХ

1. ПРЕДОХРАНИТЕЛИ¹

Изготовление плавких предохранителей в настоящее время налажено и ВЭИ в специально организованных мастерских (лаборатория коммутационной аппаратуры). Изготовление предохранителей описанной конструкции требует большой аккуратности и внимания, поэтому нельзя рекомендовать изготовление вставок и патронов на местах, если там не созданы надлежащие условия и персонал недостаточно подготовлен для этого дела.

В виде исключения можно допустить их изготовление только в некоторых энергосистемах при условии соответствующей подготовки кадров и обеспечения необходимой тщательности организации производства. Сработавшие предохранители следует, как правило, возвращать поставщику для их перезарядки.

2. РАЗЪЕДИНИТЕЛИ МОЩНОСТИ¹

Разъединители мощности конструкции ВЭИ могут быть изготовлены силами мастерских энергосистем при условии снабжения их дугогасительными метакриловыми трубками или блоками. Однако наиболее целесообразным следует считать такую организацию их производства, когда заказчик сможет получать от ВЭИ изготовленные камеры, которые можно легко смонтировать на местах.

3. УКАЗАТЕЛЬНЫЕ РЕЛЕ (блинкеры)

Первичные блинкеры могут вполне изготавливаться на местах при условии обеспечения этого производства опытными слесарями и при возможности обеспечить регулировку и настройку готовых аппаратов.

¹ Разъединители мощности и плавкие предохранители, разработанные ВЭИ, переданы в производство заводу "Уралэлектр-аппарат".

4. ПЕРЕСТРОЙКА ПРИВодОВ КАМ ИЛИ РБА

Перестройка приводов КАМ или РБА может быть вполне обеспечена в порядке монтажных работ на местах.

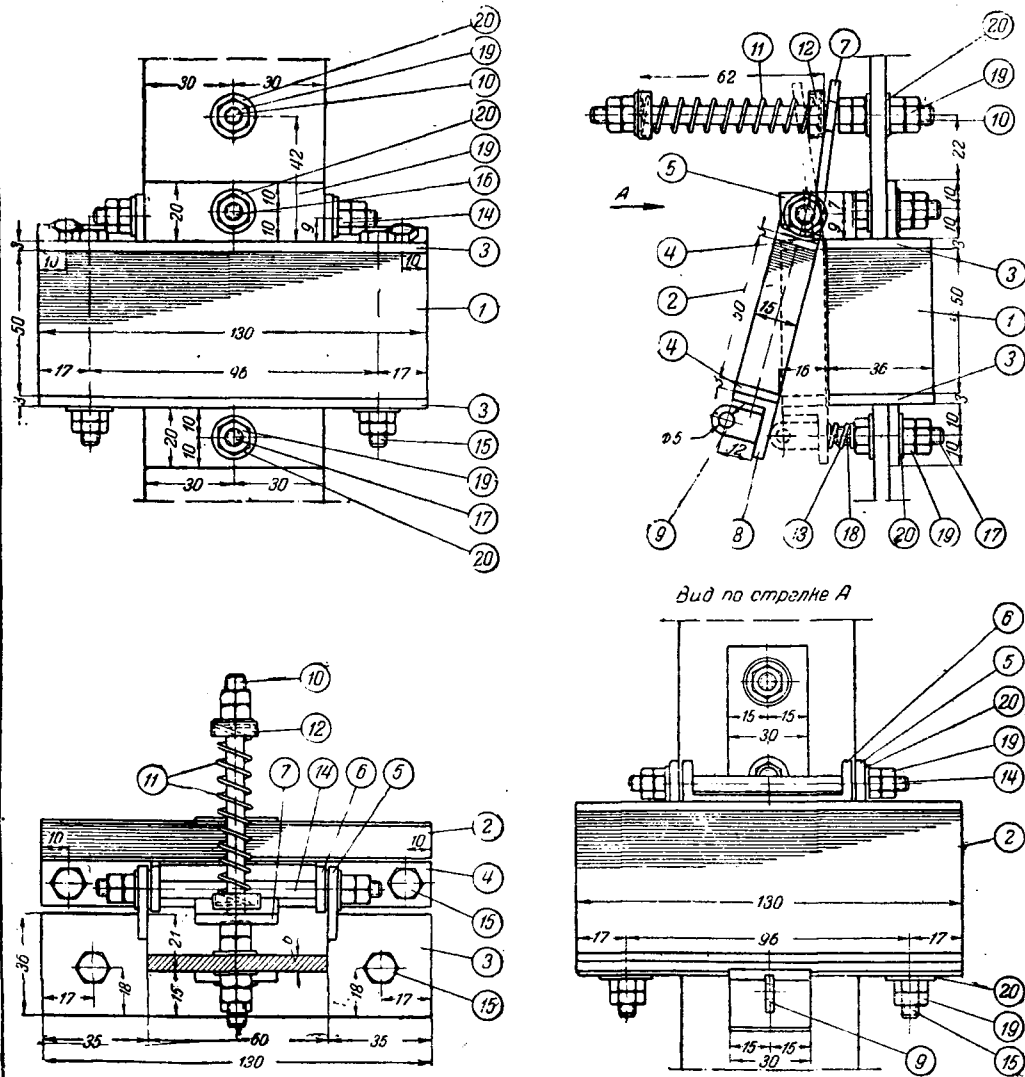
5. ПЕРВИЧНЫЕ РЕЛЕ ДЛЯ СЦЕПЛЕНИЯ С ПРИВОДАМИ ТИПА КАМ И РБА

Изготовление первичных реле для сцепления с приводами типа КАМ и РБА может быть организовано на местах при наличии опытных слесарей или электромехаников и возможности обеспечить регулировку и настройку реле (возможность получения токов, соответствующих токам срабатывания и измерительных приборов).

6. СИГНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИГНАЛИЗАЦИИ О НАЛИЧИИ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

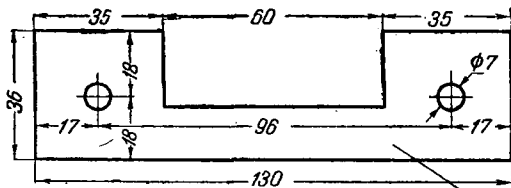
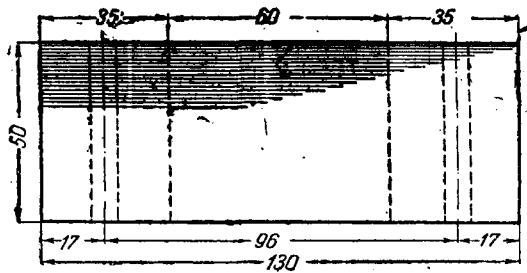
Сигнальное устройство для сигнализации о наличии заземления в кабельной сети может быть изготовлено силами мастерских энергосистем и др.

СПЕЦИФИКАЦИЯ



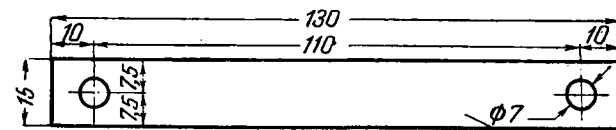
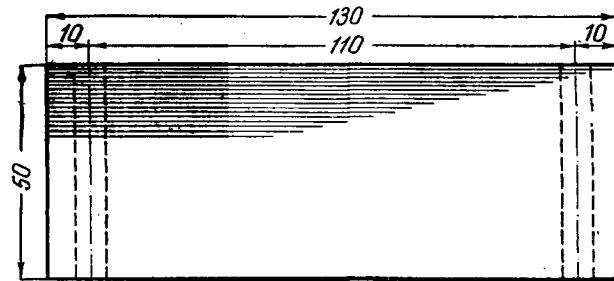
Черт. 1. Первичное реле.

№ позиции	Наименование	Количество	Материал	Размер по ОСТ	Длина	ОСТ	№ чертежа
1	Сердечник	1	—	—	—	—	1а
2	Якорь	1	—	—	—	—	1б
3	Накладка сердечника (верхняя и нижняя)	2	Лента стальная	36×5	130	2297	1в
4	Накладка якоря (верхняя и нижняя)	2	То же	15×3	130	2397	1г
5	Ушко	2	"	16×3	25	2397	1д
6	Верхняя скоба якоря	1	"	15×3	90	2397	1е
7	Язычок якоря	1	"	30×3	55	2397	1ж
8	Нижняя скоба якоря	1	"	30×3	35	2397	1з
9	Скоба для тиги	1	"	10×3	17	2297	1и
10	Регулировочная шпилька	1	Круглая сталь	∅ 6	115	2577	1к
11	Противодействующая пружина	1	Сталь	$D_0=15$ $d=1$	11 витков	—	1л
12	Чашечка	2	"	∅ 18; $\delta=1$	—	—	1м
13	Пружина для повышения коэффициента возврата	1	"	$D_0=10$ $\delta=1,5$	3 витка	—	1н
14	Ось якоря—шпилька	1	Латунь	∅ 6	95	—	1о
15	Стяжной болт сердечника и якоря	4	Сталь	∅ 6	70	20035-38 т-1	—
16	Болт для крепления реле к шине	1	"	∅ 6	25	20345-38 т-1	—
17	Шпилька для крепления реле к шине и крепления пружины	1	Проволока	∅ 6	35	2577	1п
18	Шплинт	1	"	∅ 0,8—12	150	—	—
19	Гайка	22	Сталь	∅ 6	38'0	—	—
20	Шайба	15	"	∅ 6	31'00	—	—



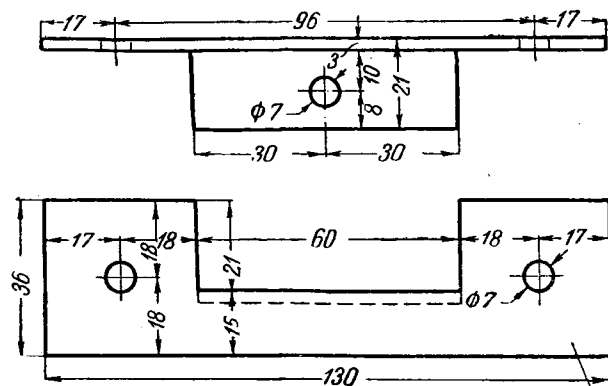
Покрасить лаком с одной стороны

Черт. 1а.



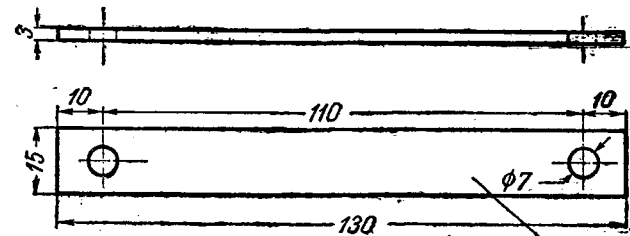
Покрасить лаком с одной стороны

Черт. 1б.



Покрасить лаком с одной стороны

Черт. 1в.



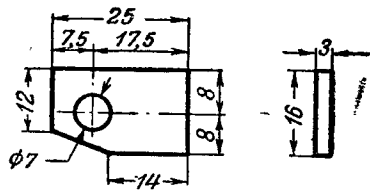
Покрасить лаком с одной стороны

Черт. 1г.

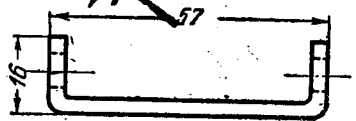
~~ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА~~

894/33

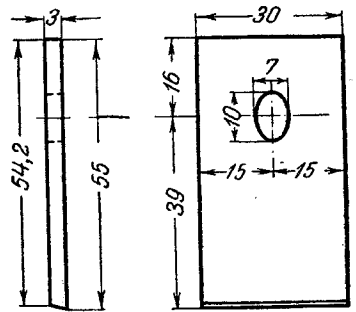
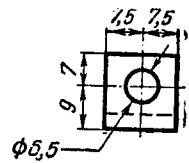
44



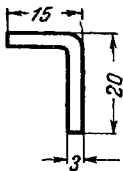
Черт. 1д.



