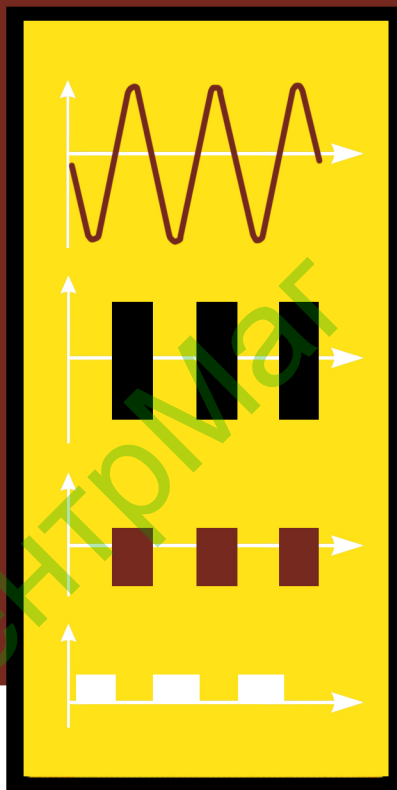




Г.Я. РЫЖАВСКИЙ

НАЛАДКА ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ ЗАЩИТЫ



БИБЛИОТЕКА
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 405

Г. Я. РЫЖАВСКИЙ

НАЛАДКА ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ ЗАЩИТЫ

«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1974



6П2.13

Р 93

УДК 621.316.925.001.41

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большам Я. М., Зевакин А. И., Каминский Е. А., Ларионов В. П.,
Мандрыкин С. А., Мусаэлян Э. С., Розанов С. П., Семенов В. А.,
Синьчугов Ф. И., Смирнов А. Д., Соколов Б. А., Устинов П. И.

Рыжавский Г. Я.

Р 93 Наладка высокочастотных каналов защиты. М.,
«Энергия», 1974.

120 с. с ил. (Б-ка электромонтера. Вып. 405).

В брошюре рассмотрены аппаратура и устройства высокочастотных каналов релейных защит линий электропередачи. Дана методика наладки аппаратуры ПВЗК, ПВЗД, УПЗ-70 и КВЧ-3М и собственно высокочастотных каналов защиты.

Систематизированы данные по техническим характеристикам, методам наладки, проверке и испытаниям этих устройств, указаны встречающиеся неисправности и дефекты, способы их устранения.

Приведены материалы по приборам, используемым при наладке и эксплуатации высокочастотной аппаратуры и устройствам защиты, по оформлению результатов проверок и испытаний.

Брошюра рассчитана на электромонтеров и мастеров, занятых наладкой и эксплуатацией релейной аппаратуры и в. ч. релейных защит линий электропередачи.

Р 30311-295
051(01)-74 129—74

6П2.13

© Издательство «Энергия», 1974 г.

РЫЖАВСКИЙ ГЕНРИХ ЯКОВЛЕВИЧ

Наладка высокочастотных каналов защиты

Редактор издательства *Л. В. Копейкина*

Обложка художника *П. П. Перевалова*

Технический редактор *Л. Н. Никитина*

Корректор *З. Б. Драновская*

Сдано в набор 12/XII 1973 г. Подписано к печати 2/VIII 1974 г. Т-14506

Формат 84×108¹/₃₂

Бумага типографская № 2

Усл. печ. л. 6,3

Уч.-изд. л. 6,16

Тираж 12 000 экз.

Зак. 528

Цена 23 коп.

Издательство «Энергия», Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совете Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Особенностью высокочастотных защит является необходимость создания канала передачи информации по ВЛ, необходимость в устройствах, позволяющих подключить высокочастотную аппаратуру к линии высокого напряжения.

Отечественной промышленностью выпускается приемопередающая аппаратура, аппаратура присоединения, которая дает возможность организации надежных каналов передачи информации по линиям электропередачи.

В брошюре использован опыт треста «Электроцентромонтаж» по наладке высокочастотной аппаратуры и устройств релейной защиты, материалы ВНИИЭ, ОРГРЭС Минэнерго СССР, заводская документация.

Автор будет благодарен читателям за пожелания по улучшению брошюры и просит высылать замечания по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, изд-во «Энергия».

Автор

ВВЕДЕНИЕ

Устройства релейной защиты ВЛ служат для быстрого отключения линии при возникновении на ней повреждения (короткого замыкания). Линия должна быть отключена с обеих сторон. Этим предотвращаются нарушение электроснабжения потребителей и разрушение аппаратуры.

Поврежденная линия должна быть отключена как можно быстрее. Современные быстродействующие защиты дают возможность это сделать за 0,10—0,2 с. При большем времени отключения возможны значительные повреждения оборудования, нарушение работы энергосистемы, выход из синхронизма отдельных блоков или станций. Отключение линий должно производиться селективно, т. е. должна быть отключена только поврежденная линия.

Релейная защита должна отличать короткие замыкания на защищенных участках от замыканий на других участках — внешних коротких замыканий.

Обмен информацией между двумя полукомплектами защиты, установленными по концам линии, дает возможность зафиксировать короткое замыкание на защищаемой линии, что трудно, а иногда невозможно сделать при отсутствии такого обмена. Информация передается по каналу связи, создаваемому по проводам защищаемой линии, что экономичнее и надежнее, чем создание канала связи по проводам или кабелям.

Высокочастотные релейные защиты используют каналы высокочастотной связи по ВЛ и применяются на линиях 35—500 кВ.

В Советском Союзе применяют высокочастотные защиты, в которых по высокочастотному каналу передаются блокирующие сигналы, запрещающие отключение линии при внешнем коротком замыкании. Отключение линии возможно при отсутствии сигналов, передаваемых по каналу связи.

При коротком замыкании пусковые органы релейной защиты приходят в действие, пускают высокочастотные передатчики, готовят реагирующие органы защит. Если реагирующие органы по результатам сопоставления измерений токов и напряжений на данном конце линии с информацией, переданной по высокочастотному каналу с другого конца, установят наличие повреждения на защищаемом участке, то выключатели ВЛ будут отключены.

Направленная и дистанционная защиты с высокочастотной блокировкой сравнивают направление потоков мощности по концам защищаемой линии. При внешнем коротком замыкании мощность направлена на одном конце от шин в линию, а на другом—от линии к шинам, при коротком замыкании на защищаемой линии мощность на обоих концах линии направлена от шин в линию.

Высокочастотный блокирующий сигнал передается с того конца линии, где мощность направлена к шинам, и принимается на другом конце, где мощность направлена от шин, что препятствует отключению. При коротком замыкании на защищаемой линии мощность на обоих концах линии направлена от шин и блокирующие сигналы не передаются. Линия отключается с обеих сторон релейными комплектами независимо друг от друга.

Направленная защита фиксирует направление мощностей органами направления мощности и останавливает пущенные при коротком замыкании высокочастотные передатчики на тех подстанциях, где мощность направлена от шин в линию.

В дистанционных защитах передатчики останавливают направленными реле сопротивления, которые кроме определения направления мощности измеряют сопротивление линии до места короткого замыкания. При замыкании в зоне действия реле сопротивления останавливает передатчик, если замыкание является внешним.

Дифференциально-фазная (диффазная) защита сравнивает фазы токов по концам защищаемой линии. При внешнем коротком замыкании токи по концам линии совпадают по фазе, при коротком замыкании на защищаемой линии токи короткого замыкания по концам линии противоположны по фазе.

Защита сравнивает фазы токов по концам линии и отключает выключатели, если замыкание произошло на за-

защищаемой линии. Передача фазы тока осуществляется по высокочастотному каналу при помощи амплитудной манипуляции несущей частоты передатчика. Манипуляция производится напряжением, пропорциональным току короткого замыкания. Токи высокой частоты при этом передаются в виде прерывистых сигналов, длительность которых (так же как и пауз между ними) примерно равна половине периода промышленной частоты.

При внешних коротких замыканиях паузы между сигналами своего передатчика заполняются сигналами противоположного конца, поэтому на вход приемника поступает сплошной сигнал и ток приема на выходе приемника равен нулю. Защита блокируется.

При коротком замыкании на защищаемой линии фаза тока на одном из концов линии изменяется на угол около 180° . Импульсы и паузы высокочастотного сигнала появляются на входе приемников одновременно, поэтому ток приема также имеет вид импульсов постоянного тока.

Импульсы тока приема, трансформируясь, попадают на реле в органе сравнения фаз, собирающее цепь отключения выключателя линии. При отсутствии высокочастотного сигнала с противоположного конца защита также действует на отключение.

Среднее значение тока в реле органа сравнения фаз зависит от разности фаз токов суммирующих устройств по концам линии. Эта зависимость является основной характеристикой диффазной защиты. При внешнем коротком замыкании разность фаз принимают равной 180° . Ток в реле при этом равен нулю. В области, называемой зоной блокировки, ток в реле меньше тока срабатывания и защита не работает. Защита срабатывает, если при повреждении, при котором сработали пусковые органы, расхождение фаз токов составляет не более $115-135^\circ$.

Передача высокочастотных сигналов по ВЛ связана с особенностями, не встречающимися в других каналах связи.

Линии электропередачи — многопроводные системы с несколькими путями распространения токов высокой частоты. Поэтому трудно согласовать параметры аппаратуры и линии, значительной бывает неравномерность частотных характеристик затухания высокочастотных каналов.

Каналы связи по ВЛ имеют высокий уровень электрических помех. Помехи вызваны коронированием проводов и электрическими разрядами на изоляции; помехи возникают также при переключениях, коротких замыканиях, атмосферных перенапряжениях и других изменениях режимов работы.

Для подключения аппаратуры передачи информации к проводам ВЛ применяют специальные *устройства обработки и присоединения*, позволяющие осуществить тракт для передачи в. ч. сигналов и отделить высокое напряжение от слаботочной аппаратуры. Подключение аппаратуры к ВЛ производят через конденсатор связи высокого напряжения. Для создания канала связи в фазный провод линии включают высокочастотный заградитель, отделяя канал от остальной сети по токам высокой частоты, так как оборудование высокого напряжения подстанции может иметь низкое сопротивление для высоких частот канала связи.

Конденсатор связи подключают к фильтру присоединения, который соединяет с землей нижнюю обкладку конденсатора и согласует сопротивление высокочастотного кабеля с входным сопротивлением ВЛ. Главным же назначением фильтра присоединения является компенсация реактивного сопротивления конденсатора связи на частотах каналов связи. Большинство устройств компенсации используют конденсатор связи в схеме полосового фильтра, пропускающего определенную полосу частот. Фильтр присоединения, установленный у конденсатора связи, соединяют с аппаратурой высокочастотным кабелем. К одному кабелю может быть подключено несколько высокочастотных аппаратов. Для ослабления влияния между ними применяют разделительные фильтры.

Устройства системной автоматики — релейной защиты, телеотключения, которые должны быть особо надежны, требуют обязательного применения разделительных фильтров на уплотненных каналах, работающих через общее устройство присоединения. Конденсаторы связи часто используют и для отбора мощности и как конденсаторные трансформаторы напряжения.

Путем распространения сигналов могут служить три провода (фазы) ВЛ и земля. Присоединить аппаратуру к ним можно различными способами.

При несимметричной схеме в. ч. аппаратуру включают между проводом (или несколькими проводами) и землей. Однофазную схему «фаза—земля» применяют наиболее широко. При симметричных схемах в. ч. аппаратуру подключают между двумя или несколькими проводами линии. Двухфазную схему «фаза—фаза» применяют наиболее часто.

Таким образом, присоединение высокочастотной аппаратуры передачи информации к ВЛ осуществляют при помощи аппаратуры обработки и присоединения заградителей, конденсаторов связи, фильтров присоединения и высокочастотного кабеля. Переход от высоковольтного оборудования (заградитель, конденсатор связи) к слаботочному осуществляет фильтр присоединения. Принципы работы, технические данные и схемы, методы наладки этих устройств приведены в [Л. 1, 2].

1. ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ АППАРАТУРА ЗАЩИТЫ ВЛ 35—220 кВ

ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИК ПВЗК

Приемопередатчик высокочастотной защиты с кварцевой стабилизацией (рис. 1 и 2) передает и принимает высокочастотные сигналы релейной защиты по линии электропередачи.

Приемопередатчик может работать со всеми видами направленных, дистанционных и диффазных защит линий 35—220 кВ.

Принципиальная схема приемопередатчика ПВЗК состоит из задающего генератора, промежуточного уси-

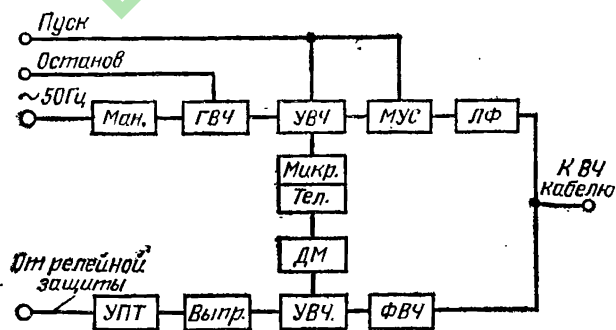


Рис. 1. Блок-схема приемопередатчика защиты ПВЗК.