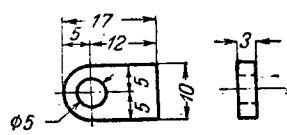
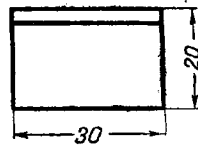
Черт. 1е.



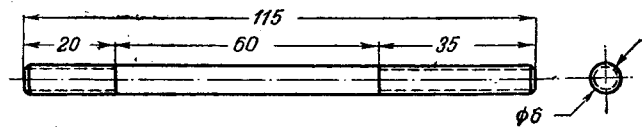
Черт. 1ж.



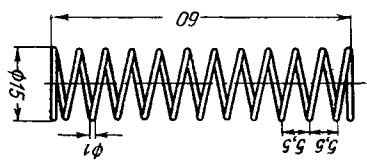
Черт. 1з.



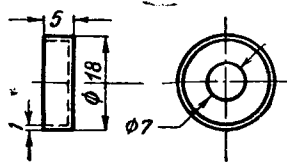
Черт. 1и.



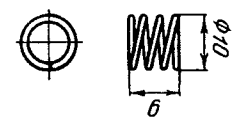
Черт. 1к.



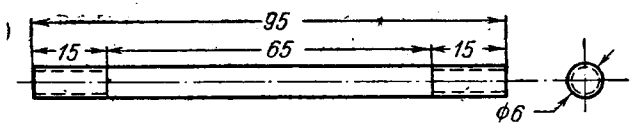
Черт. 1л.



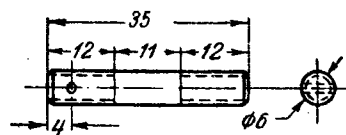
Черт. 1м.



Черт. 1н.



Черт. 1о.



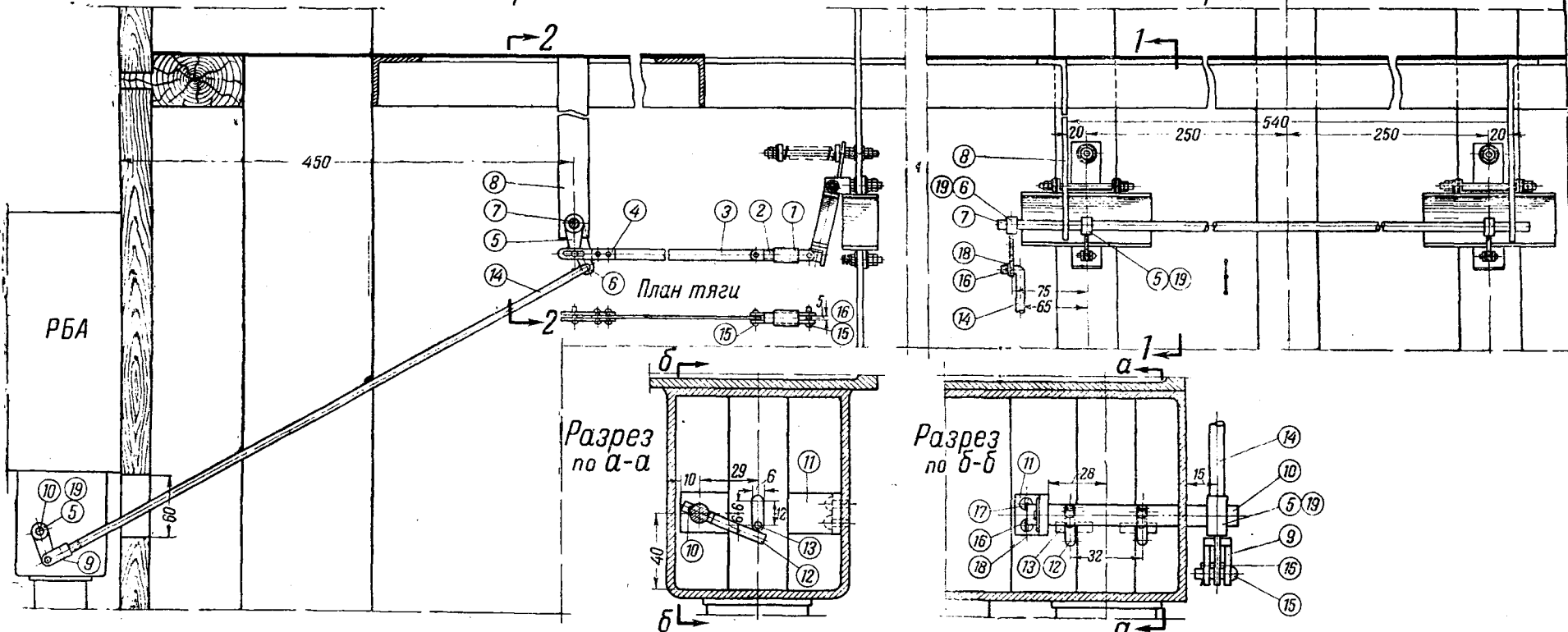
Черт. 1п.

ГОС ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ

9933/20

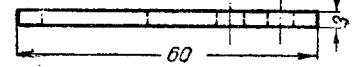
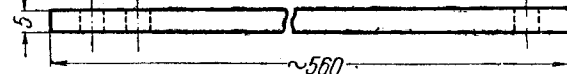
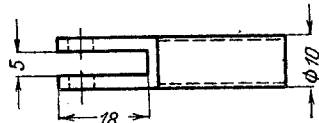
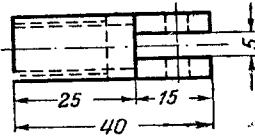
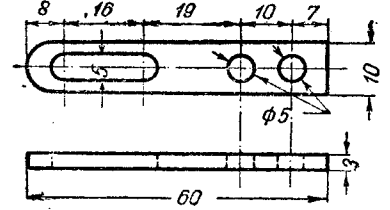
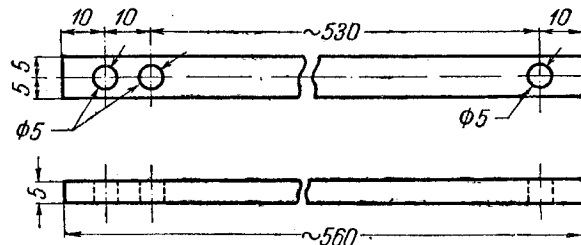
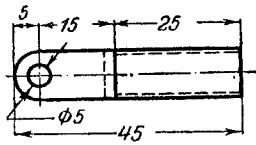
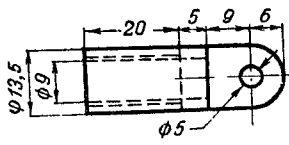
Разрез 1-1

Разрез 2-2



Черт. 2. СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ: ПЕРВИЧНОЕ РЕЛЕ—ПРИВОД РБА (КАМ)

№ пози-ции	Наименование	Количе-ство	Материал	Размер по ОСТ	Длина	ОСТ	№ черте-жа	№ пози-ции	Наименование	Количе-ство	Материал	Размер по ОСТ	Длина	ОСТ	№ черте-жа
1	Труба для тяги	2	Газовая труба	∅ 4	40	—	2а	9	Вилка	1	—	—	—	—	2з
2	Наконечник для тяги	2	Круглая сталь	∅ 10	45	10008-39	2б	10	Валик	1	Круглая сталь	∅ 10	105	10008-39	2и
3	Тяга	2	Текстолит	10×4	~ 560 точная длина по месту	—	2в	11	Подшипник для валика	1	Полосовая сталь	20×5	95	2398	2к
4	Наконечник для тяги	4	Лента стальная	10×3	60	2397	2г	12	Шпилька	2	Проволока	∅ 5	45	2577	2л
5	Рычаг малый	3	—	—	—	—	2д	13	"	2	"	∅ 5	15	2577	2м
6	Рычаг большой	1	—	—	—	—	2д	14	Тяга	1	"	∅ 8	~ 620 точная длина по месту	2577	2н
7	Валик	1	Круглая сталь	∅ 10	630	10008-39	—	15	Заклепка с полукруглой головкой	11	—	∅ 4	20	—	—
8	Подшипник для валика	2	Полосовая сталь	30×5	245	2398	2ж	16	Шпилька	7	Сталь	∅ 1	10	150	—
								17	Винт с полукруглой головкой	2	"	∅ 4	10	20007-38	—
								18	Шайба	2	"	∅ 10	—	3100	—
								19	Сипорный винт	4	"	∅ 5	7	20007-38	—

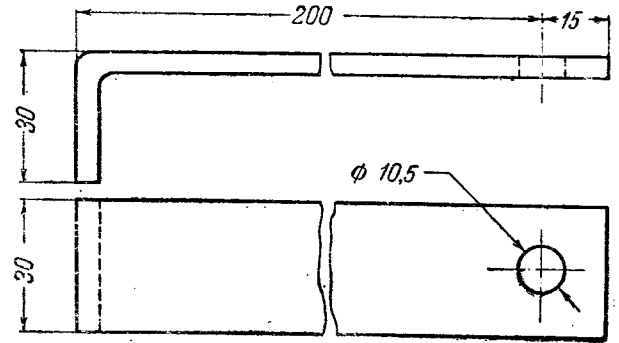
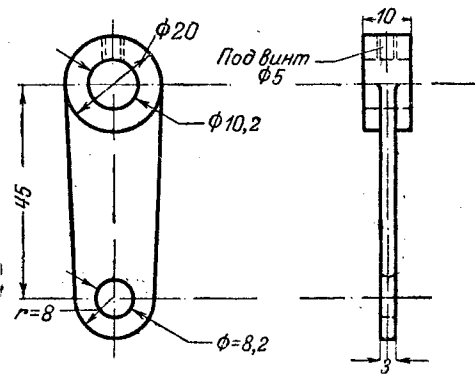
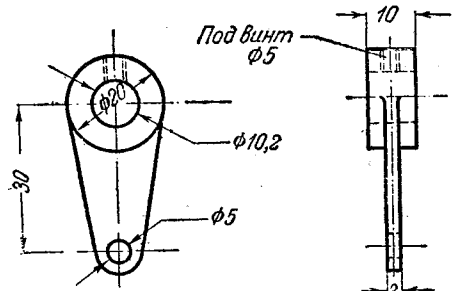


Черт. 2а.

Черт. 2б.

Черт. 2в.

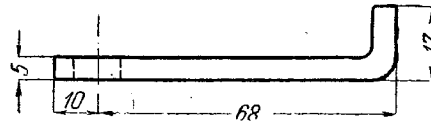
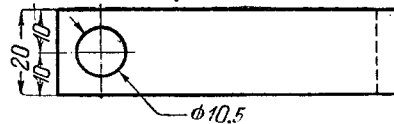
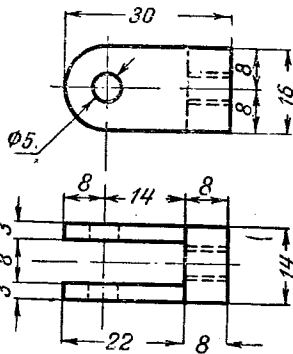
Черт. 2г.



Черт. 2д.

Черт. 2е.

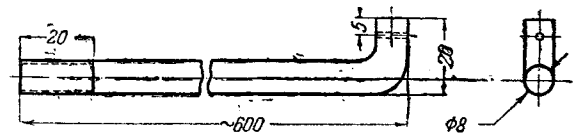
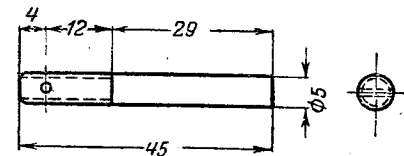
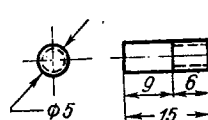
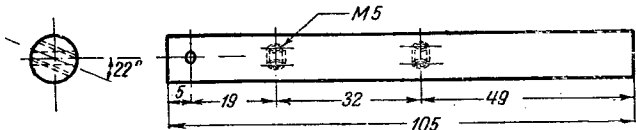
Черт. 2ж.



Черт. 2з.

Черт. 2и.

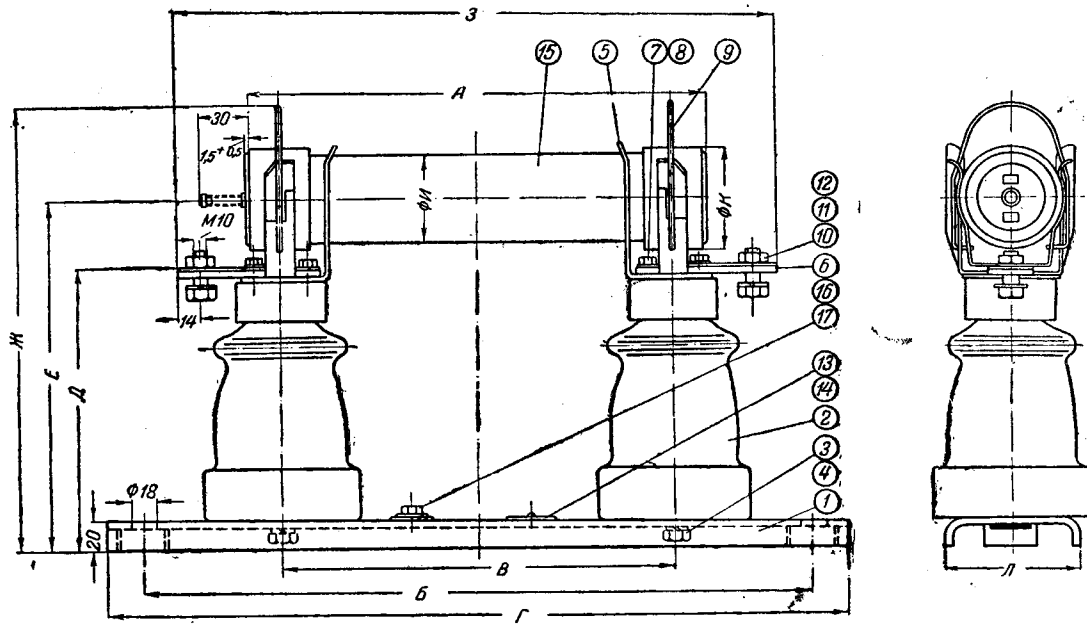
Черт. 2к.



Черт. 2л.

Черт. 2м.

Черт. 2н.



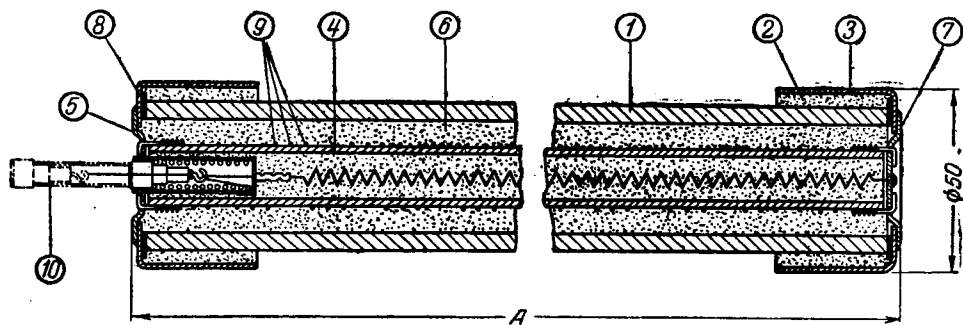
СПЕЦИФИКАЦИЯ

№ позиции	Наименование	Количество
1	Цоколь	1
2	Изолятор	2
3	Винт	2
5	Упорная скоба	2
6	Контакт	2
7	Винт	4
9	Пружина запирающая	2
10	Винт	2
13	Табличка	1
15	Патрон предохранителя	1

Черт. 3. Предохранитель на 6—10 кв, 100—200 мгва.

Номинальный ток в а	Напряжение в кв	Размеры ориентировочные											мгва
		А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	
От 20 до 50	6	310	450	270	500	195	240	305	400	60	70	90	100—200
	10	410	550	370	600	220	265	330	500	60	70	90	
До 15	6	250	450	270	500	195	230	275	345	40	50	120	
	10	335	550	370	600	220	255	300	430	40	50	120	
От 15 до 30	20	480	705	510	745	275 ¹	315 ¹	350 ¹	640	40	50	150	
		600	825	630	865	415	455	490	760	40	50	150	

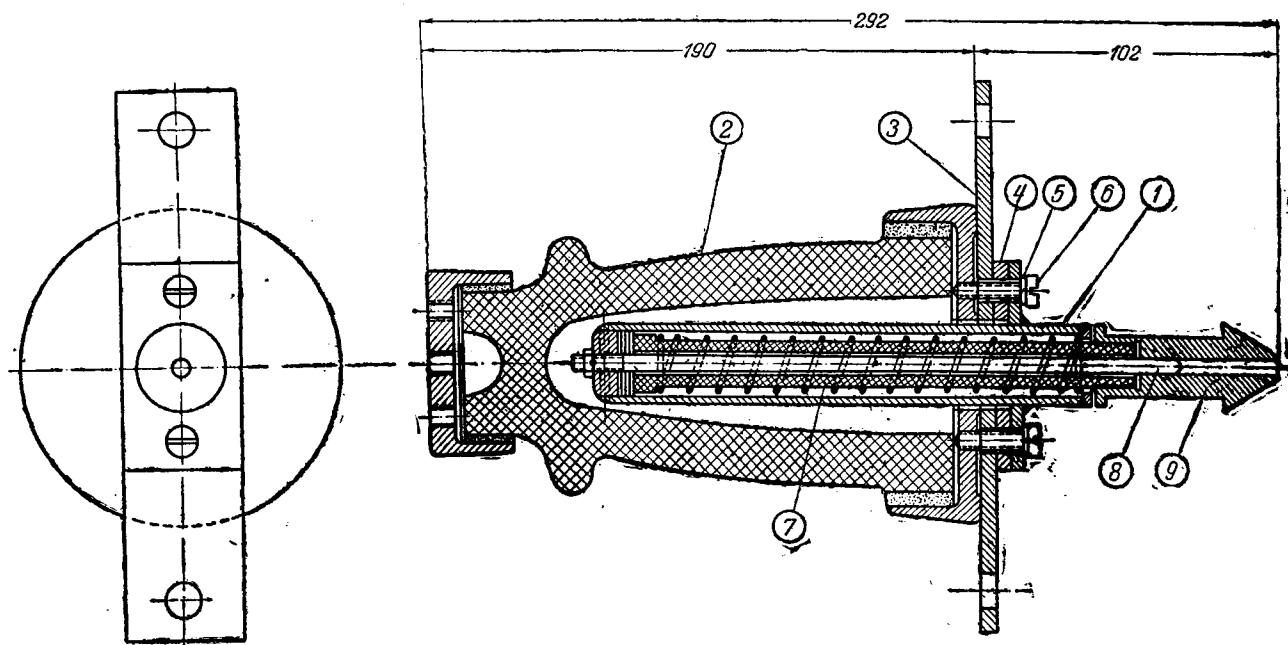
¹ При применении изолятора ИО-22.



Черт. 3а. Патрон предохранителя на 6 и 10 кв до 15 а.

СПЕЦИФИКАЦИЯ

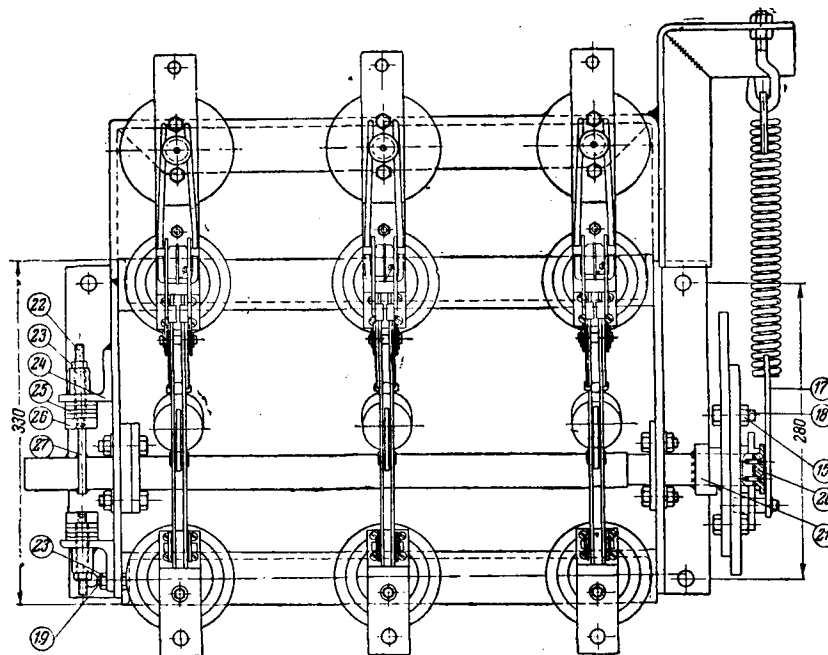
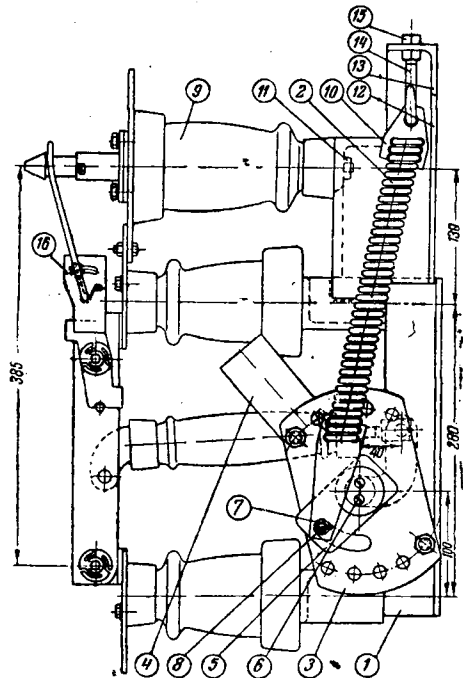
№ позиции	Наименование	Количество	Размер	Материал
1	Кожух	1		Фарфор
2	Замаска	1		Глето-глицерин
3	Колпачок	2		Латунь
4	Плавкая вставка	1		
5	Крышка указательная	1		
6	Наполнитель	1		Песок кварцевый
7	Крышка	1		Латунь
8	Прокладка	1		Асбест
9	Рабочие и вспомогательные проволочки	1		
10	Указатель срабатывания	1		



Черт. 4а. Дугогасительная камера разъединителя мощности.