лителя, усилителя мощности, манипулятора — в передатчике; входного фильтра, высокочастотного усилителя и выходного каскада — в приемнике.

Задающий генератор на лампе L_2 стабилизирован кварцевым резонатором, имеющим значительную инерционность как система с очень узкой полосой пропускания (уровень высокой частоты нарастает в течение 0,1—0,2 с после подключения анодного напряжения). Генератор работает только на частоте резонанса, когда полное сопротивление кварца мало и цепь связи сетки с контуром L_1C_{4-11}, C_{12} замкнута; на других частотах сопротивление велико и цепь связи сетки с контуром разрывается. Для безынерционного управления передатчиком генератор работает непрерывно. Колебания создаются в цепи экранирующая сетка—управляющая сетка—катод и усиливаются в анодной цепи лампы L_2 .

Промежуточный каскад на лампе L_3 разделяет задающий генератор и усилитель мощности, обеспечивая стабильную частоту генератора и оптимальную величину напряжения раскачки усилителя мощности.

Усилитель мощности (УМ) собран на лампах L_4 — L_7 по двухтактной схеме. Разрядник РА-350 предохраняет трансформатор $Tr3$ и лампы УМ от перенапряжений на входе поста.

Манипуляцию — запирающие и отпирающие передатчика с частотой 50 Гц—осуществляют с помощью лампы L_2 . Лампа запирается и напряжение высокой частоты не поступает на схему при отрицательном потенциале на защитной сетке по отношению к катоду ($U_{R34} \approx 60$ В).

Выходные цепи передатчика. Линейный фильтр-контур L_2C_{20-27} настраивают в резонанс на частоту передатчика. Контур, имея катушку с добротностью порядка 200, обладает большим сопротивлением на частотах гармоник и обеспечивает поэтому почти синусоидальную форму кривой выходного напряжения.

Разрядник с пробивным напряжением 1 000 В защищает схему от перенапряжений со стороны кабеля.

Удлинитель 0,3 и 0,6 Нп при необходимости вводят в канал дополнительное затухание.

Входной фильтр приемника — два связанных резонансных контура L_3C_{28}, C_{29-36} и L_4C_{41-48}, C_{49} с емкостью связи C_{37}, C_{38} и C_{39} . Для получения полосы пропускания 1 300—1 400 Гц при работе с диффазной защитой в диапазоне 50—300 кГц емкость связи изменяют в широких

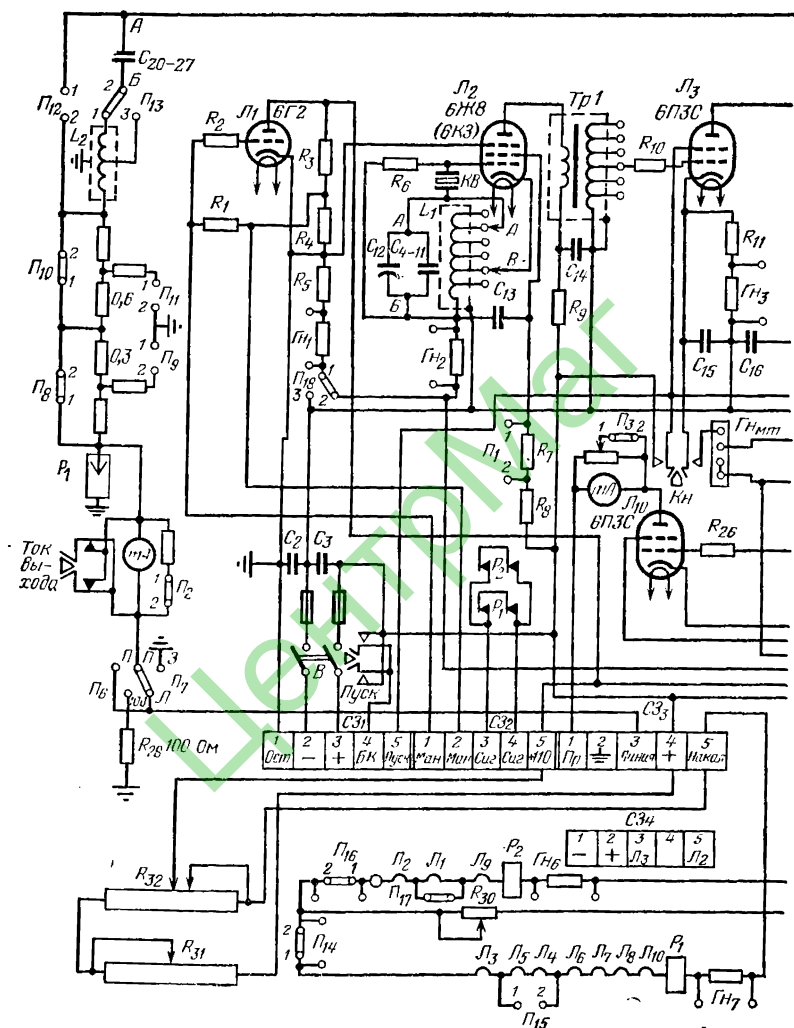
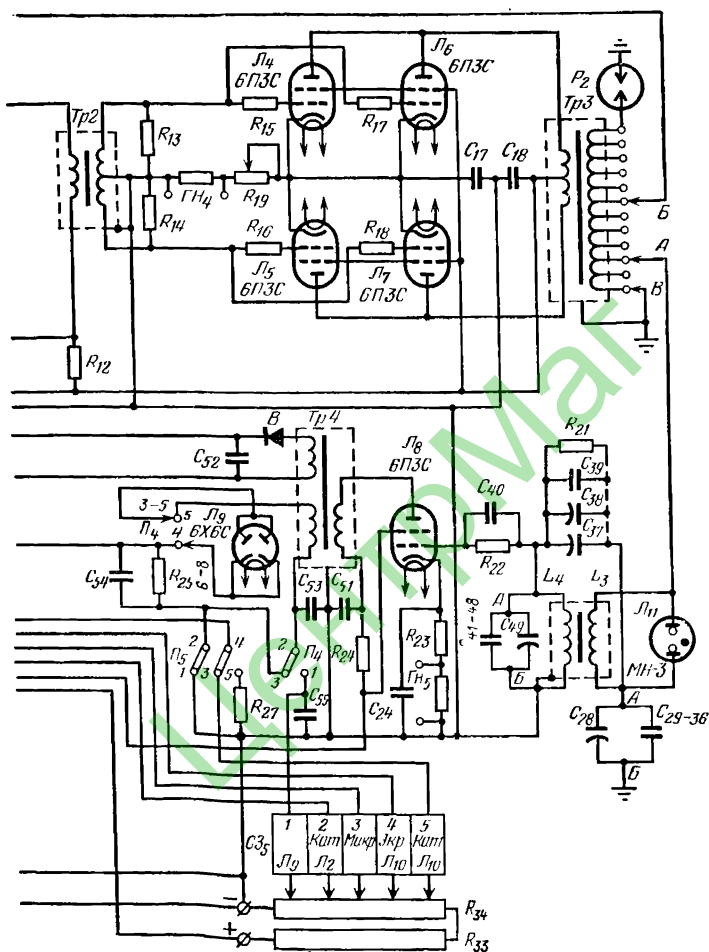


Рис. 2. Принципиальная схема



приемопередатчика ПВЗК.

пределах. Неоновая лампа шунтирует первый контур L_3 , защищая его от перенапряжений при работе своего передатчика.

Выходной аperiodический усилитель приемника на лампе L_8 подает напряжение на высокочастотный выпрямитель—детектор и переговорное устройство. Выходной усилитель позволяет иметь слабую связь приемника с линией и малое сопротивление, вносимое в первый контур приемника со стороны высокочастотного кабеля, подавая малые напряжения со вторичной обмотки трансформатора Tr_3 . Это увеличивает добротность первого контура, улучшая избирательность приемника, и делает независимой его настройку от изменений входного сопротивления кабеля. Усилитель позволяет получить большую величину напряжения на нагрузке детектора и на сетке выходной лампы приемника, что увеличивает крутизну характеристики чувствительности.

Высокочастотный выпрямитель и выходная лампа приемника. При работе с фильтровой направленной защитой выходная лампа L_{10} заперта постоянным напряжением отрицательного смещения (на катоде положительный потенциал, снимаемый с реостата R_{34} , на сетке минус, попадающий через сопротивления R_{26} и R_{25}). При приеме высокочастотного сигнала лампа L_{10} отпирается положительным потенциалом с резистора нагрузки детектора R_{25} .

При работе с диффазной защитой выходная лампа открыта и закрывается при приеме высокочастотного сигнала. Ток покоя устанавливают изменением напряжения $U_{эл10}$. Стабильность тока покоя при изменениях напряжения питания и параметров лампы повышется отрицательной обратной связью, создаваемой при падении напряжения на сопротивлении R_{27} от тока покоя 10 мА. Запирающее напряжение 1—2 В получают как разность напряжений катода и управляющей сетки лампы L_{10} . Детектор L_9 заперт отрицательным напряжением отсечки. На нагрузке детектора $R_{25}C_{54}$ создается напряжение отрицательной полярности, запирающее лампу L_{10} при приеме сигнала, величина которого на вторичной обмотке Tr_4 достигает величины отрицательного напряжения на аноде L_9 и соответствует напряжению порога чувствительности приемника. Порог запираения наступает при равенстве выпрямленного напряжения U_{R25} и суммы напряжения U_{R27} и напряжения насыще-

ния лампы L_{10} . Характеристика чувствительности U_3/U_4 круче при больших напряжениях отсечки.

Переговорное устройство служит для налаточной телефонной связи по каналу защиты, осуществляемой при модуляции передатчика напряжением звуковой частоты на сетке лампы промежуточного каскада L_3 . На сетку лампы L_3 подается отрицательное напряжение, соответствующее нелинейному участку сеточной характеристики. Промежуточный каскад переходит в телефонный режим при подключенной микротелефонной трубке и нажатой кнопке Kn .

Управляют передатчиком, подавая и снимая положительное напряжение на защитную сетку лампы L_2 . Останов передатчика происходит при снятии напряжения с анодов лампы усилителя мощности или при подаче минуса батарей на защитную сетку L_2 . Манипуляцию осуществляет лампа L_1 на защитную сетку лампы L_2 . При отрицательном напряжении на сетке лампы L_1 она закрыта, при этом к защитной сетке лампы L_2 подводится отрицательное напряжение, равное напряжению на катode лампы L_2 , снимаемому с реостата R_{34} , и она также закрыта.

При напряжении положительной полярности на сетке лампы L_1 она открыта и ее анодный ток создает падение напряжения на сопротивлении R_5 , близкое по величине напряжению на катode L_2 ; разность потенциалов между катодом и защитной сеткой близка к нулю и лампа L_2 открыта. Лампа L_2 также открыта при отсутствии напряжения на сетке L_1 , которая открыта положительным напряжением с делителя R_3-R_4 .

Манипуляторная лампа L_1 управляется напряжением промышленной частоты. Импульс высокой частоты на выходе передатчика соответствует положительной полуволне напряжения манипуляции, пауза—отрицательной полуволне.

Кнопка «Пуск» служит для обмена импульсами, кнопка Kn —для пуска передатчика при телефонном разговоре и при наладке.

Цепи накала всех ламп имеют напряжение 6,3 В и соединены последовательно; лампы с током 0,3 А зашунтированы резистором. Сигнализацию исправности накала выполняют реле P_1 и P_2 .

Выносной реостат R_{32} используют при напряжении питания 220 В. Усилитель мощности может работать

Технические данные постов защиты

Технические данные	ПВЗК	ПВЗД	УПЗ-70
Диапазон частот, кГц	50—300	40—300	40—500
Питание постоянного тока, В	110 и 220	220(+10%; -20%)	110 и 220(+10%; -20%)
Отдаваемая мощность, Вт, не менее: питание 110 В	6 (для частот выше 250 кГц—4) (4,35 Нп, 38 дБ) и (4,15 Нп, 36 дБ)	При снижении напряжения питания на 20% мощность уменьшается не более чем на 0,7 Нп (6,1 дБ) 6 (40—200 кГц), 4,35 Нп 4 (200—500 кГц), 4,15 Нп 30 (40—200 кГц), 5,15 Нп 25 (200—300 кГц), 5,05 Нп 20 (300—500 кГц), 4,95 Нп	
питание 220 В	20 (для частот выше 250 кГц—16) (4,95 Нп, 43 дБ) и (4,8 Нп, 42 дБ)		
Перекрываемое затухание ка- нала, Нп (дБ): ... питание 110 В ... питание 220 В	2,6 (22,6) 3,1 (26,9)	— (3,15—3,95) Нп,	(2,45—3,15) Нп, (21—27) дБ (27—34,5) дБ
Чувствительность приемника, В	1—4	—	0,5—5
Величина емкости при работе без кварцевого резонатора, пФ	5 600	5 100	

Продолжение табл. 1

Технические данные	ПВЗК	ПВЗД	УПЗ-70
Избирательность	Помеха 10 В с расстройкой 2% не оказывает влияния на приемник (для чувствительности 2,5 В)	Помеха, отстоящая от частоты настройки на 3% (не менее 5 кГц), ослабляется не менее чем на 3 Пп (26,1 дБ)	
Способы пуска и останова приемопередатчика	Контактный	Контактный и бесконтактный (безынерционный)	
Частоты передачи и приема	Равные	Равные, разные (разнос не менее 10% частоты передачи), сближенные (разнос 0,5—2 кГц)	
Мощность потребляемая постом, Вт	—	Около 450	
Отношение порога записания (насыщения) к порогу чувствительности не более	1,5	1,7	1,5
Управляющее напряжение, В, не более	—	0,5	2,5—8
		Отношение управляющего напряжения, при котором передатчик отдает полную мощность к напряжению начала пуска не более 2	к напряжению, при котором передатчик отдает 10% полной мощности, не более 1,7
Количество ламп	10 (7 шт. 6ПЗС, 6Х6, 6Ж8 или 6К3, 6П2)	16 (10 шт. 6ПЗС, 6 шт. 6Ж1П)	14 (10 шт. 6ПЗС и 4 шт. 6Ж1ПЕ)

16 Продолжение табл. 1

Технические данные	ПВЗК	ПВЗД	УПЗ-70
Входное сопротивление поста, Ом	100	При согласовании на 100 Ом при расстройке частоты на 10% не менее 400 Ом	
Согласованная нагрузка, Ом	100	100	50—200, ступенями через 25 Ом
Напряжение на выходе линейного фильтра, согласованного на 100 Ом, при остановленном передатчике и в паузах манипуляции, мВ, не более	250	150	
Длительность в. ч. импульсов в приемнике при напряжении манипуляции 100—150 В (град)	190—220	205—230	
Напряжение полной манипуляции (длительность в. ч. импульса на 10—15° больше, чем при напряжении 100 В), В	10—20 (15°)	7—9 (15°)	3—12 (10°)
Полоса пропускания линейного фильтра для диапазонов, кГц 40—100 100—300 300—500	—	0,04 f_p	3,4±0,2 10,2±0,6 20,0±1,0

на двух лампах. Конденсатор C_3 блокирует цепи питания, C_2 заземляет схему по высокой частоте.

Технические данные приемопередатчиков ПВЗК, ПВЗД и УПЗ-70 приведены в табл. 1.

НАСТРОЙКА ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА ПВЗК

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ПРОВЕРКИ

Проверяют механическую исправность элементов поста, все пайки, зажимы, переключки, внешние соединения. При напряжении питания 110 В реостат R_{32} не используют.

Лампы проверяют на испытателе типа ИЛ-14, ИЛ-13. Сопротивление изоляции между всеми электродами ламп измеряют мегомметром 500 В (плюс мегомметра — на электроде, более близком к катоду). Сопротивление изоляции должно быть не менее 100 МОм.

Мегомметром 1000 В проверяют изоляцию цепей поста относительно земли. При проверке включают пакетный выключатель, ставят предохранители и нажимают кнопку K_n (постоянный ток отключают от панели). Сопротивление изоляции должно быть более 10 МОм. Прочность изоляции проверяют мегомметром 2500 В относительно корпуса, отсоединив предварительно конденсаторы C_{37} , C_{38} , C_{39} и вынув лампы. Можно проверить прочность изоляции переменным напряжением 1000 В в течение 1 мин.

Проверяют разрядники: разрядник РА-350 должен пробиваться при испытании его мегомметром 1000 В, а разрядник ПР-2 должен пробиваться при испытании его мегомметром 2500 В, выдерживая напряжение при испытании его мегомметром 1000 В.

Проверяют прибор ИП-2 (токи и напряжения, ток приема) по нескольким точкам для каждой шкалы путем сравнения с контрольным прибором. Прибор тока выхода ИП-1 проверяют по контрольному миллиамперметру, включенному последовательно в цепь «Пост 100 Ом». При измерении пускают передатчик кнопкой K_n и нажимают кнопку «Ток выхода».

Установка переключек, отпаяек и подбор емкостей. Переключки устанавливают (табл. 2) в зависимости от типа защиты (диффазная или направленная P_4 , P_5 , $P-L_9$, P_{18}), величины напряжения оперативного тока (P_1 , P_2), частоты (P_{13}), количества ламп в усилителе

Таблица 2

Включение перемишек в poste ПВЗК

Защита	Перемишка						
	P_3	P_4	P_5	P_{17}	P_{18}	P_{19}	P_{20}
Диффазная	P	1-2	2-3, 4-5	P	1-3 ДФЗ 1-2 Направл.	4-5, 3 5-8, 4 5-5, 3 4-8, 4	
Направленная	$З$	2-3	1-2, 3-4	$З$			

Напряжение, В	Перемишка		Удлинитель	Перемишка				
	P_1	P_2		P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	
110	$З$	P	Включен	P	$З$	P	$З$	
220	P	$З$	Отключен	$З$	P	$З$	P	

Режим	Перемишка			Перемишка	
	P_6 , пост	P_7 , линия	P_{12} , линейный контур	Частота, кГц	P_{13}
В наладке	На 100 Ом	На землю	P или $З$	50—110	1—2; 1,5 мГ
В работе	На линию	На пост	P	110—300	2—3; 0,5 мГ

 P —разомкн. утв., $З$ —замкнута.

мощности (P_{15}), схемы включения удлинителей (P_8, P_9, P_{10}, P_{11}).

Таблица 3

Отводы катушек и трансформаторов поста ПВЗК

Диапазон частот, кГц	Отводы катушки L_1		Отводы A, Tpl	Отводы $Tp3$		
	A	Б		A	Б	В
50—90	160 (175)	20—35 (38)	100	1,5	40	0,5
90—160	85 (88)	15—20 (23)	150		35	
160—250	60 (63)	15 (18)	200		35	
250—300	35 (38)	16 (18)	250		35	

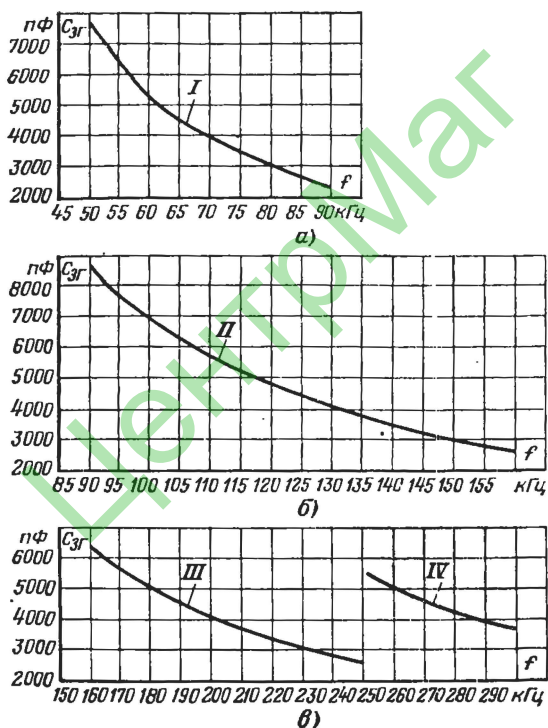


Рис. 3. Зависимость емкости контура задающего генератора от частоты.

Диапазон, кГц	Отводы	
	A	В
а — I — 50 — 90	160	35
б — II — 90 — 160	85	20
в — III — 160 — 250	60	15
IV — 250 — 300	35	15

Отводы на катушке L_1 контура задающего генератора и на трансформаторах $Tr1$ и $Tr3$ (без автоматического контроля канала — КВЧ) устанавливают согласно табл. 3.

Устанавливают ориентировочные значения емкостей на магазинах задающего генератора C_{4-11} по кривым рис. 3, входного контура C_{20-27} и контуров приемника C_{29-36} и C_{41-48} — по кривым рис. 4. Проверяют соответствие катушек индуктивностей L_3 и L_4 заданной частоте 100—300 или 50—100 кГц.

Установка режимов напряжений и токов. Режимы устанавливают или проверяют по табл. 4.

В таблице приведены величины токов и напряжений для постов ПВЗК при работе с диффазной и направленной защитами. Величины, относящиеся к одному виду защит, обозначены «ДФЗ» или «Напр». Числа верхней строчки (табл. 4) относятся к пущенному передатчику,

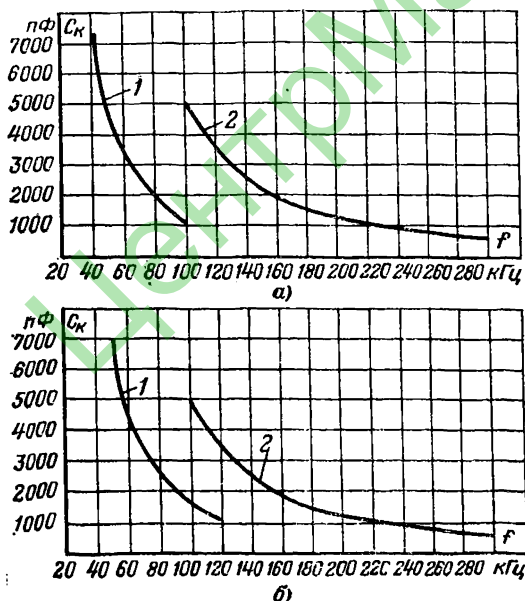


Рис. 4. Зависимость емкости контуров от частоты.

а — приемник: 1 — I диапазон 50—110 кГц, $L=2$ мГ; 2 — II диапазон 110—300 кГц, $L=0,5$ мГ; б — линейный контур: 1 — I диапазон 50—110 кГц, $L=1,5$ мГ; 2 — II диапазон 110—300 кГц, $L=0,5$ мГ.

Таблица 4

Режимы напряжений и токов поста ПВЗК
(напряжение—в вольтах, ток—в миллиамперах)

Обозначение элементов и измеряемых величин	Измеряемая величина при напряжении пита- ния, В		Точка подклю- чения, тип прибора	Чем уста- навливается
	110	220		

Передачик. Постоянный ток

L_1	ДФЗ, I_M	0,2—0,3	0,45—0,56	Прибор поста	--
L_2	$I_{з.г}$	2,0—5,6	6,8—7,4		R_{34}
	$I_{н1}$	0,82—0,84			R_{31}
	$I_{н2}$	0,27—0,28			R_{30}
L_3	$I_{п.к}$	18—30 —	39—60 —		R_{11}
$L_4—L_7$	$I_{у.м}$	150—200 —	250—400 —		R_{19}
L_1	ДФЗ, U_K U_a	40—55 110	49—70 140—154	Зажим $2R_5$, ТТ1	R_5
L_2	$U_{к.з.г}$	40—60	60—80	Зажим $2C_5$	R_{34}
	$U_{э.з.г}$	105—108	100—183	Зажим $2R_7$ или $П_1$	$R_7(П_1)$
L_3	$U_{к.п.к}$	7—10 —	10—16 —	$2R_{11}$, ТТ1	R_{11}
$L_4—L_7$	$U_{к.у.м}$	0,1—1,2	6—15	R_{19}	R_{19}
	U_{110}	100—110	100—130	Зажим „+110“	R_{32}
	$I_{вмх}$	200—300 —	400—600 —	Без манипу- ляции	—

Передачик. Переменный ток

L_1	$U_{з.г}$	9—15	10—18	Меньшие зна- чения величин относятся к бо- лее высоким частотам
L_2	U_a	5—42	4—42	
TrI	$U_{обмII}$	7,5—19	7,1—21	
L_3	U_c	4,5—16	4,2—20	
	U_a	43—70	56—150	
$L_4—L_7$	U_c	12—20	17—41	
	U_a	62—70	125—150	
$Tr3$	$U_{обмII}$	30—32	57—72	

Продолжение табл. 4

Обозначение элементов и измеряемых величин	Измеряемая величина при напряжении пита- ния, В		Точка подклю- чения, тип прибора	Чем уста- навливается
	110	220		

Приемник

L_8	$I_{к.п.р}$	11—15 —	11—16 —	Прибор поста	R_{23}
	U_{κ}	6—11 —	8—13 —	Напряжение смещения (за- жим 1), ТТ1	R_{23}
	$U_{минр}$	30—60	40—70	Зажим $3CЗ_5$	R_{34}
L_9	ДФЗ, $U_{отс}$	40—110	40—150	Зажим $1CЗ_5$	R_{34}
L_{10}	U_{R25}	40—150		ВЛУ-2, ВК7-9	R_{25}
		—	—		
	Напр., U_{κ}	30—45	50—120	Зажим $4П_5$	R_{34}
L_{10}	U_{κ}	—	—	Зажим $4П_5$	R_{34}
		18—20	—		
	ДФЗ, $U_{см}$	—	—	Зажим $1R_{26}$, ВЛУ-2, ВК7-9	R_{26}
		16—20	—		
	$U_{в}$	—	—	Зажим $4CЗ_5$	R_{34}
		70—90			

нижней — к остановленному. Тип прибора при этом не имеет значения. Прибор подключается одним концом к общему минусу, а другим к точке, указанной в таблице.