СПЕЦИФИКАЦИЯ

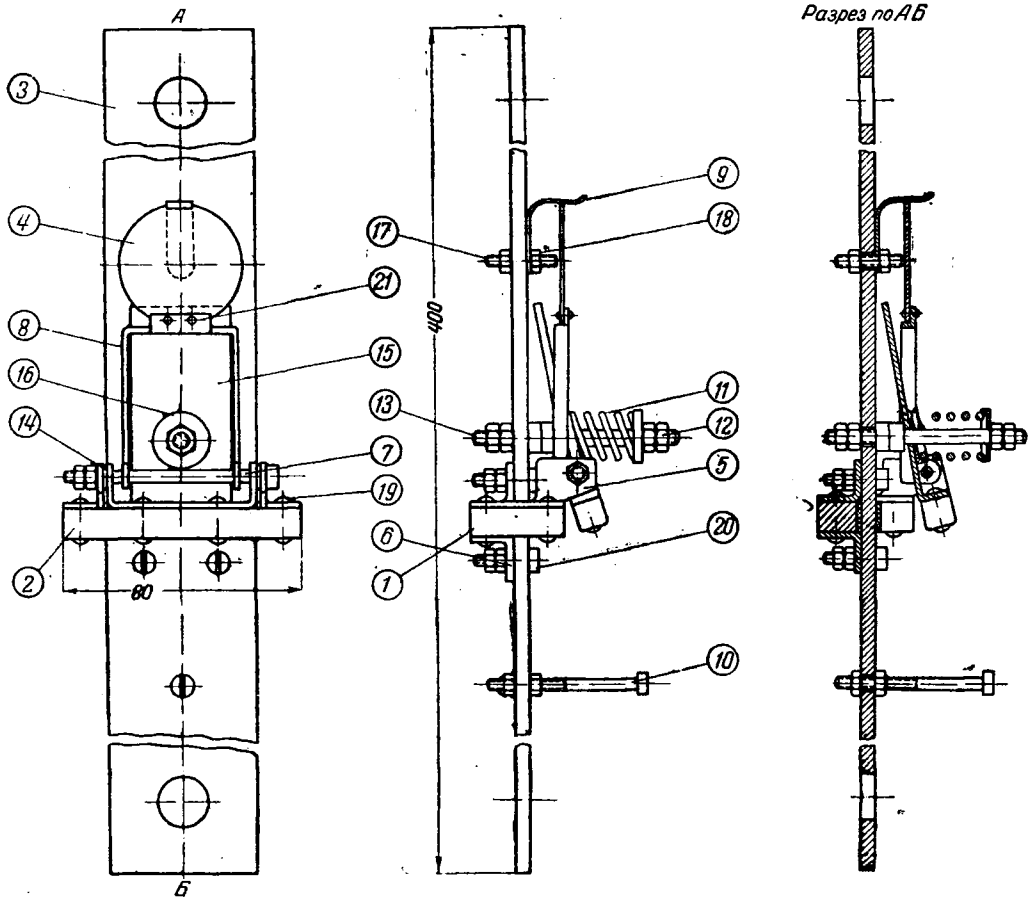
№ позиции	Наименование	Количество	Материал
1	Дугогасительный патрон	1	—
2	Изолятор ОА-10	1	—
3	Шинка	1	Красная медь
4	Шинная накладка	1	"
5	Шайба гровера	2	Сталь
6	Винт с круглой головкой	2	"
7	Дугогасительная грубка	1	Метакрил
8	Стержень	1	Сталь
9	Наконечник	1	Латунь



Черт. 4. Разъединитель мощности УРМ-1000.

СПЕЦИФИКАЦИЯ

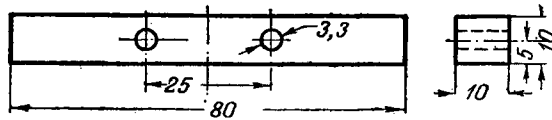
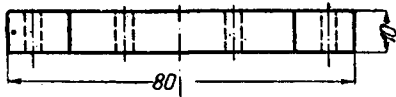
№ позиции	Наименование	Количество	Материал	Примечание	№ позиции	Наименование	Количество	Материал	Примечание
1	Разъединитель РВТ-32	1	—		15	Гайка М-10	4	Ст-3	
2	Пружина	1	Пруж. сталь		16	Отключающая вилка	3	—	
3	Сектор	1	Ст-2		17	Ушко	1	Ст-2	
4	Плитка	1	Ст-2		18	Болт М10×35×20	2	Ст-3	
5	Рычаг	1	—		19	Болт М8×20×15	2	Ст-3	
6	Винт М5×18—12	2	Ст-3		20	Фланец	1	Ст-2	
7	Шайба Ø 10	1	Ст-3		21	Упор	1	Ст-2	
8	Шплинт 3×20	1	Ст-3		22	Стержень	1	Ст-2	
9	Дугогасительная камера	3	—		23	Гайка М8	4	Ст-3	
10	Ушко	1	Ст-2		24	Угольник буфера	2	—	
11	Болт 3×20—15	3	Ст-3		25	Кольцо	8	Войлок	
12	Стойки	1	Угловая сталь-2		26	Сухарь	2	Ст-3	
13	Угольник	1	Угловая сталь-2		27	Рычаг	1	Ст-3	
14	Крюк	1	Ст-2						



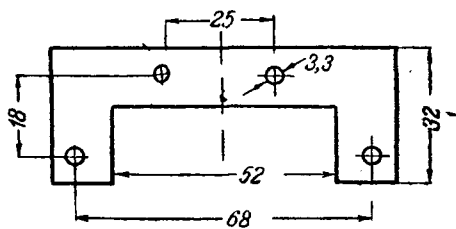
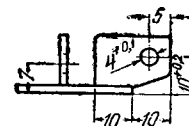
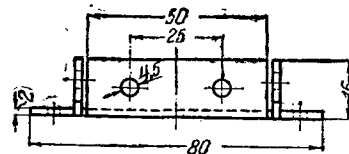
Черт. 5. Указательное встроенное реле.

СПЕЦИФИКАЦИЯ

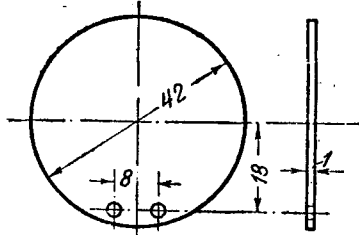
№ пози-ции	Наименование детали	Материал	Коллече-ство	№ чер-тежа
1	Магнитопровод	Трансформаторное железо 0,5 мм	1	5а
2	Якорь	То же	1	5б
3	Шина	Медь	1	—
4	Указатель срабатывания	Алюминий	1	5в
5	Верхняя скоба магнитопровода	Листовое железо 2 мм	1	5г
6	Нижняя скоба магнитопровода	То же	1	5д
7	Ось	Латунь \varnothing 4	1	5е
8	Скоба указателя	Листовое железо 2 мм	1	5ж
9	Предохранительная пластина	Латунь листовая 1 мм	1	5з
10	Опорный болт	Ст-3	1	—
11	Пружина	Сталь сереб.	1	5и
12	Регулировочная гайка	—	6	—
13	Регулировочный болт	—	1	5к
14	Шайба	Латунь	2	5л
15	Толкатель якоря	Сталь листовая 2 мм	1	5м
16	Колпачок	Латунь листовая	1	5н
17	Упор \varnothing 4 мм	—	1	—
18	Гайка	—	14	—
19	Заклепка 3 мм	—	8	—
20	Болт 4 мм	—	2	—
21	Заклепка 2 мм	—	2	—



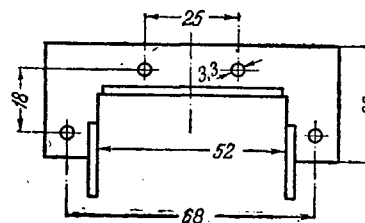
Черт. 56.



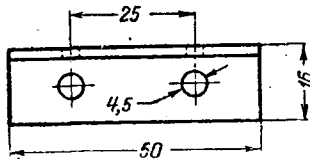
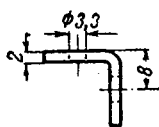
Черт. 5а.



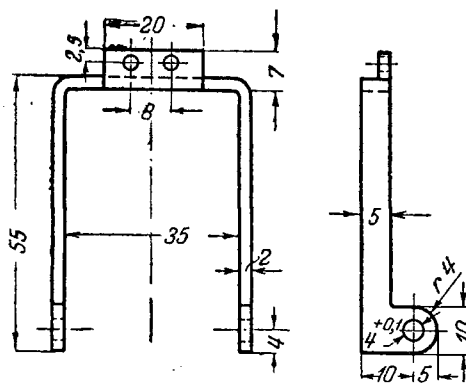
Черт. 5б.



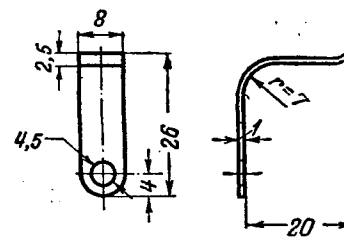
Черт. 5г.



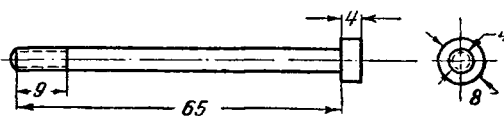
Черт. 5д.



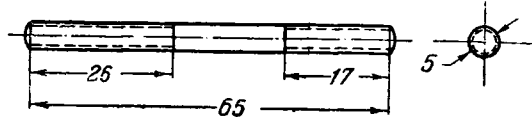
Черт. 5ж.



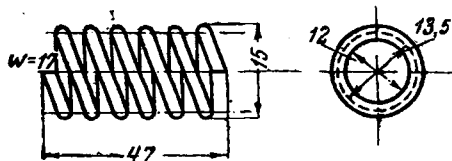
Черт. 5з.



Черт. 5е.



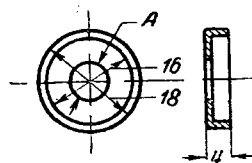
Черт. 5к.



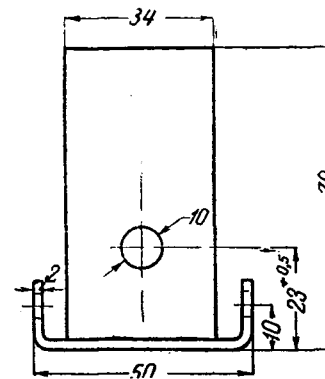
Черт. 5и.



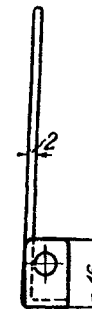
Черт. 5л.



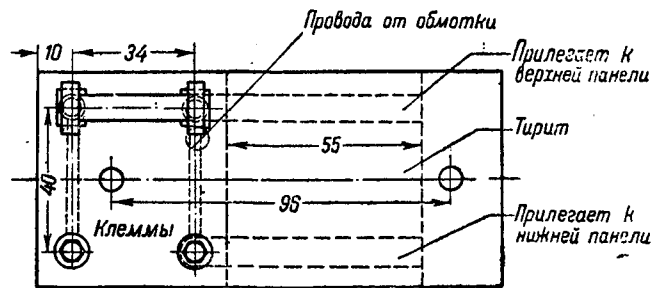
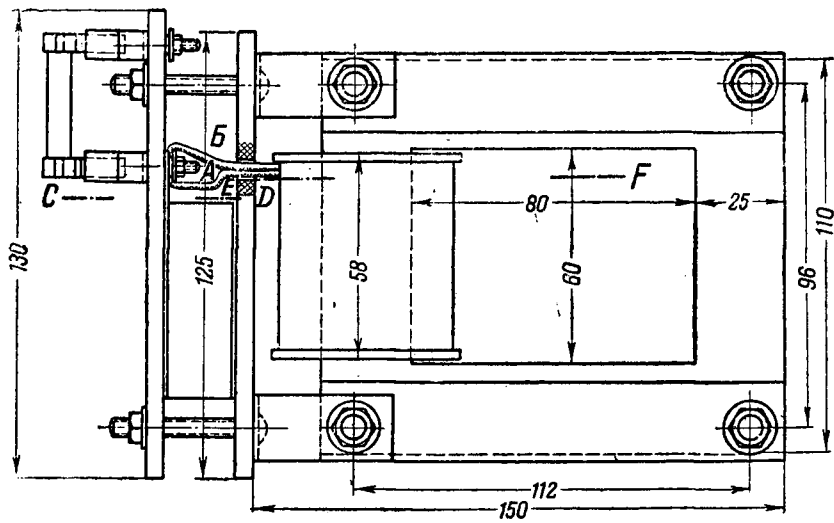
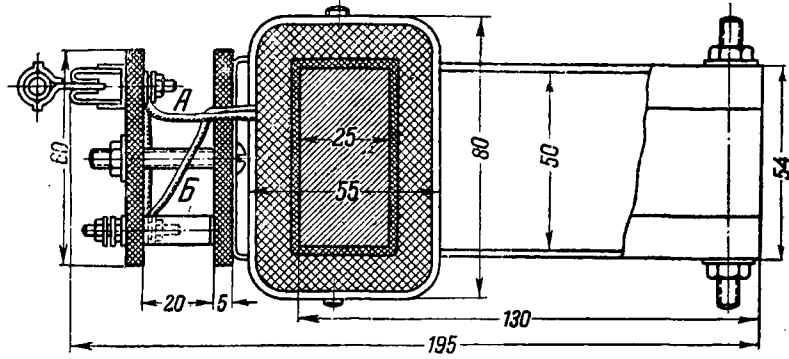
Черт. 5н.