Проверку начинают с токов накала. Для постов с $U_{ном}=110$ В реостаты R_{31} и R_{33} выводят, для постов с $U_{ном}=220$ В реостаты R_{31} , R_{32} , R_{33} вводят. Ток накала регулируют по выносному прибору при номинальном напряжении питания. Для ламп 6ПЗ устанавливают ток

накала 0,82—0,84 А реостатом R_{31} (прибор подключён к зажимам 3—4 переключки $П_{14}$). Для ламп 6Ж8 (6К3), 6Г2 и 6Х6 — ток 0,27—0,28 А устанавливают реостатом R_{30} (прибор на $П_{16}$). После регулировки тока реостатом R_{30} вновь корректируют ток в лампах 6ПЗ.

ПЕРЕДАТЧИК

Настройка частоты передатчика. Собирают схему (рис. 5) для сравнения частот настраиваемого и измерительного генератора по осциллоскопу. Пост включают на 100 Ом. Передатчик со вставленным кварцевым резонатором пускают кнопкой $Кн$ и проверяют по осциллоскопу наличие генерации. Отсутствие генерации чаще всего означает, что неправильно подобрана емкость C_{4-11} . В этом случае кварцевый резонатор надо заменить конденсатором емкостью 5 600 пФ и на измерительном генераторе установить частоту, равную частоте передатчика поста. При совпадении частот на экране осциллоскопа должен быть получен эллипс фигуры Лиссажу. Переключатель диапазонов на осциллоскопе при этом ставят в положение «Выключено».

Если частота передатчика оказалась больше заданной, увеличивают емкость C_{4-11} (и, наоборот, если частота передатчика меньше заданной, уменьшают C_{4-11} и добиваются работы передатчика поста на заданной частоте). Кварцевый резонатор ставят в пост и на измерительном генераторе устанавливают частоту, равную частоте передатчика при работе его с кварцевым резонатором. Резонатор заменяют конденсатором емкостью 5 600 пФ и полупеременным конденсатором C_{12} добиваются совпадения частот передатчика и измерительного генератора. Если частоте настройки соответствует максимальная емкость конденсатора C_{12} , то надо увеличить емкость C_{4-11} ; если частоте настройки соответствует минимальная емкость C_{12} , следует уменьшить емкость C_{4-11} . При работе поста с конденсатором следует закрывать дверцу поста. Кварцевый резонатор снова ставят и проверяют,

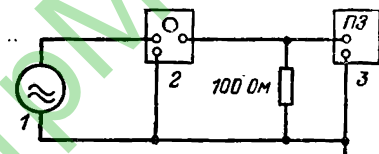


Рис. 5. Сравнение частот генераторов.

1 — измерительный генератор; 2 — осциллоскоп; 3 — приемопередатчик.

что частота измерительного генератора не изменилась и равна частоте резонатора. Последние операции при необходимости повторяют несколько раз до тех пор, пока передатчик не будет генерировать одну и ту же частоту с резонатором и с конденсатором (разница не должна быть более 100 Гц).

Регулировка мощности передатчика производится при нагрузке поста на 100 Ом. Пост пускают кнопкой «Пуск». Перемещением отвода *A* трансформатора *Tr1* подбирают раскачку промежуточного каскада, достигая максимального тока выхода. В работе оставляют отвод, начиная с которого ток выхода растет незначительно: увеличение мощности может быть небольшим, а остаточное напряжение на выходе поста может резко возрасти.

При разомкнутой перемычке P_{12} настраивают выходной контур по максимуму тока выхода подбором емкости магазина C_{20} — C_{27} . Если контур настроен правильно, то при замыкании перемычки P_{12} ток выхода не должен увеличиваться больше чем на 10—15%.

Линейный отвод *B* трансформатора *Tr3* подбирают так, чтобы ток выхода был максимальным.

Модуляция передатчика проверяется по осциллоскопу, подключенному на вход поста, нагруженного на 100 Ом. Пускают пост кнопкой *Kn*. В гнездо вставляют микротелефонную трубку. При разговоре перед микрофоном глубина модуляции должна быть 20—30%. Глубину модуляции регулируют изменением смещения на промежуточном каскаде (движок «Микр» на потенциометре R_{34}). Напряжение смещения должно быть в пределах, указанных в табл. 4.

Проверка работы передатчика в целом производится при контроле формы высокочастотных импульсов и величины остаточного напряжения.

Величину напряжения на катоде лампы задающего генератора корректируют при пущенном передатчике, контролируя форму импульсов высокой частоты на выходе. Правильно сформированный импульс образуется при напряжении на катоде задающего генератора около 80 или 40 В при питании от батареи 220 или 110 В соответственно. При меньших значениях этого напряжения появляется остаток напряжения высокой частоты на выходе передатчика; увеличение напряжения приводит к уменьшению раскачки усилителя мощности и потере мощности полезного сигнала.

На частотах выше 150 кГц импульсы высокой частоты вместо прямоугольных часто принимают форму трапеции. Это происходит из-за срыва генерации и последующего инерционного возбуждения генератора при подаче и снятии запирающего отрицательного потенциала на защитную сетку генераторной лампы.

Неустойчивую генерацию вызывает малая добротность катушки контура задающего генератора на высоких частотах, шунтирование контура резистором R_6 сопротивления утечки и недостаточное напряжение на экранной сетке — аноде генераторной части лампы, составляющее 40—60 В относительно катода ($U_{110} - U_{к12}$). Для повышения устойчивости генерации величина сопротивления R_6 должна быть увеличена с 20 до 51 кОм, величина R_7 уменьшена с 51 до 10 кОм. При этом генератор надежно работает на всех частотах при колебаниях напряжения питания от -10 до $+20\%$ при прямоугольной форме импульсов.

Для получения малых величин остаточного напряжения на выходе передатчика необходимо полное запира-ние лампы $Л_2$ задающего генератора (анодный ток 0,005 мА дает величину остаточного напряжения в 0,25 В), что трудно добиться из-за плохих характеристик ламп 6Ж8 по защитной сетке.

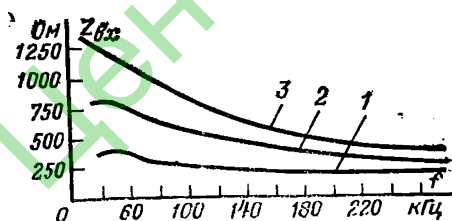


Рис. 6. Зависимость входного сопротивления приемопередатчика от частоты при отключенном линейном контуре.

$U_{пит} = 220$ В, согласование приемопередатчика на: 1 — 50 Ом; 2 — 100 Ом; 3 — 300 Ом.

Остаточное напряжение увеличивается также при наводке сигнала высокой частоты на провода схемы, наводке на линейный контур с контура задающего генератора, наводке с лампы задающего генератора на лампу усилителя мощности $Л_3$.

Наиболее действенным в уменьшении остаточного напряжения является замена лампы 6Ж8 высокочастотным пентодом 6К3, имеющим значительно лучшие анодно-сеточные характеристики по защитной сетке и больший коэффициент усиления. При использовании лампы 6К3 величина остаточного напряжения не превышает 25 мВ на частоте 300 кГц, увеличивается запас по напряжению раскачки усилителя мощности, что улучшает

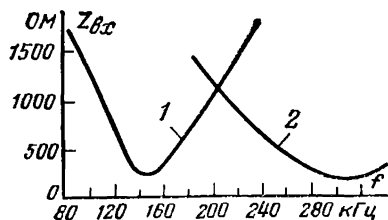


Рис. 7. Зависимость входного сопротивления приемопередатчика от частоты при включенном линейном контуре.

1 — $f_0=110$ кГц; 2 — $f_0=300$ кГц, согласование на 100 Ом.

частотную характеристику передатчика, повышает мощность на высоких частотах; несколько увеличивается чувствительность к манипуляции. Уменьшение остаточного напряжения способствует соединению баллона лампы 6К3 (вывод 1) с минусом схемы через емкость 0,5 мкФ, что устраняет наводку на лампу ЛЗ.

Входное сопротивление

приемопередатчика при выключенном линейном контуре определяется входным сопротивлением $Tr3$ и нагрузкой его анодной обмотки усилителя мощности. Входное сопротивление пущенного поста поэтому меньше, чем непущенного (рис. 6). Вход-

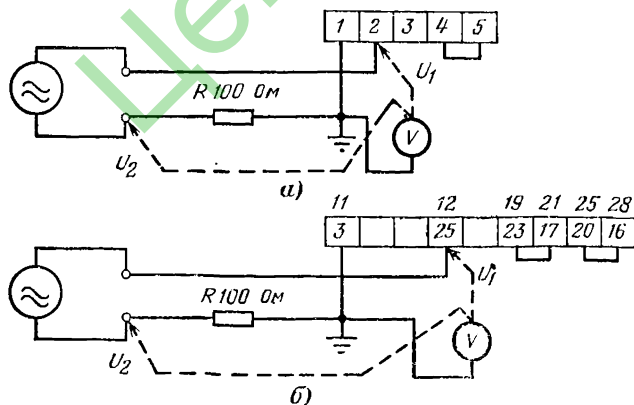


Рис. 8. Схема измерения входного сопротивления поста.

а — зажимы поста ПВЗК; б — зажимы поста ПВЗД (3, 25), УПЗ-70 (11, 12).

ное сопротивление приемопередатчика при включенном линейном контуре зависит от частоты настройки этого контура.

Частота, соответствующая минимуму входного сопротивления, не совпадает с частотой настройки контура, так как сопротивление $Tr3$ является комплексным. Поэтому минимум входного сопротивления будет на частоте, где реактивное сопротивление контура компенсирует реактивное сопротивление выходного трансформатора (рис. 7).

Измерение входного сопротивления приемопередатчика при выключенном и включенном линейном контуре выполняют по схеме рис. 8. Величина входного сопротивления $Z = (U_1/U_2)R$ должна соответствовать кривым рис. 6 и 7.

ПРИЕМНИК

Входной фильтр и его полоса пропускания. Входной фильтр состоит из двух резонансных контуров, связанных между собой малой емкостью (рис. 9). Резонансная кривая — зависимость напряжения на втором контуре от частоты э. д. с., вводимой в первый контур, определяется добротностью контуров и величиной коэффициента связи. При малой связи резонансная кривая — одногорбая (максимум усиления на одной частоте), при большой связи — двугорбая (рис. 9, б). Переход от одногорбой кривой к двугорбой происходит при критической связи между контурами. Коэффициент критической связи: $K_{кр} = 1/Q$. При этом емкость связи должна быть в Q раз меньше емкости контура $C_{св. кр} = C_k/Q$. Так как емкость связи входит в настройку отдельных контуров,

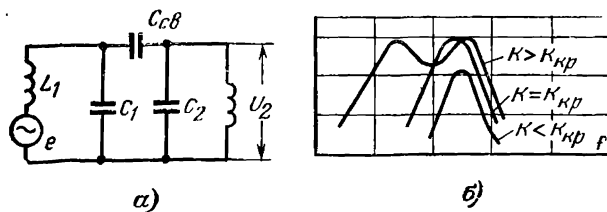


Рис. 9. Принципиальная схема резонансных контуров (а) и резонансные характеристики приемника ПВЗК (б).

то максимум напряжения U_2 двух контуров здесь зависит от величины связи K (емкость связи $C_{св}$). Оба контура настраивают на одинаковую частоту $f_k = f_{зад} + \Delta f$ при отсутствии реактивной связи.

При настройке обоих контуров по максимуму напряжения на втором контуре без замены конденсатора связи резистором резонансная кривая будет несимметричной относительно частоты настройки, так как оба контура будут настроены на разные частоты. Величина Δf зависит от величины емкости связи $C_{св}$, которая определяет

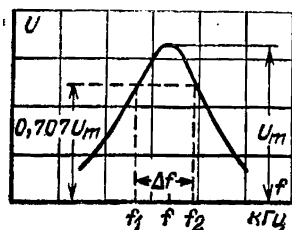


Рис. 10. Полоса пропускания приемника.

ся необходимой полосой пропускания контуров или необходимой величиной напряжения на втором контуре. После настройки контуров без конденсаторов связи (резистором) производится проверка настройки контуров с конденсатором. Частота настройки должна оказаться равной заданной частоте.

Полоса пропускания фильтра $\Delta f_{0,7}$ определяется как полоса частот, в пределах которой напряжение на втором контуре больше $0,707 U_m$ (рис. 10). Полоса пропускания двух связанных контуров зависит от добротности их и от величины коэффициента связи между контурами. Чем больше коэффициент связи, тем шире полоса пропускания (табл. 5). Полосу пропускания устанавливают из двух противоречивых условий: узкая полоса пропускания дает лучшую избирательность, но сигналы в ч. искажаются больше.

При связи же больше критической появляются ложные сигналы, сравнимые с сигналами, приходящими

Таблица 5

Зависимость полосы пропускания от коэффициента связи

Полоса пропускания	Связанные контуры			Один резонансный контур
	$K \rightarrow 0$	$K = K_{кр}$	$K > K_{кр}$, провал $0,707 U_m$	
$\Delta f_{0,7}$	$0,64 \frac{f_0}{Q}$	$\sqrt{2} \frac{f_0}{Q}$	$3,41 \frac{f_0}{Q}$	$\frac{f_0}{Q}$

с противоположного конца. Поэтому такая связь недопустима. Искажения сигнала высокой частоты оцениваются временем нарастания сигнала на выходе фильтра до 0,9 установившегося значения, при этом $t_n = 0,9/\Delta f_{0,7}$.

Задержка блокирующего сигнала в приемнике направленной защиты допускается до 3 мс, откуда для направленной защиты минимально допустимая полоса пропускания составляет $\Delta f_{0,7} = 300$ Гц.

Для получения удовлетворительной фазной характеристики диффазной защиты можно допустить расширение длительности импульса своего передатчика не более чем на 10%, что соответствует 1 мс. Время расширения импульса $t_{дф} = 1,2/\Delta f_{0,7}$; откуда минимально допустимая ширина полосы приемного фильтра $\Delta f_{0,7} = 1200$ Гц.

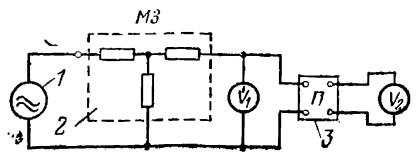
Настройка приемника и проверка полосы пропускания приемного фильтра. Индикатором настройки служит ламповый вольтметр, включенный на телефонную обмотку трансформатора $Tr4$, или вольтметр постоянного тока, включенный на эту обмотку за диодом (телефонные гнезда). Индикатором настройки может служить и высокоомный прибор постоянного тока, подключенный к сопротивлению R_{25} нагрузки детектора. При этом для диффазной защиты на время настройки приемника исключают отсечку диода, переключив переключки $П_4$ в положение 2—3 и $П_5$ в положение 1—2, 3—4. Прибор поста, включенный на ток $I_{пр}$, также может быть индикатором настройки.

Настройку производят с помощью измерительного генератора, включенного по схеме рис. 11. На генераторе установлена частота передатчика при помощи схемы рис. 5 или цифрового частотомера.

Конденсатор связи заменяют резистором R_{21} . На генераторе устанавливают напряжение в ч. такой величины, чтобы неоновая лампа не горела. Первый и второй контур приемника настраивают изменением емкости полупеременных конденсаторов C_{28} и C_{49} по максимальному отклонению вольтметра. Если при этом конденсато-

Рис. 11. Схема настройки приемника.

1 — измерительный генератор;
2 — магазин затухания; 3 —
приемопередатчик.



ры окажутся установленными в крайнее положение, следует изменить емкость магазинов C_{29-36} или C_{41-48} .

Проверка полосы пропускания. Резистор R_{21} заменяют конденсатором связи. Устанавливают минимальную величину емкости конденсаторов связи $C_{37} - C_{39}$. С помощью измерительного генератора устанавливают напряжение в.ч. такой величины, при которой не загорается неоновая лампа. Изменением частоты измерительного генератора определяют частоты f_1 и f_2 , при которых напряжение на индикаторе составляет 0,7 максимального значения (рис. 10). При этом напряжение на входе приемопередатчика, контролируемого по ламповому вольтметру, поддерживают постоянным. Разность этих частот равна полосе пропускания приемных контуров и должна составлять для диффазной защиты не менее 1 200—1 300 Гц. При ширине полосы менее 1 200 Гц увеличивают емкость связи, а затем опять проверяют полосу пропускания. При частотах 50—90 кГц, как правило, не удается получить такую полосу при одnogорбой резонансной кривой. Нужную ширину полосы можно получить шунтированием каждого из приемных контуров резистором 70—80 кОм. Величина емкости связи для направленных защит определяется не шириной полосы пропускания, а чувствительностью приемника.

Частоту настройки контуров с конденсатором связи определяют, изменяя частоту генератора по максимуму показаний индикатора. Частота настройки контуров в килогерцах будет меньше заданной на Δf . Конденсатор связи заменяют резистором R_{21} , и оба контура настраивают на заданную частоту, увеличенную на Δf (конденсаторы C_{28}, C_{49}). Включают конденсатор связи и снова проверяют частоту настройки приемных контуров, которая должна быть равна заданной частоте (частоте передатчика). После настройки надо вновь проконтролировать частоту измерительного генератора по частоте передатчика поста (по фигуре Лиссажу).

Для постов, предварительно настроенных на заводе, проверяют настройку и полосу пропускания приемника. Расстройка частоты приемника допускается не более 0,1—0,2 кГц в зависимости от частоты канала. При большем расхождении частот приемник подстраивают, как при новой настройке.

Чувствительность приемника. Характеристика чувствительности — зависимость тока приема от напряжения

сигнала на входе поста на частоте настройки (рис. 12) $I_{пр} = f(U_{вх})$ при постоянной частоте. Проверку проводят по схеме рис. 11.

Проверяют чувствительность приемника на частоте измерительного генератора, равной частоте настройки приемника. Выходная лампа приемника нагружена на реле панели или на сопротивление 500 Ом для диффаз-

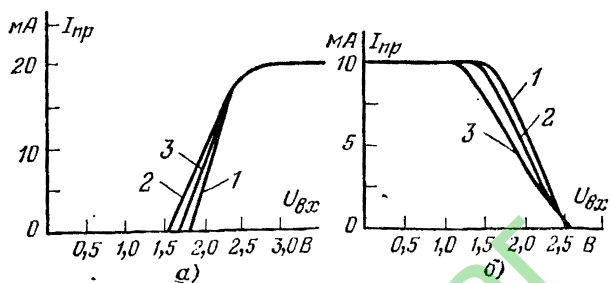


Рис. 12. Характеристики чувствительности приемника.
а — направленная защита; б — диффазная защита; 1 — 50 кГц;
2 — 100 кГц; 3 — 300 кГц.

ной защиты и 3000 Ом для направленной защиты. Для диффазной защиты чувствительность проверяют при токе покоя 10 мА (регулируют $U_{элю}$) и максимально допустимом напряжении отсечки (рис. 13).

Величину напряжения, при которой начинает появляться ток приема 0,5 мА (направленная защита) или начинает уменьшаться ток покоя $I_{п} = 0,5$ мА (диффазная защита), называют порогом чувствительности $U_{ч}$. Помеха величиной меньше $U_{ч}$ не может помешать работе защиты. Величину напряжения $U_{н(э)}$, при которой ток приема достигает максимального ($I_{п} = 0,5$ мА, направленная защита) или минимального значения (0,5 мА, диффазная защита), называют порогом насыщения и порогом запираения соответственно.

Сигнал высокой частоты должен быть больше порога насыщения (запираения). Напряжение порога чувстви-

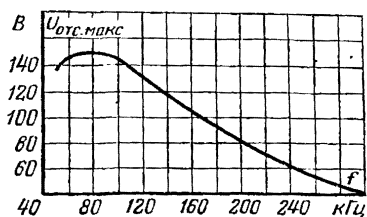


Рис. 13. Зависимость максимально допустимого напряжения отсечки детектора приемника поста ПВЗК от частоты.

тельности должно быть возможно большим, порога насыщения (запираания) — возможно меньшим и характеризоваться соотношением

$$\frac{U_{н(а)}}{U_{ч}} \approx \frac{U_{отс} + U_{зап}}{U_{отс}} \leq 1,5,$$

где $U_{отс}$ — напряжение отсечки лампы L_0 ; $U_{зап}$ — напряжение запираания (между управляющей сеткой и катодом лампы L_{10}). При этом $2,3 \lg \frac{U_{н(а)}}{U_{ч}} \leq 0,4$ Нп.

Значение напряжения на входе поста определяют на рабочей частоте для трех точек по току приема (рис. 12): $I_{п}—0,5$ мА (порог чувствительности — диффузная защита, порог насыщения — направленная защита); $I_{п}/2$ и $0,5$ мА (порог запираания — диффузная защита, порог чувствительности — направленная защита). Напряжение порога чувствительности, как правило, больше $0,8—1$ В; напряжение порога запираания (насыщения) должно быть меньше 3 В*.

На чувствительность приемника влияет точность настройки контуров, отвод на выходном трансформаторе, напряжение отсечки диода и величина емкости конденсаторов связи между приемными контурами. На чувствительности приемника сказывается также частота настройки приемника, так как характеристика $U_{вых}=\varphi(f)$ высокочастотного трансформатора $Tr4$ приемника нелинейна, имеет максимум при $80—100$ кГц, значительно понижаясь с увеличением частоты.

Для запираания выходной лампы приемника необходимо $U=27\div30$ В, поэтому $U_{R25}\geq40$ В. Чувствительность и крутизна характеристики чувствительности приемника увеличиваются с увеличением количества витков на приемник от $Tr3$ (рис. 14).

Увеличение напряжения отсечки диода $U_{отс}$ также повышает крутизну характеристики чувствительности приемника, но при этом уменьшается величина напряжения на нагрузке детектора R_{25} : $U_{R25}=U_{вых.дет}-U_{отс}$.

Исключение резистора R_{27} автоматического смещения выходной лампы приемника L_{10} приводит к увеличению

* Напряжение порога чувствительности можно устанавливать меньше $0,8$ В в соответствии с минимальными уровнями порога чувствительности (стр. 84) при остаточном напряжении на выходе поста меньше $0,25$ В.

крутизны характеристики чувствительности без уменьшения величины U_{R25} . Но при этом ухудшается стабильность тока покоя. Величину $U_{отс}$ устанавливают меньше U_{R25} , так как выходная лампа приемника может не запереться при снижении напряжения питания; с пониже-

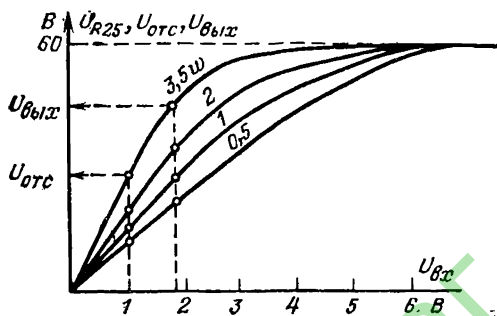


Рис. 14. Зависимость напряжения на детекторе от величины напряжения на входе поста ПВЗК.

На кривых количество витков отвода А ТрЗ.

нием $U_{пит}$ напряжение U_{R25} снижается быстрее $U_{отс}$ (рис. 15). Для фильтровых защит отсечка осуществляется на катode выходной лампы приемника ($U_{кЛ10}$).

Если напряжение порога насыщения больше 3 В, то уменьшают напряжение отсечки. При этом напряжение порога чувствительности не должно быть меньше 1 В. Если при этом напряжение порога чувствительности становится меньше 1 В, то увеличивают количество витков, оставляя максимально допустимым напряжение отсечки. Если напряжение порога чувствительности меньше 1 В и напряжение порога насыщения меньше 3 В, то при максимально допустимом напряжении отсечки уменьшают отвод на трансформатор ТрЗ (А и В).

Если при установке чувствительности кроме напряжения отсечки изменялся отвод ТрЗ, то вновь проверяют

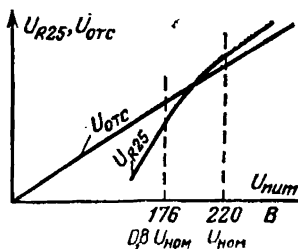


Рис. 15. Зависимость величины напряжений отсечки и нагрузки диода от питающего напряжения в приемнике ПВЗК.

ширину полосы и совпадение частот настройки приемника и передатчика. При изменении только напряжения отсечки настройку приемника можно не проверять.

Методика регулировки чувствительности приемника с устройством автоматической проверки в. ч. канала приведена ниже.