Черт. 5м.

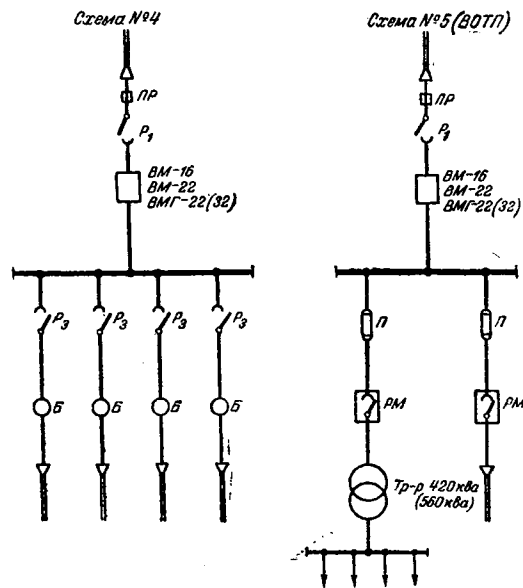
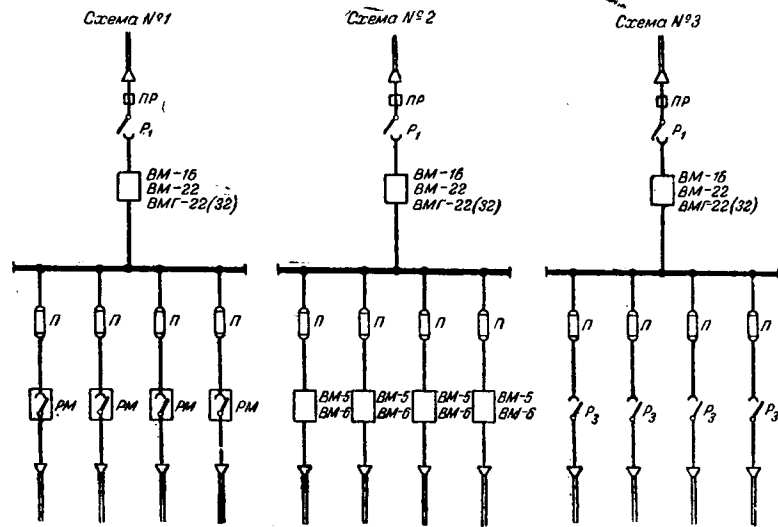


Разрез по CDEF



Лицевая сторона панели

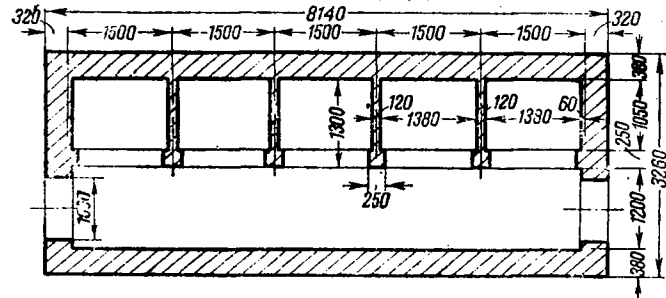
Черт. 6.



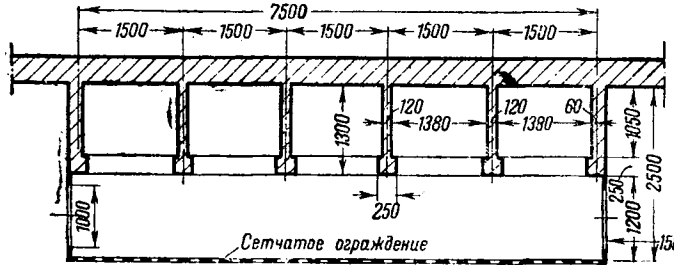
Условные обозначения:
 ВМ, ВМГ—масляный выключатель; РМ—разъединитель мощности; П—предохранитель; P₃—разъединитель трехполюсный; P₁—разъединитель однополюсный; ПР—первичное реле; Б—бликкер.

Черт. 7.

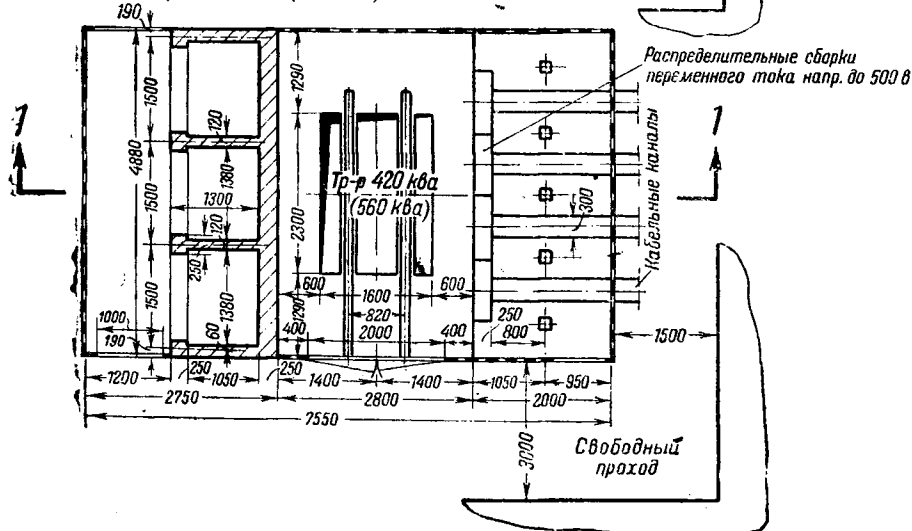
План отдельно стоящей п/станции с масляным выключателем ВМГ-22(32) на вводе (схемы NN 1,2,3,4)



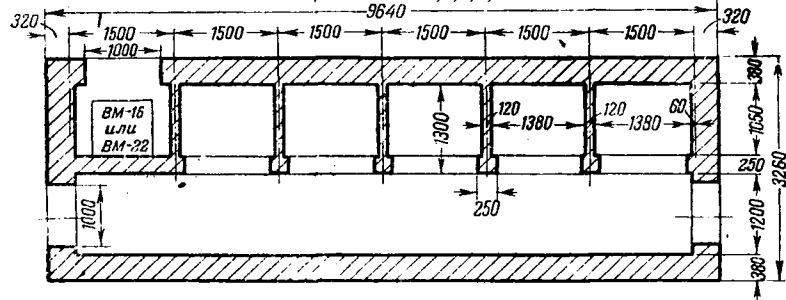
План внутрицеховой пристроенной к наружной стене п/станции с масляным выключателем ВМГ-22(32) на вводе (схемы NN 1,2,3,4)



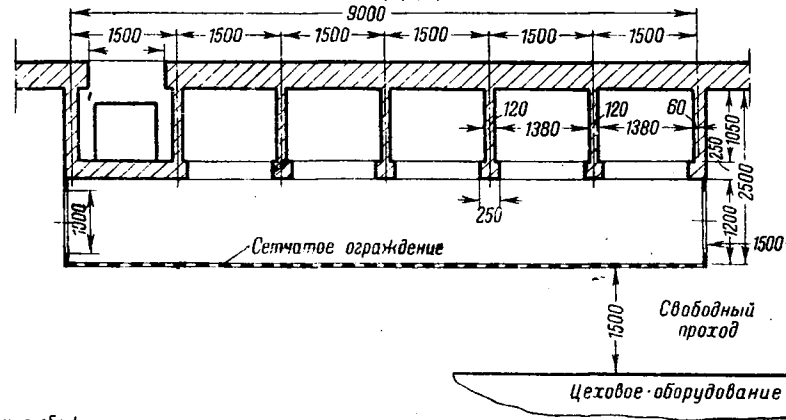
План внутренней открытой трансформаторной п/станции (ВОТ.П) по схеме N5



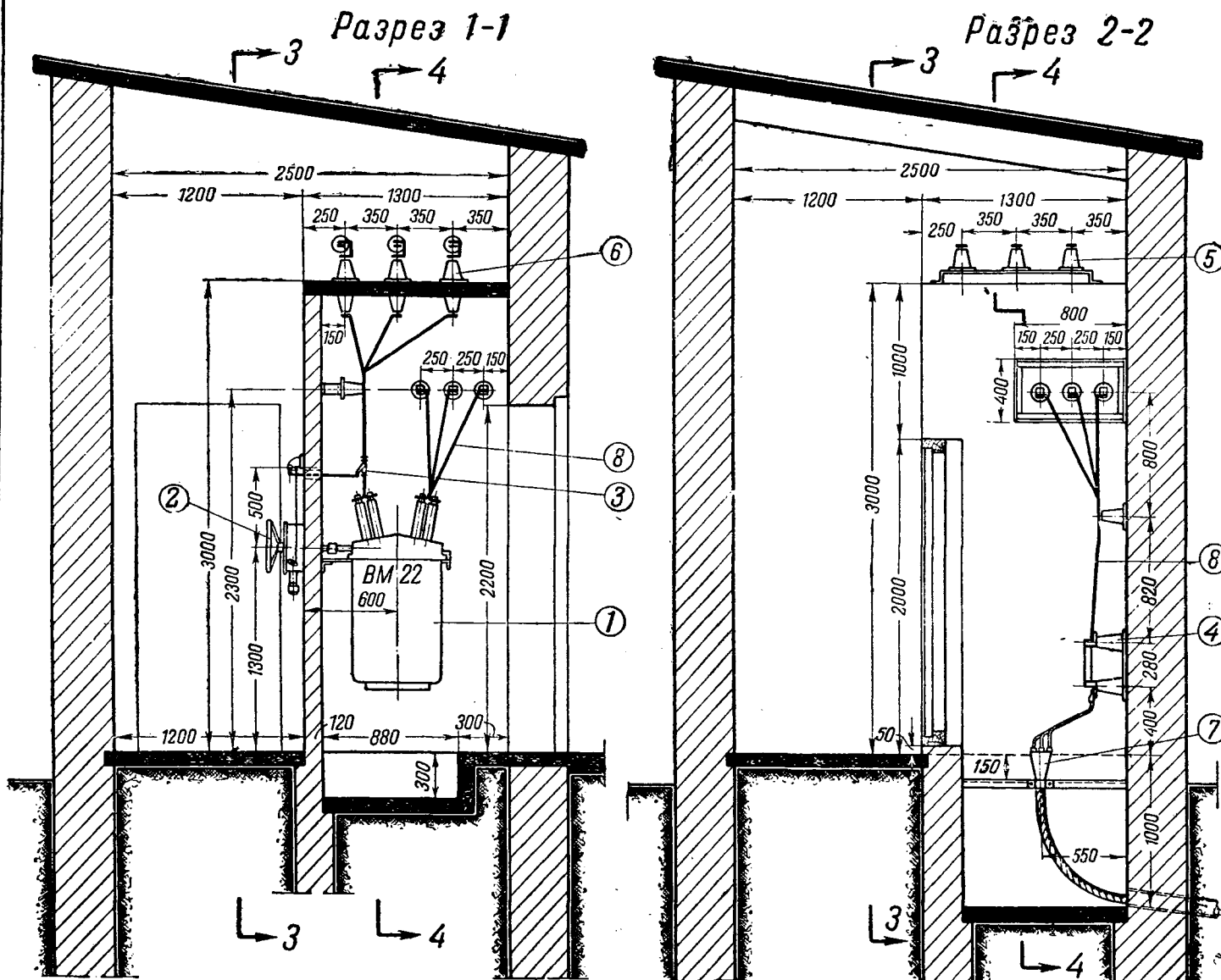
План отдельно стоящей п/станции с масляным выключателем ВМ-16 или ВМ-22 на вводе (схемы NN 1,2,3,4)