Избирательность приемника. Фильтр на входе определяет избирательность приемника, его отстройку от помех и частот других каналов. Характеристика избирательности — зависимость тока приема от частоты сигнала на входе приемника при постоянном уровне сигнала приведена на рис. 16. $I_{\text{пр}} = \varphi(f)$ при постоянном $U_{\text{вх}}$.

Большая площадка характеристики определяет зону чувствительности к помехам частот в диапазоне $f_2 - f_1$. Чем меньше разность $f_2 - f_1$, тем лучше приемник отстроен от помех. Меньшая площадка определяет устойчивость

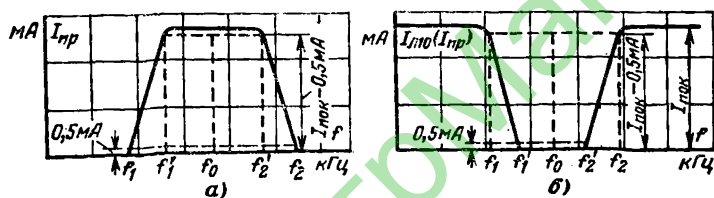


Рис. 16. Характеристики избирательности приемника ПВЗК.

а — направленная защита; б — диффазная защита.

работы приемника по отношению к расстройкам передатчика и приемника. Чем шире меньшая площадка $f'_2 - f'_1$, тем надежнее работает канал при расстройке частоты передатчика и изменениях настройки приемника. У идеальной характеристики избирательности большая и меньшая площадки равны.

Проверку производят по схеме рис. 11 при напряжении на входе поста, равном $(2 \div 4) U_{\text{з(н)}}$, по четырем точкам по частоте, соответствующей току приема 0,5 мА и $I_{\text{пок}} - 0,5$ мА (рис. 16).

На избирательность приемника влияют те же параметры, что и на чувствительность. На симметрию кривой избирательности влияет качество настройки контуров приемника: симметричность резонансной кривой. При изменении частоты измерительного генератора надо поддерживать постоянным напряжение на входе поста. Коэффициенты избирательности, определяющие ширину

верхней и нижней площадок кривой избирательности, равны:

$$K_1 = \frac{f'_2 - f'_1}{2f_0} \cdot 100 \geq 0,4\%; \quad K_2 = \frac{f_2 - f_1}{2f_0} \cdot 100 \leq 2,5\%,$$

коэффициенты симметрии кривой избирательности

$$K_{c1} = \frac{f'_2 - f_0}{f_0 - f'_1} = 0,8 \div 1,2; \quad K_{c2} = \frac{f_2 - f_0}{f_0 - f_1} = 0,6 \div 1,4.$$

Проверка манипуляции. Характеристика манипуляции — это зависимость ширины в. ч. импульса в передатчике и приемнике от напряжения манипуляции $\alpha_{\text{пер/пр}} = f(U_{\text{вх,ман}})$. Снимают ее для диффазной защиты по схеме рис. 17.

Пускают пост кнопкой *Кп*. На зажимы 6 и 7 подают через разделительный трансформатор регулируемое на-

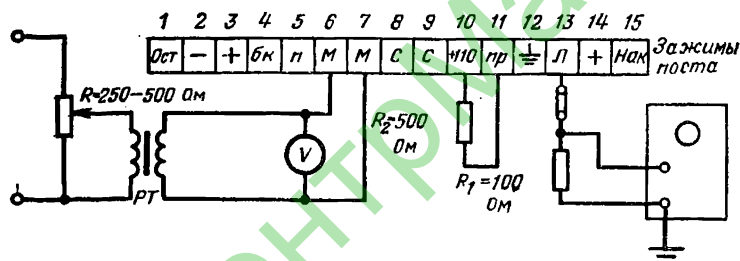


Рис. 17. Схема проверки характеристики манипуляции приемопередатчика РВЗК.

пряжение промышленной частоты. Приемник нагружен на активное сопротивление 500 Ом. На вход поста подключают осциллоскоп.

Определяют зависимость ширины импульса от напряжения манипуляции. Ширину импульса передатчика определяют, измерив длину импульса и паузы на экране осциллоскопа

$$\alpha_{\text{пер}} = \frac{l_{\text{имп}}}{l_{\text{имп}} + l_{\text{паузы}}} \cdot 360^\circ.$$

Необходимая ширина импульса в передатчике равна:

U , В	10	30	10
$\alpha_{\text{пер}}$, град	≤ 210	180	≥ 180

Ширину импульса в приемнике подсчитывают, измерив ток приема

$$\alpha_{\text{пр}} = (1 - I_{\text{пр}}/I_{\text{пок}}) \cdot 360^\circ.$$

Импульсы тока приема соответствуют паузам между импульсами в токе высокой частоты на входе. Длительность пауз между импульсами тока приема поэтому условно называют длительностью импульсов манипуляции в приемнике (рис. 18).

Узкополосный входной фильтр немного расширяет импульсы передатчика: длительность импульсов тока приема меньше длительности пауз тока высокой частоты.

Необходимая ширина импульса в приемнике равна:

U , В	10	100	15—120
$\alpha_{\text{пр}}$, град	$225 \geq \alpha \geq 195$	$220 \geq \alpha \geq 190$	$\Delta \alpha_{\text{пр}} = 15$

Напряжение полной манипуляции не должно быть больше 20 В.

Одновременно надо наблюдать за формой кривой по осциллокопу. Форма импульсов должна быть прямоугольной без всплесков. В паузах между импульсами не должно быть колебаний. Чувствительность и качество манипуляции зависят от ламп 6Ж8 (6К3) и 6Г2 и от напряжения на катоде лампы задающего генератора 6Ж8 (6К3). Проверяют также форму импульсов и отсутствие срыва генерации при пониженном и повышенном напряжениях постоянного тока (-20% , $+10\%$).

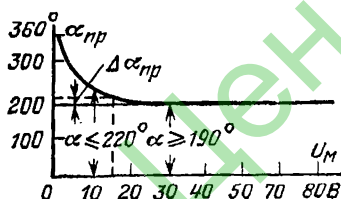


Рис. 18. Характеристика манипуляции приемопередатчика ПВЗК.

Проверяют *останов и напряжение в паузах манипуляции*.

Пускают передатчик кнопкой K_n и останавливают подачей постоянного напряжения 3—5 В (батарея) на зажимы манипуляции (диффазная защита) или подачей минуса на зажим «Останов» (направленная защита). Напряжение высокой частоты при этом на входе поста, нагруженном на 100 Ом, должно быть не более 0,25 В. Для снижения величины этого напряжения можно вывод 1 лампы L_2 генератора подключить к общему минусу батарей или к корпусу через конденсатор и заме-

нить лампу L_2 6Ж8 лампой 6КЗ [Л. 3]. Проверяют при этом, что минус батарейки подан на зажим 6 (СЗ₁).

Проверка стабильности частоты и режимов приемопередатчиков. Измеряют токи приемопередатчика по прибору поста и частоту (по схеме рис. 5) при напряжении питания $U_{\text{ном}} = \begin{smallmatrix} +10\% \\ -20\% \end{smallmatrix}$. Контроль частоты производят при работе поста с кварцевым резонатором и без него. При работе без резонатора уход частоты при изменении напряжения не должен превышать 0,25% частоты передатчика при нормальном питании. Все измерения производят при снятом напряжении манипуляции. Кратковременно подавая напряжение манипуляции 10 В, наблюдают форму импульсов высокой частоты. Измеряют режимы поста при нормальном напряжении питания и снятом напряжении манипуляции. Величины должны лежать в пределах, указанных в табл. 4.

ПРОВЕРКА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО КАНАЛА ЗАЩИТЫ С ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКАМИ ПВЗК

РАЗДЕЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ПОЛУКОМПЛЕКТОВ

Проверку высокочастотного канала производят после предварительной настройки постов и устройств обработки и присоединения по обоим концам защищаемой линии. Приемопередатчики подключают к линии. Заземляющие ножи конденсаторов связи включены.

Измерение затухания высокочастотного кабеля отдельно и совместно с фильтром присоединения. Кабель

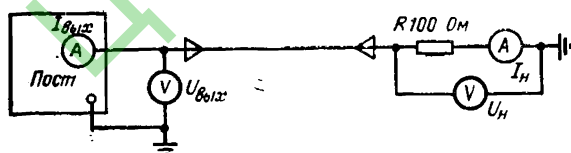


Рис. 19. Проверка затухания высокочастотного кабеля.

отключают от фильтра присоединения и подсоединяют к высокочастотному сопротивлению 100 Ом по схеме рис. 19. При отключенном напряжении манипуляции пост пускают кнопкой Кн. Измеряют ток миллиамперметром «Ток выхода», напряжение выхода (электронным вольтметром) и ток нагрузки (высокочастотным миллиампер-

метром) или напряжение на нагрузке (высокоомным вольтметром).

Мощности (Вт) на выходах приемопередатчика и кабеля на сопротивлении нагрузки равны:

$$P_{\text{вых}} = I_{\text{вых}} U_{\text{вых}} \text{ и } P_{\text{н}} = I_{\text{н}}^2 \cdot 100 = U_{\text{н}}^2 / 100.$$

Затухание определяют по выражению $a_{\text{к}} = 1,15 \lg (P_{\text{вых}}/P_{\text{н}})$ Нп = $\lg (P_{\text{вых}}/P_{\text{н}})$ дБ.

Затухание высокочастотного кабеля зависит от длины кабеля l и частоты: $a_{\text{к}} = l \alpha_{\text{каб}}$, где $\alpha_{\text{каб}} = 1,33 \frac{\sqrt{f}}{\rho} \frac{D+d}{Dd}$, Нп/км, где f — частота, кГц; D, d — диаметры внешнего и внутреннего проводников, мм; ρ — волновое сопротивление, Ом. При длине кабеля 100—200 м затухание кабеля должно быть равным примерно 0,1—0,2 Нп.

При включенном заземляющем ноже отключают конец линейной обмотки фильтра присоединения от конденсатора связи и подсоединяют через емкость, равную емкости конденсатора связи, к в. ч. сопротивлению $R_{\text{л}} = 400$ Ом (для ВЛ 330—750 кВ — 300 Ом).

Затухание измеряют по схеме рис. 20 и подсчитывают для сопротивления нагрузки 300 или 400 Ом. Затухание

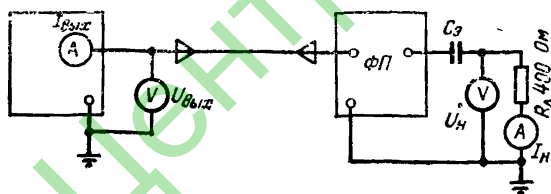


Рис. 20. Проверка затухания высокочастотного кабеля с фильтром присоединения.

фильтра вместе с кабелем (при длине кабеля 100—200 м) должно примерно составлять 0,3 Нп.

Измерение входного сопротивления кабеля, мощности, отдаваемой передатчиком, согласование выхода передатчика с линией. Отключают заземляющий нож. Пост пускают кнопкой $K_{\text{н}}$. Согласование выхода производят отводом B трансформатора $Tr3$ по максимальному току выхода при снятом напряжении манипуляции. На выбранном отводе B подстраивают выходной контур с помощью конденсаторов C_{20-27} также по максимуму

му тока выхода. После изменения отвода B и величины емкости выходного контура повторяют измерение входного сопротивления поста.

Измерение токов фильтра присоединения производят при работе с конденсатором связи 1 100 или 2 200 пФ, так как величина тока промышленной частоты в этом случае меньше значения тока высокой частоты. При больших значениях емкости конденсатора связи ток промышленной частоты может быть больше тока высокой частоты и измерение дает существенную ошибку. При пущенном передатчике и снятом напряжении манипуляции измеряют ток в цепи кабельной и линейной обмоток присоединения. В той же схеме измеряют ток промышленной частоты $I_{п.ч}$ в линейной обмотке фильтра присоединения при остановленном передатчике.

Включение прибора в цепь линейной обмотки фильтра производят при включенном заземляющем ноже. Нож выключают на время измерения и затем вновь включают до восстановления нормальной схемы. Надо помнить, что при случайном разрыве цепи линейной обмотки при отключенном ноже в точке разрыва появляется потенциал, равный фазному напряжению линии электропередачи.

Измеренный ток в линейной обмотке $I_{л}$ является геометрической суммой тока высокой частоты $I_{в.ч}$ и тока промышленной частоты $I_{п.ч}$, протекающего через конденсатор связи на землю, следовательно, $I_{л} = \sqrt{I_{в.ч}^2 + I_{п.ч}^2}$. Величина тока промышленной частоты $I_{п.ч} = U_{ф\omega} C_{к.с.}$, где $U_{ф}$ — величина фазного напряжения линии; $C_{к.с.}$ — величина емкости конденсатора связи. Это измерение может помочь выявить неисправный элемент канала.