План внутрицеховой пристроенной к наружной стене п/станции с масляным выключателем ВМ-16 или ВМ-22 на вводе (схемы NN 1,2,3,4)



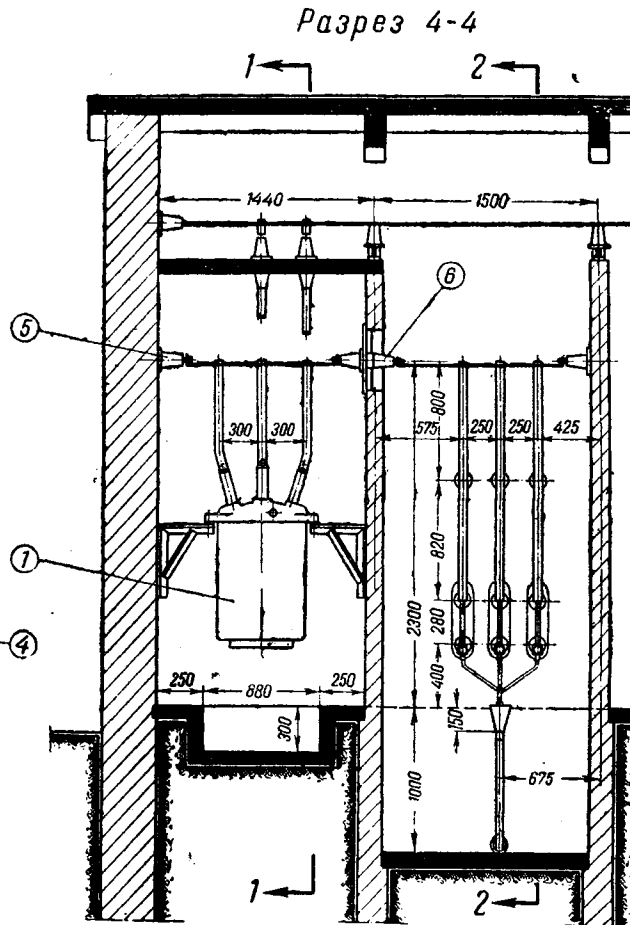
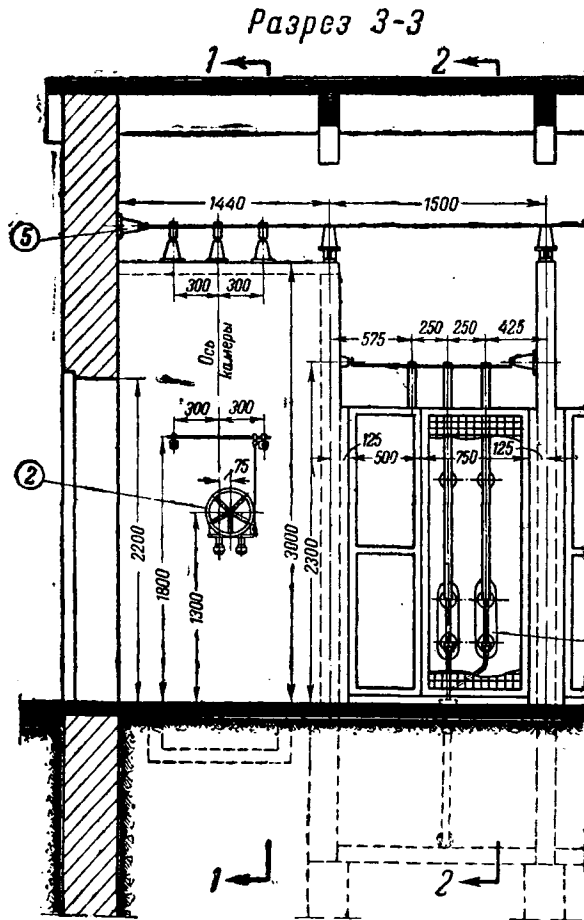
Черт. 8.



Черт. 9.

СПЕЦИФИКАЦИЯ

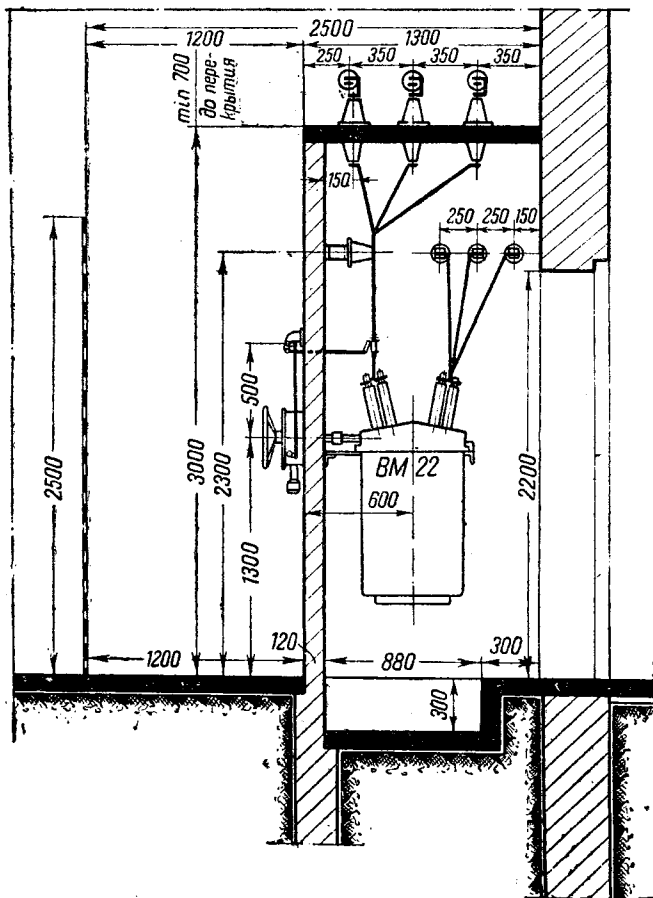
№ позиции	Количество	Наименование	Тип аппарата
1	1	Масляный выключатель	ВМ-22
2	1	Привод к масляному выключателю	КАМ
3	1	Первичное реле	ВЭИ
4	3	Разъединитель однополюсный	РВО-1
5	21	Опорный изолятор	ОА-6
6	6	Проходной изолятор	ПА-6/200
7	1	Кабельная воронка	—
8	30 м	Шины	—



Черт. 9.

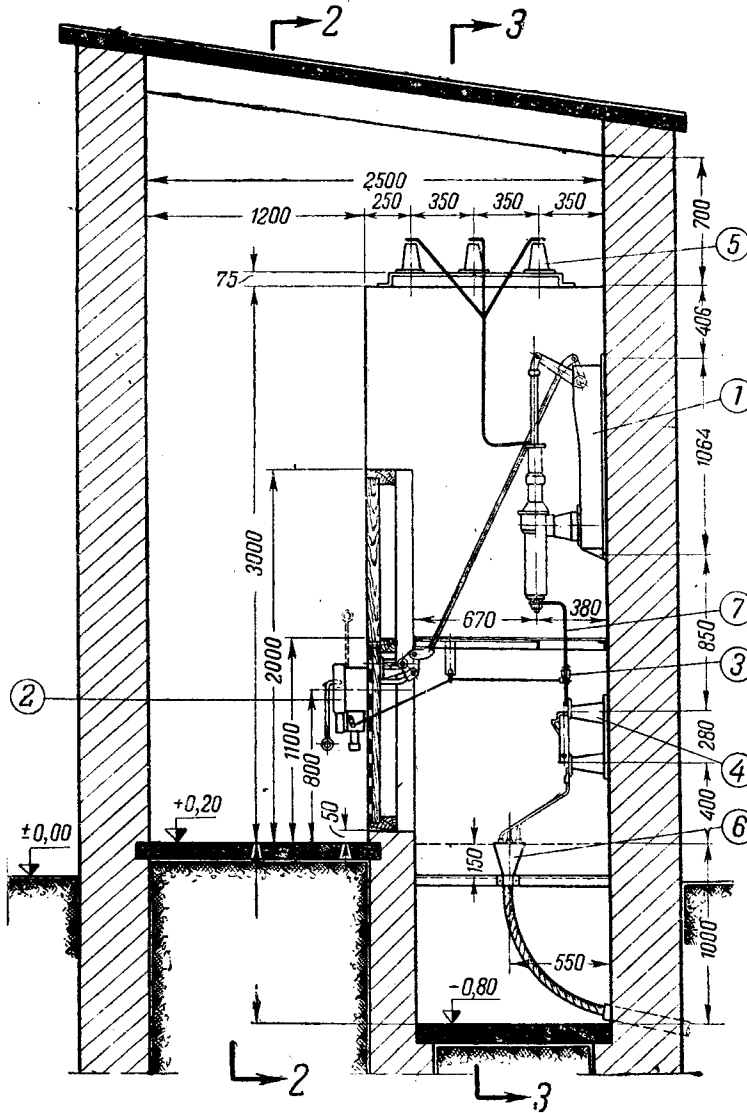
СПЕЦИФИКАЦИЯ			
№ позиции	Количество	Наименование	Тип аппарата
1	1	Масляный выключатель . . .	ВМ-22
2	1	Привод к масляному выключателю	КАМ
3	1	Первичное реле	ВЭИ
4	3	Разъединитель однополюсный	РВО-1
5	21	Опорный изолятор	ОА-6
6	6	Проходной изолятор	ПА-6/200
7	1	Кабельная воронка	—
8	30 м	Шины	—

Разрез 1-1



Черт. 9а.

Разрез 1-1



Черт. 10.

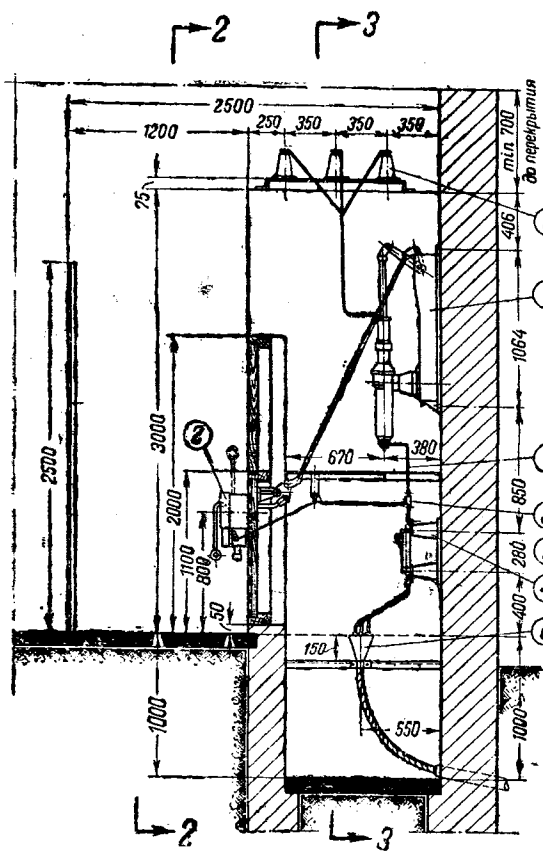
СПЕЦИФИКАЦИЯ

№ позиции	Количество	Наименование	Тип аппарата
1	1	Выключатель масляный горшковый	ВМГ-22 (32)
2	1	Привод рычажный (к позиции 1)	РБА
3	1	Первичное реле	ВЭИ
4	3	Разъединитель однополюсный	РВО-1
5	3	Опорный изолятор	ОА-6
6	1	Кабельная воронка	—
7	7 м	Шины	—