После измерений восстанавливают схему фильтра присоединения. Подключают приемопередатчик к каналу по нормальной схеме при снятом напряжении манипуляции. На вход поста включают вольтметр. Мощность, отдаваемую передатчиком, и входное сопротивление определяют по току выхода (прибор поста) и напряжению на выходе поста

$$P_{\text{вых}} = U_{\text{вых}} I_{\text{вых}}; \quad Z_{\text{каб}} = U_{\text{вых}} / I_{\text{вых}}.$$

Мощность (Вт), отдаваемая на сопротивление 100 Ом, должна быть не менее паспортной

$$P_{100} = U_{\text{вых}}^2 / 100 = I_{\text{вых}}^2 \cdot 100.$$

Если входное сопротивление не укладывается в норму (60—150 Ом), переходят на другой диапазон фильтра присоединения (если заданная частота попадает в оба диапазона) или подбирают модификацию фильтра присоединения (для фильтра ОФП-4).

Характеристики поста при пониженном напряжении. При пониженном на 20% напряжении питания измеряют токи по приборам поста. Измерения делают с манипуляцией (для диффазной защиты) и без манипуляции. При пониженном напряжении питания должна быть обеспечена правильная работа защиты. При работе с диффазной защитой ток покоя должен быть не менее 8 мА; при пуске поста без манипуляции ток приема должен уменьшиться до нуля, при $U_{\text{ман}} = 10$ В манипуляция должна быть полной. При работе поста с направленной защитой при пущенном передатчике ток приема должен быть больше тока срабатывания реле, а при непущенном — ток покоя должен быть равен нулю.

Частота передатчика в случае работы без кварцевого резонатора не должна измениться более чем на 0,15%; при работе с кварцевым резонатором не должно быть срыва генерации. Ток выхода передатчика должен обеспечивать нормальную работу приемника противоположного конца.

ДВУСТОРОННЯЯ ПРОВЕРКА В КАНАЛЕ

Переговорное устройство. При передаче пост пускают кнопкой *Кн*, при приеме — останавливают кнопкой *Кн*. Для улучшения слышимости регулируют напряжение на микрофоне перемещением движка «Микр» потенциометра R_3 . Величина тока через микрофон и тока лампы промежуточного каскада не должна превышать 80 мА. На коротких линиях для улучшения слышимости можно вводить сопротивление в цепь входа приемника (отвод *Тр3* на приемник). При передаче следует нажимать кнопку *Кн*, при приеме — отпускать кнопку *Кн* и включать выносной реостат.

Напряжения на входе поста. Производят измерение напряжения на входе поста при работе своего передатчи-

ка и передатчика противоположного конца. Для исключения опасных биений, могущих привести к перерыву в ч. сигнала, напряжение на входе высокочастотного кабеля от своего передатчика должно быть больше напряжения, получаемого с противоположного конца, не менее чем в 2 раза, а при работе без кварцевого резонатора — в 1,5—2 раза (при общей частоте передачи, нормальной мощности и напряжении питания передатчиков). При этом измеряют напряжение в точке *Б* трансформатора *Тр3*. Если принимаемое напряжение на входе приемника отличается от своего сигнала меньше чем в 1,5 раза, то на конце линии, где ток выхода больше, вводят удлинитель (0,3 Нп — перемычками P_8 и P_9 или, если этого недостаточно, 0,6 Нп перемычками P_{10} и P_{11}). При этом ток выхода должен быть не менее 150 мА. Напряжение в этом случае измеряют на выходе линейного контура (точка *Б*).

Необходимость введения дополнительного затухания возникает на коротких линиях с затуханием менее 1,5 Нп, поэтому на ВЛ с ответвлениями приемопередатчики с равными частотами передачи надо устанавливать на концах участков с большим затуханием. В постах ПВЗД и УПЗ-70 дополнительное затухание вносят линейные фильтры, если приемник включен за усилителем мощности. В постах УПЗ-70 можно ввести удлинитель 0,5 Нп.

При питании приемопередатчиков обоих концов линии от батарей разного напряжения (110 и 220 В) и в случае большого напряжения сигнала, отличающегося от своего меньше чем в 2 раза, снижают мощность передатчика, питаемого от батареи 220 В, путем перевода усилителя мощности на работу двумя лампами. Уменьшить мощность передатчика можно также увеличением напряжения смещения усилителя мощности или уменьшением напряжения раскачки промежуточного каскада.

Для исключения влияния биений напряжения частоты принимаемого сигнала с остатком несущей частоты своего передатчика на высокочастотный сигнал этот остаток по величине должен быть в 3 раза меньше напряжения порога чувствительности приемника.

Корректируют величину тока покоя (диффазная) или тока приема (направленная защита) при включении выходной лампы приемника на релейный комплект, изменяя напряжение $U_{эл10}$. Проверяют, что напряжение принимаемого сигнала $U_H = (3 \div 4) U_3$.

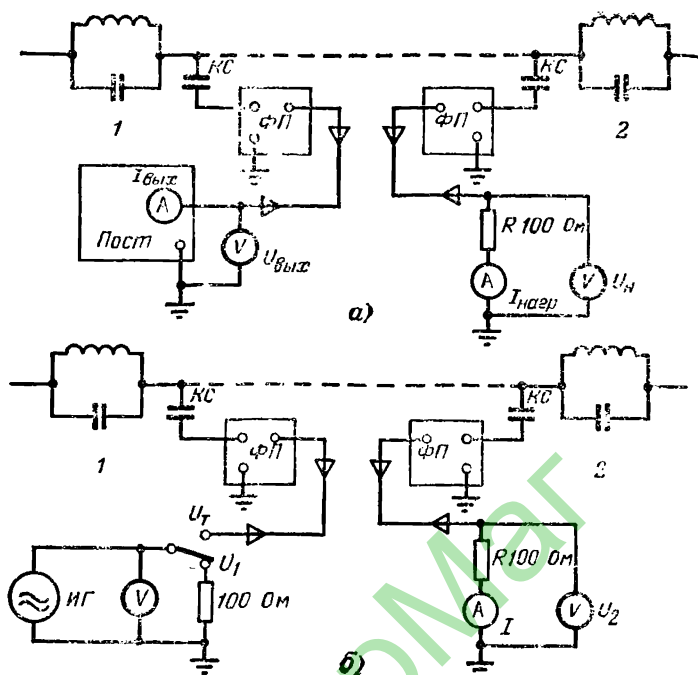


Рис. 21. Проверка затухания высокочастотного тракта.
а — на частоте передачи; б — методом вносимого затухания; 1 — передающий конец; 2 — приемный конец.

Измерение затухания тракта. Измерением величины затухания определяют исправность всего оборудования высокочастотного тракта. Затухание канала зависит от затухания кабеля, фильтра присоединения, утечки через заградитель, длины линии и от частоты канала. На линиях 50—70 км на измерении затухания сказывается отражение высокочастотного сигнала от противоположного конца и величина нагрузки.

Затухание передачи измеряют поочередно в оба конца, при этом на приемном конце перед отключают и кабель нагружают на 100 Ом (рис. 21).

Затухание (α_T) определяют по формуле

$$\begin{aligned} \alpha_T &= 1,15 \lg \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{нагр}}} = 1,15 \lg \frac{I_{\text{вых}} U_{\text{вых}}}{I_H^2 \cdot 100} = \\ &= 1,15 \lg \frac{I_{\text{вых}} U_{\text{вых}}}{U_H^2} \cdot 100. \end{aligned}$$

В случае введения дополнительного искусственного затухания удлинителя или изменения мощности передатчика повторяют измерения входного сопротивления в. ч. кабеля и мощности, отдаваемой передатчиком.

При наладке полезно снять частотную характеристику затухания тракта, которая оценивает неравномерность затухания, правильность выбора частот, состояние аппаратуры. Характеристику снимают методом вносимого затухания.

Вначале измеряют напряжение U_1 от измерительного генератора на сопротивлении 100 Ом, затем генератор переключают на тракт и измеряют результирующее напряжение сигнала и помехи U_p на в. ч. кабеле, нагруженном на сопротивление 100 Ом в пункте приема (рис. 21,б). Интервалы измерения 5—10 кГц сокращают вблизи рабочих частот канала до 1—2 кГц.

Если измерить напряжение помехи U_n , то при $U_p/U_n > 2,5$ помехой можно пренебречь и считать $U_p = U_n$ напряжения сигнала; при $2,5 > U_p/U_n > 1,5$ $U_n = \sqrt{U_p^2 - U_n^2}$; при отношениях $U_p/U_n < 1,5$ такой подсчет дает ошибку больше 0,1 Нп и измерять сигнал надо селективным прибором.

$$\begin{aligned} \text{Затухание тракта } a_{\tau} &= 2,3 \lg \frac{U_1}{U_2}, \text{ Нп} = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} = \\ &= 20 \lg \frac{U_1}{100I}, \text{ дБ.} \end{aligned}$$

Запас по перекрываемому затуханию — превышение уровня приходящего сигнала над уровнем порога запирания приемника — является основным показателем высокочастотного канала защиты. Запас по затуханию, измеренный для каждого приемника, должен быть больше 1 Нп, для гололедных районов — больше 1,5 Нп. Запас по затуханию можно определить:

Использованием магазина затуханий. Включают магазин затуханий на зажимы «пост — линия». Пускают передатчик на противоположном конце. Вводят затухание до тех пор, пока не появится ток приема. Это значение величины затухания и является запасом по затуханию, который может перекрыть передатчик. Следует помнить, что магазин затуханий прибора ВЧИ-4 рассчитан на мощность 10 Вт. Он имеет характеристическое сопротивление 100 Ом и ступени переключения в 0,2 Нп. Входное же сопротивление поста и кабеля может значительно

отличаться от 100 Ом. Поэтому этот способ может дать ошибку больше 0,2 Нп.

Сопоставлением значений величины напряжения от дальнего передатчика и напряжения порога насыщения (запирания) приемника поста. Запас по затуханию подсчитывают в этом случае по формуле

$$A_{\text{зап}} = 2,3 \lg \frac{U_{\text{вх.д}}}{U_{\text{з(п)}}}, \text{ Нп} = 20 \lg \frac{U_{\text{вх.д}}}{U_{\text{з(п)}}}, \text{ дБ.}$$

Это измерение неточно, так как здесь не учитывается расстройка передатчика и приемника и влияние помех на измерение напряжения от дальнего передатчика. Для отстройки от помех $U_{\text{вх.д}}$ можно измерять за линейным контуром или фильтром (при этом $U_{\text{з}}$ порога запирания измеряют в этой же точке).

Снятием амплитудных характеристик $I_{\text{пр}} = f(I_{\text{вых.д}})$. Характеристику снимают при нормальной схеме канала. Ток выхода меняют путем изменения напряжения на анодах и экранных сетках ламп передатчика при неизменном накале. На зажим «+110» поста ПВЗК, отсоединенный от реостата поста, подают регулируемое напряжение постоянного тока. Пускают пост кнопкой *Кн.* Для диффазной защиты манипуляцию снимают. Ток выхода уменьшают путем снижения напряжения на зажиме «+110» до появления тока приема на poste противоположного конца.

Снизить мощность выхода можно также шунтированием выхода передатчика реостатом сопротивлением 150—330 Ом.

По амплитудной характеристике определяют запас по затуханию

$$A_{\text{зап}} = 2,3 \lg \frac{I_{\text{вых.норм}}}{I_{\text{вых.мин}}}, \text{ Нп} = 20 \lg \frac{I_{\text{вых.норм}}}{I_{\text{вых.мин}}}, \text{ дБ,}$$

где $I_{\text{вых.норм}}$ — ток выхода дальнего передатчика при нормальной схеме и номинальном напряжении питания; $I_{\text{вых.мин}}$ — ток выхода дальнего передатчика, при котором появляется ток приема (диффазная защита) или начинает уменьшаться ток приема (направленная защита) (рис. 22).

Определение запаса по затуханию по амплитудным характеристикам производят в случаях, если необходимо более точное измерение.

Ток приема поста защиты не должен изменяться при включении в работу передатчиков связи или от других

источников помех. Вольтметром или селективным избирателем, включенным на вход поста, измеряют величину помехи, вносимой передатчиками связи или другими источниками для сравнения с измерениями при будущих проверках.

Включение в работу высокочастотного канала защиты. Возможность надежной работы в. ч. канала оценивают исходя из величин затухания канала, запаса по затуханию, чувствительности приемника, величин помехи в канале и остаточного напряжения на входе поста. Если пришлось корректировать чувствительность, то характеристики чувствительности и избирательности проверяют повторно.