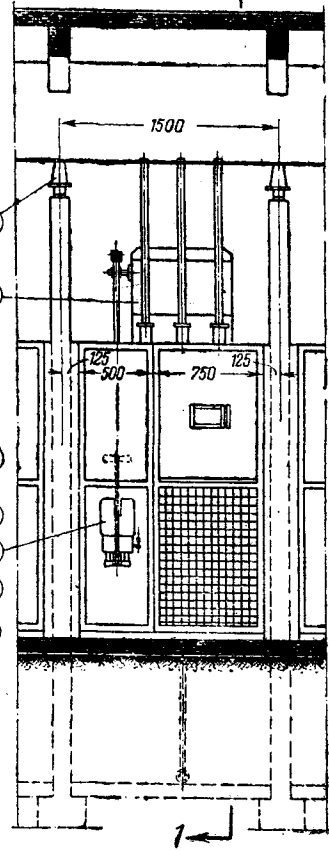
Разрез 1-1

Разрез 2-2

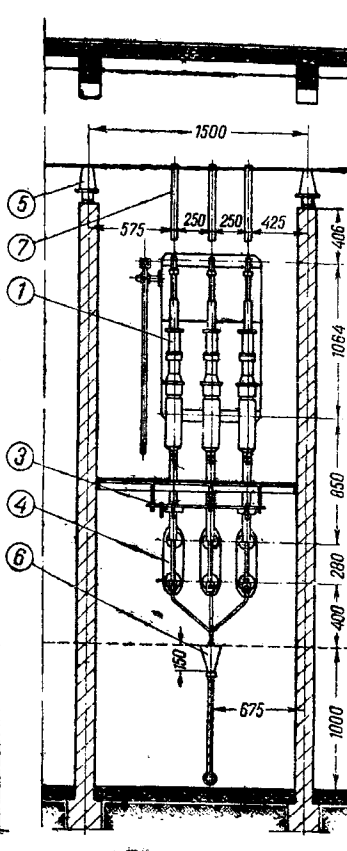
Разрез 3-3



Черт. 10а.

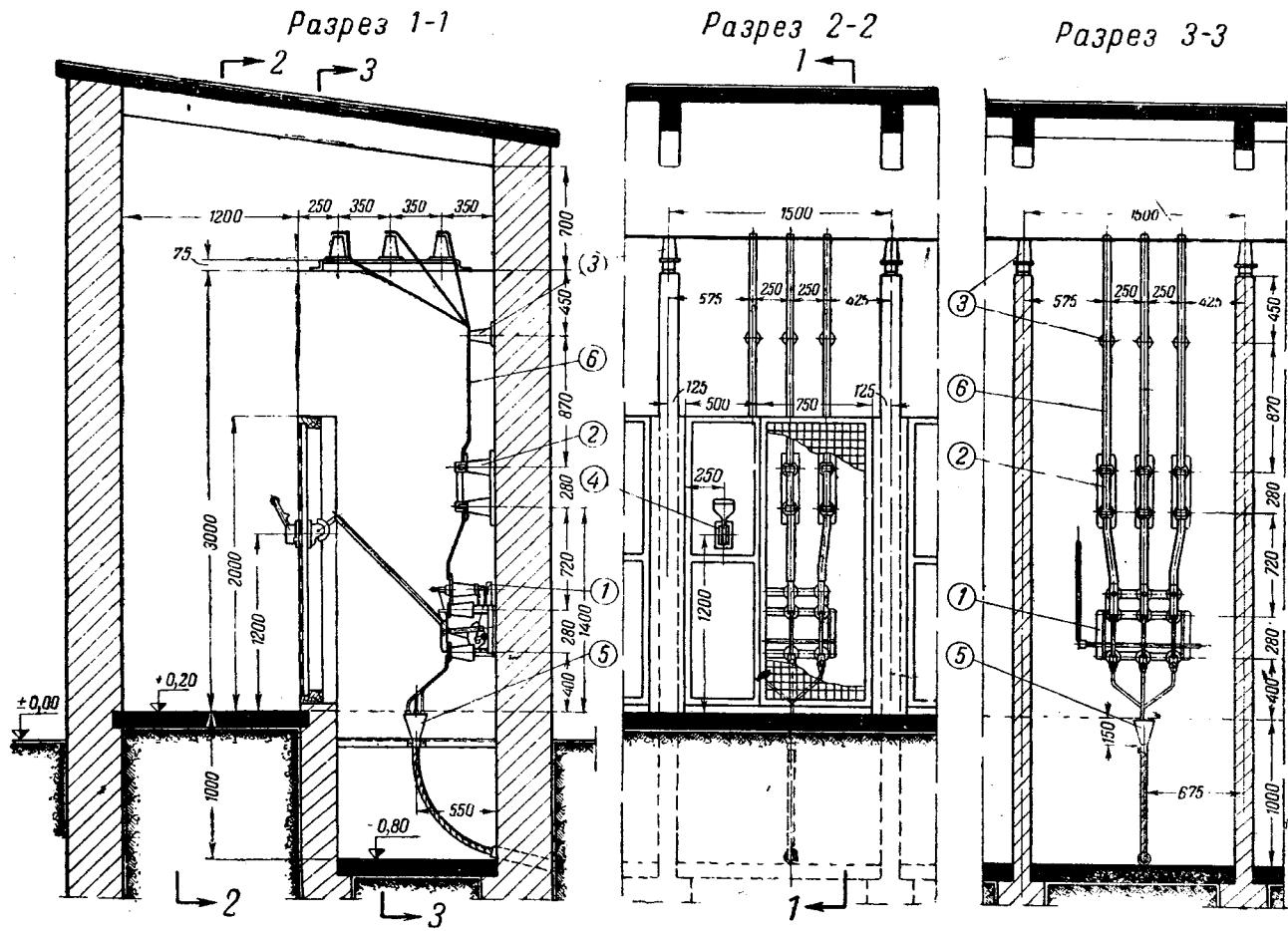


Черт. 10.



СПЕЦИФИКАЦИЯ

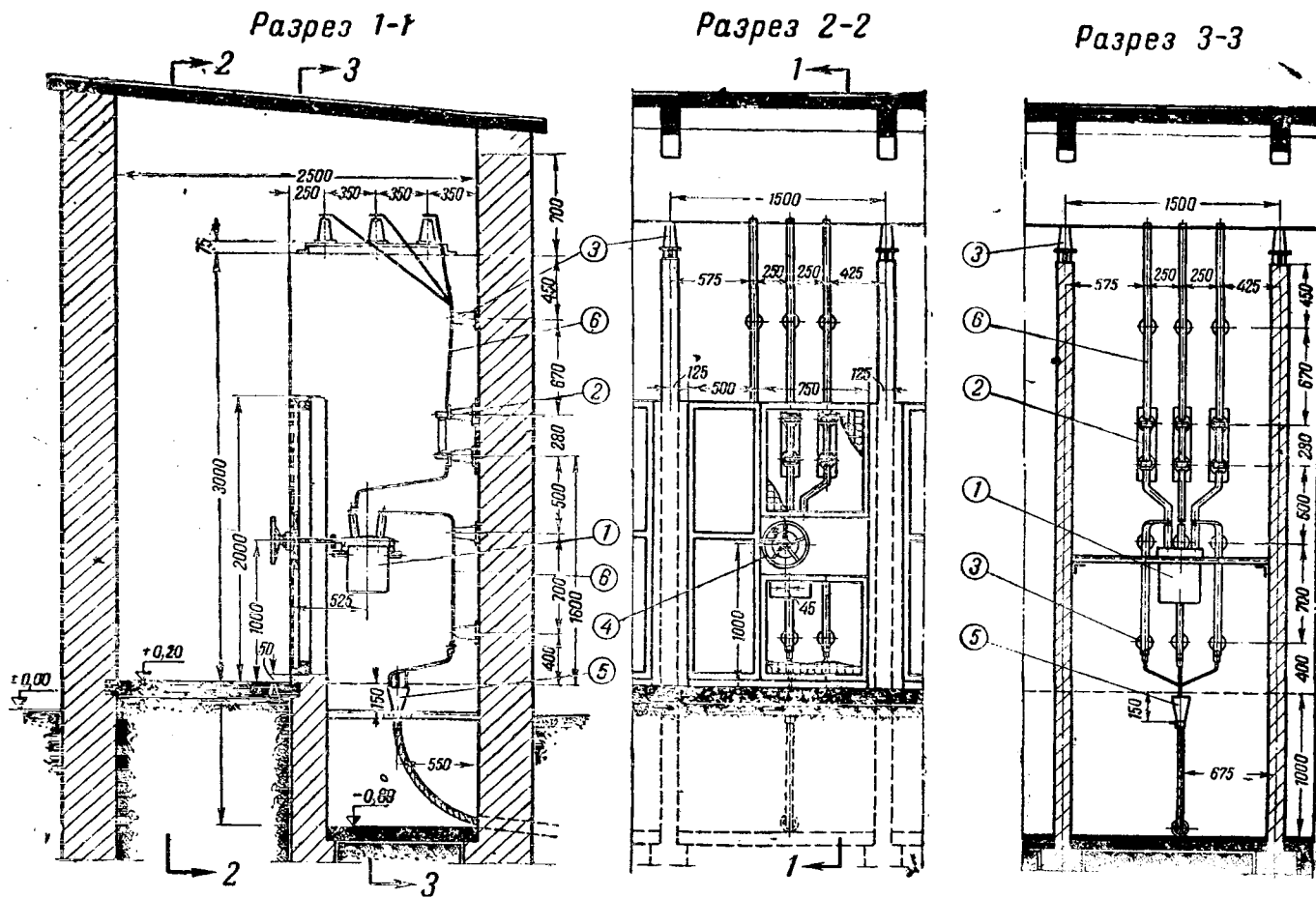
№ позиции	Количество	Наименование	Тип аппарата
1	1	Выключатель масляный горшковый	ВМГ-22(32)
2	1	Привод рычажный (к позиции 1)	РБА
3	1	Первичное реле	ВЭИ
4	3	Разъединитель однополюсный	РВО-1
5	3	Опорный изолятор	ОА-6
6	1	Кабельная воронка	-
7	7м	Шины	-



Черт. 11.

СПЕЦИФИКАЦИЯ

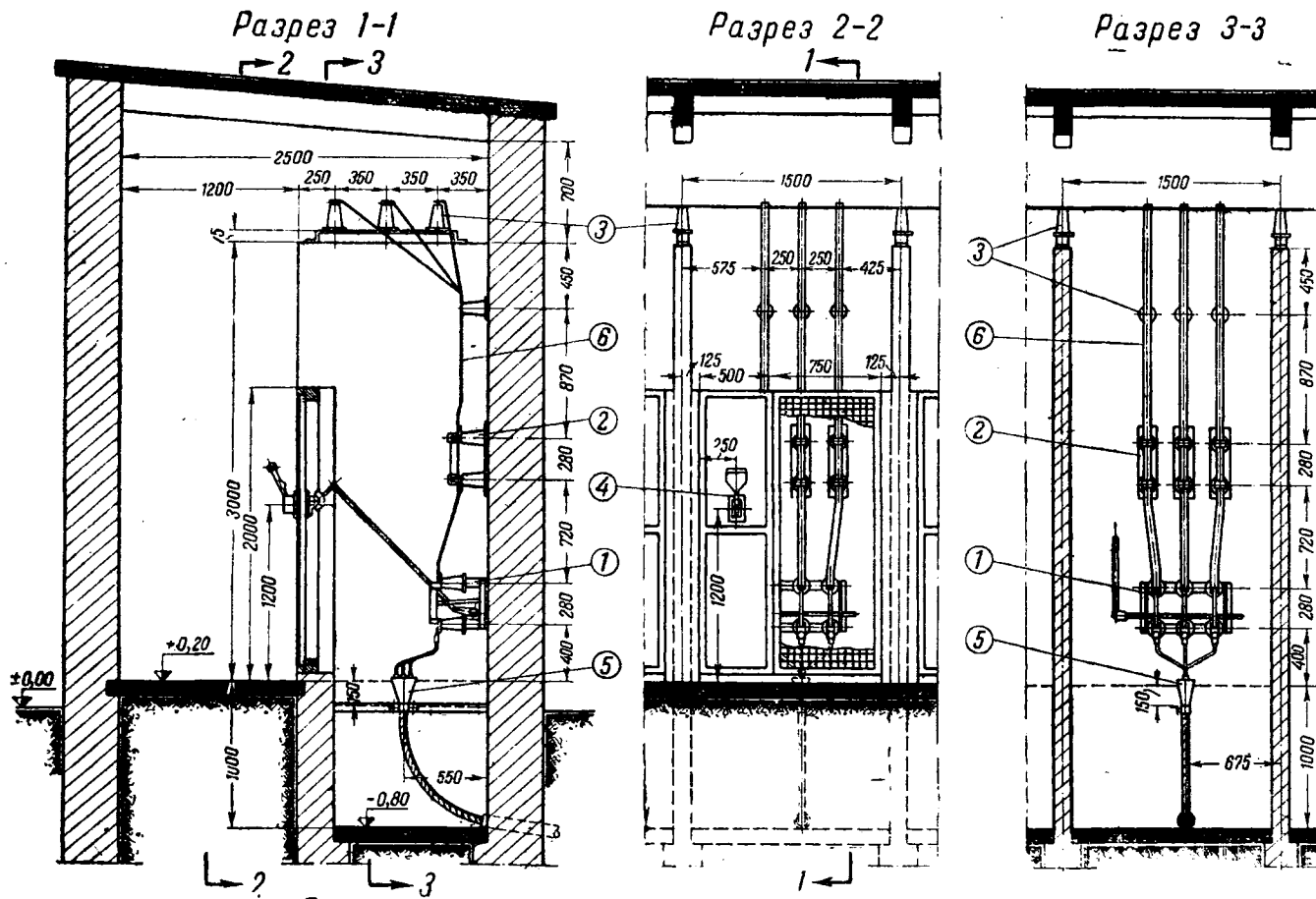
№ позиции	Количество	СПЕЦИФИКАЦИЯ	
		Наименование	Тип аппарата
1	1	Разъединитель мощности . . .	УРМ-1000
2	3	Предохранитель	—
3	6	Изолятор опорный	—
4	1	Привод рычажный (к позиции 1)	—
5	1	Кабельная воронка	—
6	8,5 м	Шины	—



Черт. 12.

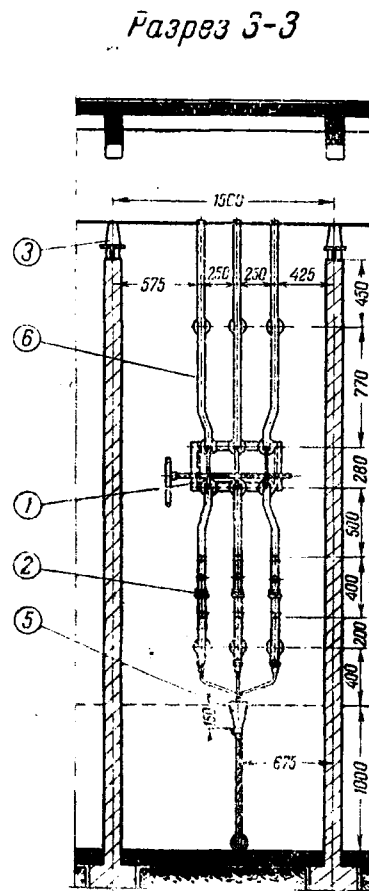
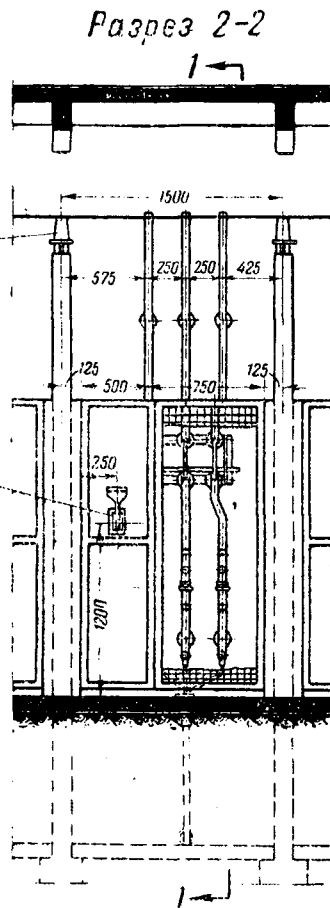
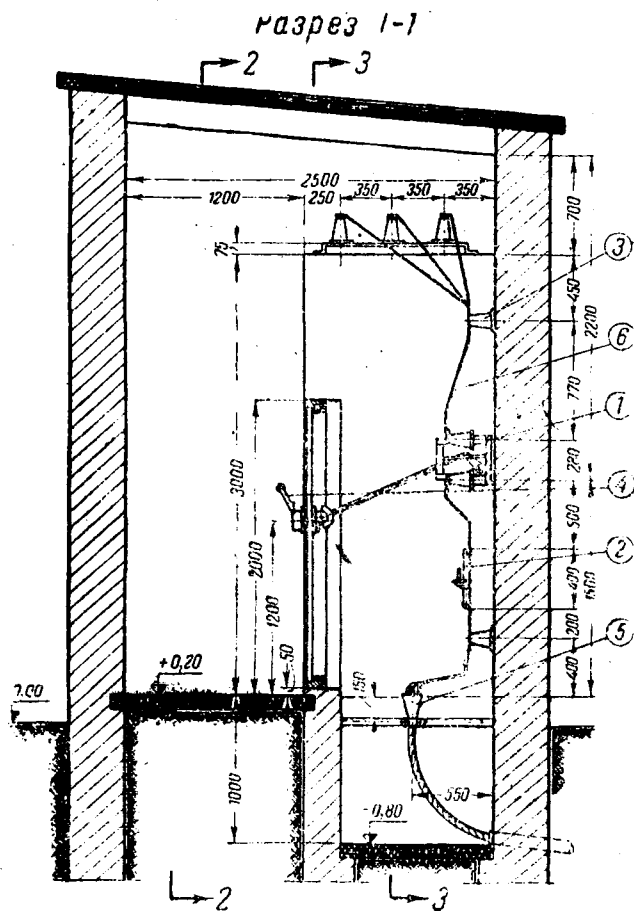
СПЕЦИФИКАЦИЯ

№ позиции	Количество	Наименование	Тип аппарата
1	1	Масляный выключатель	ВМ-6 (ВМ-5)
2	3	Предохранитель . . .	ВЭИ
3	12	Изолятор опорный . . .	ОА-6
4	1	Привод маховичный (к позиции 1)	П.М.-И-90
5	1	Кабельная воронка . . .	—
6	8,5 м	Шины	—



СПЕЦИФИКАЦИЯ

№ ПОЗИЦИИ	Количество	СПЕЦИФИКАЦИЯ	
		Наименование	Тип аппарата
1	1	Разъединитель трех-полюсный	РЗВ
2	3	Предохранитель	ВЭИ
3	9	Изолятор опорный	ОА-6
4	1	Привод рычажный (к позиции 1)	ПРТ-55
5	1	Кабельная воронка	—
6	8,5 м	Шины	—

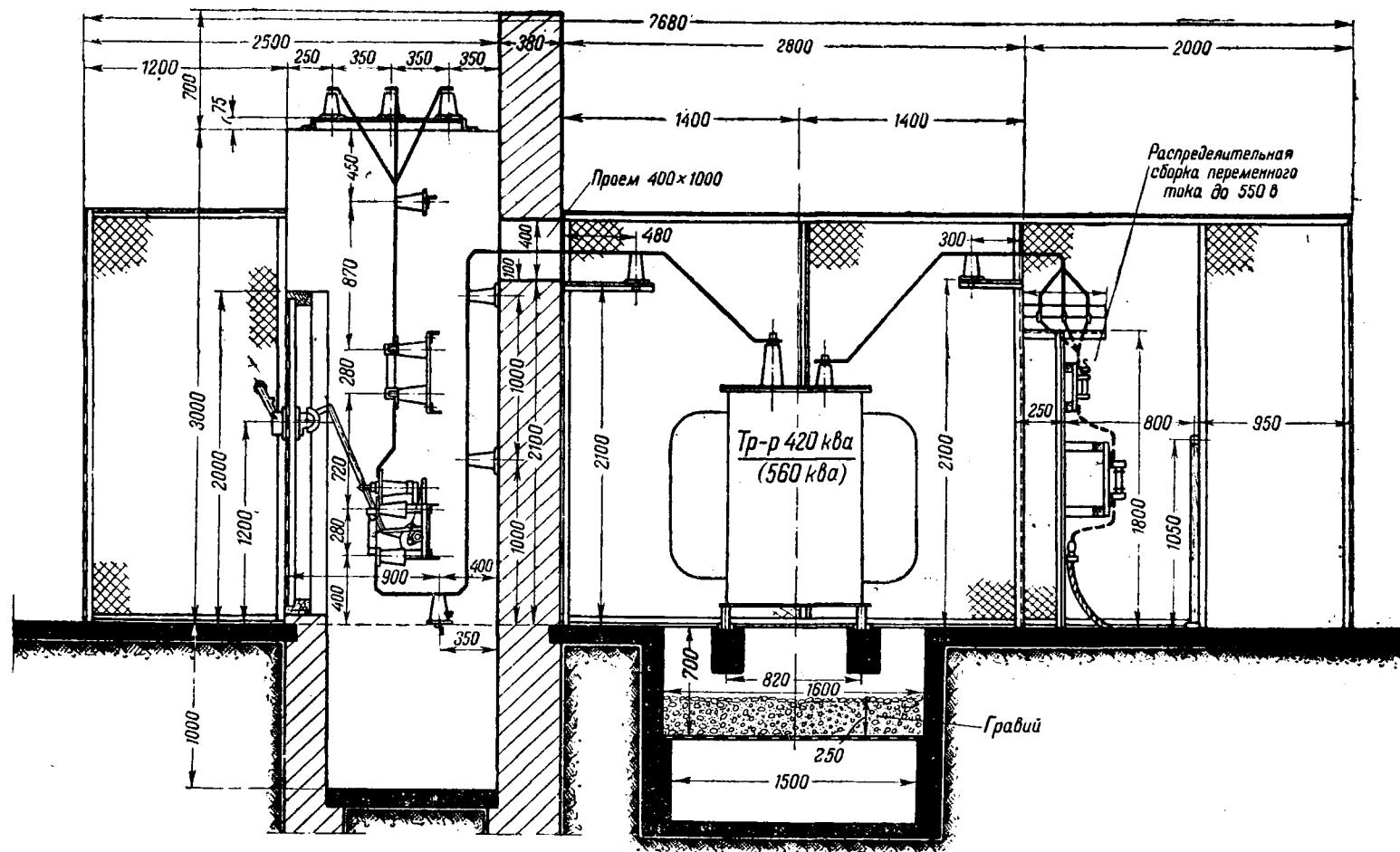


Черт. 14.

СПЕЦИФИКАЦИЯ

№ позиции	Количество	Наименование	Тип аппарата
1	1	Разъединитель трех- полюсный	
2	3	Блинкер	ВЭИ
3	6	Изолятор опорный	ОА-6
4	1	Привод рычажный (к позиции 1)	ПРТ-55
5	1	Кабельная воронка	—
6	8,5м	Шины	—
7	—	Перегородки	—

Разрез 1-1



Черт. 15.

Редактор инж. П. Ф. Вебер

Издание первое.
Л91478.

Подписано к печати 16/ХІІ 1943 г.

Объем 4½ п. л.
Заказ № 442.

Учетн. авт. лист. 8,5.

Тираж 3.000 экз.