Производят осмотр монтажа, подтягивают винты и гайки в схеме и на сборках зажимов, проверяют действие сигнализации, пломбируют пост, кожухи ламп, реостатов, разделительных фильтров. Обмениваются импульсами при номинальном напряжении постоянного тока. Пускают пост кнопкой *Кн* при включенной манипуляции (для диффазной защиты ток нагрузки линии должен быть достаточным для полной манипуляции), измеряют $I_{\text{вых}}$ и $I_{\text{приема}}$. Ток приема должен быть больше $0,35I_{\text{пок}}$ (для диффазной) или равен максимальному (для направленной защиты). Указательное реле «Вызов» должно сработать на обоих полукомплектах защиты. Остатывают пост, измеряют ток выхода и ток приема при запущенном передатчике с противоположного конца. Ток приема и в этом случае должен быть больше $0,35I_{\text{пок}}$ (для диффазной) или равен максимальному (для направленной защиты). Указательные реле «Вызов» должны сработать с обеих сторон. При пуске постов с обеих сторон ток приема должен быть равен нулю (для диффазной) или максимальному (для направленной защиты).

Обмениваются импульсами при пониженном на 20% напряжении поочередно на каждом посте. Ток приема

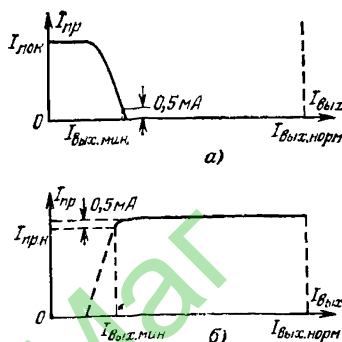


Рис. 22. Амплитудные характеристики канала.

а — диффазная защита; б — направленная защита.

при обоих пущенных постах во всех случаях должен быть равен нулю.

ОСОБЕННОСТИ НАЛАДКИ КАНАЛОВ ЗАЩИТЫ НА ЛИНИЯХ С ОТВЕТВЛЕНИЯМИ

Наличие ответвления на ВЛ приводит к утечке энергии высокой частоты, к появлению отражений вследствие нарушения однородности канала, к взаимодействию сигналов нескольких передатчиков.

Ответвление без полуккомплекта защиты. Высококачественную обработку ответвления заградителем производят, если одно ответвление вносит в канал затухания больше 0,4 Нп (3,5 дБ).

Короткие ответвления ($l \leq 0,05\lambda$, где l — длина ответвления, λ — длина волны; для 50—300 кГц l соответственно 300—50 м), как правило, обработки не требуют, так как они вносят затухание не более 0,4 Нп (3,5 дБ).

Ответвление средней длины ($l \geq 0,05\lambda$), как правило обрабатывают заградителями в месте ответвления. Допускается не устанавливать заградители для длины ответвления $(0,4 \div 0,6)\lambda$ и $(0,9 \div 1,1)\lambda$. Нарушение этих условий может увеличить затухание канала больше, чем на 0,4 Нп.

Длинные ответвления [затухание не менее 1 Нп (9 дБ), для 50 и 300 кГц это соответственно 150 и 50 км] не обрабатываются. Входное сопротивление таких ответвлений близко к волновому в любом режиме работы ответвления. Вносимое затухание в канал не более 0,4 Нп (3,5 дБ).

Ответвления с полуккомплектами защит. На всех подстанциях производят обработку канала. При хорошем согласовании ответвление не вносит более 0,4 Нп (3,5 дБ) затухания в канал. Линии с ответвлениями весьма чувствительны к плохому согласованию в тракте, в месте подсоединения ответвления обработки не требуют. Объем двусторонних проверок для линии с одним ответвлением увеличивается в 3 раза.

Напряжения на входе постов. На линиях с ответвлениями установить нужные соотношения напряжения сигналов трудно или невозможно. Для устранения влияния биений в этом случае несколько разносят частоты передатчиков (при наличии кварцевых резонаторов на всех постах). Допустимая длительность перерыва сигнала принимается 0,8 мс, откуда разность частот двух пере-

датчиков должна составлять 300—500 Гц. На канале с одним ответвлением можно ограничиться двумя частотами: f_0 и $f_0 \pm 500$ Гц при настройке передатчика, более близкого к ответвлению, на частоту f_0 . На каналах с двумя ответвлениями должно быть не менее трех частот, сдвинутых друг от друга на 500 Гц. Если выбрать разные частоты для всех пунктов: f_0 , $f_0 + 500$ и $f_0 - 500$ Гц, то соотношения между напряжениями сигналов не имеют значения.

Приемники должны иметь полосы пропускания, достаточные для приема сигналов разнесенных частот передатчиков. При настройке трех приемников на среднюю частоту канала ширина полосы пропускания каждого приемника (исходя из полосы 1 300 Гц на канал) должна составлять: $2\Delta f = 2 \cdot 500 + 1\,300 = 2\,300$ Гц. На низких частотах полосу можно допустить шириной 2 000 Гц. При настройке каждого приемника на среднюю частоту дальних передатчиков полоса пропускания двух приемников может составлять $2\Delta f = 1\,800$ Гц, а третьего — 2 300 Гц. Такую настройку легче выполнить, приемники лучше отстроены от помех и их чувствительность одинакова к дальним передатчикам. Однако здесь возможно существенное ухудшение характеристики манипуляции.

Полосу пропускания расширяют максимальным увеличением величины емкости связи, затем включением активных сопротивлений параллельно приемным контурам.

На канале с ответвлениями проверяют правильность обработки ответвления, так как на линии может быть обработана нерабочая фаза, неверно настроены заградители. Затухание и запас по затуханию проверяют при отключенной подстанции на ответвлении и ответвлении, включенном по полной схеме, для ответвлений без полуккомплектов защит. Для ответвлений с полуккомплектами защит проверку делают в полной схеме.

Проверяют соотношения величины своего и дальнего сигнала на входе постов при их одночастотной настройке.

Проверять фазировку токовых цепей защиты лучше при отключенном ответвлении. (В нормальном режиме мощность с обеих сторон может быть направлена к ответвлению.)

НЕИСПРАВНОСТИ, КОТОРЫЕ МОГУТ ВОЗНИКНУТЬ ПРИ РАБОТЕ КАНАЛА

Помехи. Следует выяснить происхождение помехи: внешние (с канала) или внутренние (в poste).

Внешнюю помеху, приводящую к выпадению сигнального реле «Вызов», может давать дуга в коммутационных аппаратах при операциях с ними. Могут быть помехи от короны. В этом случае приемник при возможности заглубляют, если достаточен запас по затуханию. Слишком широкая полоса пропускания приемника ведет к большей чувствительности к распределенным помехам. Пологая характеристика приемника также повышает чувствительность к помехе. Помехи могут давать плохие или пробитые разрядники фильтров присоединения. Высокочастотные импульсы приемопередатчиков при этом уменьшаются по величине и неустойчивы. Разрядники чаще работают на нагруженных линиях при грозе. При больших нагрузках возможны помехи также и от разрядников заградителей. Помехи могут вызывать также плохие контакты в элементах высокочастотного тракта. Импульсные помехи может формировать заградитель на частоте настройки. Заградители можно в этом случае притуплять (при их сопротивлении 2—3 кОм). Помехи могут идти от соседних каналов связи, телемеханики или защиты или от других источников.

Внутреннюю помеху вызывает самовозбуждение передатчика или она может возникать при пульсации питающего напряжения от тока подзаряда.

Изменение тока покоя больше допустимого вызывает неисправность выходной лампы L_{10} или ее анодной цепи, неисправность цепей режимного потенциометра, помеха, ведущая к работе сигнального реле «Вызов».

Изменение тока выхода передатчика вызывает неисправность в канале или poste.

В канале: изменение коммутации первичной схемы подстанции. Могут быть также повреждены кабель, ФП, заградители. Все изменения в канале, связанные с изменением тока выхода, ведут к изменению входного сопротивления кабеля. При изменениях в канале следует проверить запас по затуханию и затухание канала, затем сделать измерения по частям (ФП с кабелем, с устройством отбора напряжения), проверить целостность жилы кабеля. Надо проверить, не пробиваются ли разрядники напряжением промышленной частоты.

Измерение запасов по затуханию и затуханию канала при отключенной (х. х.) и заземленной (к з.) линии иногда дает возможность определить неисправность градиента. Заземление лучше оставлять только на обработанной фазе. На больших подстанциях (с большой емкостью шин — малым входным сопротивлением) может быть эффективным измерение при поочередном отключении линии с обоих концов.

В poste: изменение напряжения питания. Ток выхода зависит и от наличия манипуляции — без манипуляции он больше. При изменении нагрузки на ВЛ величина манипуляции меняется. При неисправности прибора тока выхода или его кнопки, расстройке линейного фильтра, потере эмиссии одной из ламп передатчика проверяют величину напряжения выхода, форму кривой напряжения высокой частоты. Измеряют величины токов катода ламп УМ и других ламп передатчика. Режимы ламп по переменному напряжению проверяют в конце наладки.

Увеличение остаточного напряжения на выходе поста (напряжение в паузах манипуляции) приемник чувствует как недостаточную манипуляцию (ток приема больше 4,5 мА). Следует проверить манипуляцию. Если остаточное напряжение убирается при подаче напряжения на останов, то неисправна лампа манипуляции L_1 . Если остаток при этом остается, то следует проверить лампу L_2 ; изменение $U_{к.г.г}$ влияет на изменение формы импульса, устойчивость генерации. Экраны элементов, связанных с постоянным током, должны быть соединены с минусом питания; остальные экраны должны быть соединены с корпусом.

Изменение тока приема и уменьшение сигнала. Ток приема больше 4,5 мА, если приемник получает сигнал меньше порога запирающего. Неисправная неоновая лампа может шунтировать приемный контур. Если при одновременном пуске передатчиков с обоих концов ток приема не равен нулю, то дальний сигнал недостаточен или ухудшились характеристики ламп приемника. На линиях с ответвлениями импульсы манипуляции могут быть сдвинуты. На очень длинных линиях сдвиг высокочастотных импульсов происходит из-за времени распространения волны. В двухчастотных постах импульсы затягиваются емкостью нагрузки детектора, делая этот сдвиг незаметным.

Посты особенно чувствительны к понижению напряжения при старых лампах. При слабом дальнем сигнале следует измерить мощность передающего передатчика, затухание канала. Причины ослабления сигнала: изменение частоты передатчика, изменение затухания канала, заглубление приемника или его расстройка. Запас по затуханию изменяется в одну сторону при неисправности одного передатчика или приемника.

2. ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ АППАРАТУРА ЗАЩИТЫ ВЛ 110—500 кВ

ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКИ ПВЗД и УПЗ-70

Так же как и пост ПВЗК, приемопередатчики ПВЗД и УПЗ-70 передают и принимают высокочастотные сигналы релейной защиты по линии электропередачи (рис. 23, 24).

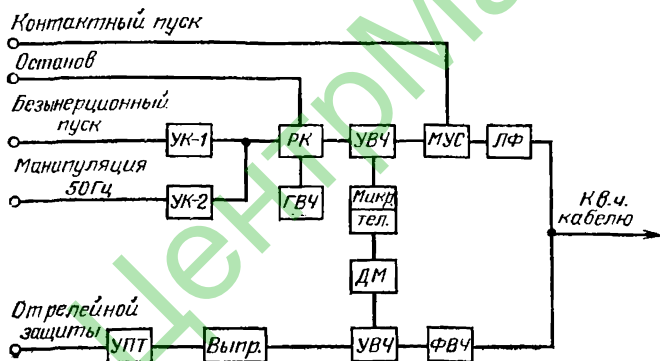


Рис. 23. Блок-схема приемопередатчиков ПВЗД и УПЗ-70.

Приемопередатчики могут работать со всеми типами направленных, дистанционных и диффазных защит линий 110—500 кВ.

Технические данные приведены в табл. 1.

ОСОБЕННОСТИ СХЕМЫ ПОСТОВ ПВЗД и УПЗ-70

Приемопередатчики ПВЗД и УПЗ-70 по сравнению с передатчиком ПВЗК являются более мощными и помехозащищенными, обладают лучшей избирательностью, имеют безынерционный пуск и останов, могут работать

на разных частотах передачи и приема. Последнее дает возможность избавиться от влияния отраженных сигналов на работу защиты. Эти особенности обусловлены различием принципиальных схем приемопередатчиков ПВЗД (УПЗ-70) и ПВЗК.

Управляющие каскады. Пуск передатчика ПВЗК производится подачей анодного напряжения на лампы усилителя мощности. В постах ПВЗД и УПЗ-70 анодное напряжение на лампы МУС может быть подано постоянно. Пуск передатчика производится в этом случае подачей положительного напряжения на экранную сетку лампы разделительного каскада с анодов управляющих ламп L_1 и L_2 (6Ж1П).

При направленной защите с безынерционным пуском оба каскада — усилители постоянного тока; при диффазной защите управляющий каскад на лампе L_2 работает манипулятором аналогично манипулятору поста ПВЗК на лампе L_1 . Управляющие сетки ламп подключены: L_1 — к пусковому органу релейного комплекта, L_2 — к органу направления мощности в направленной защите и к органу манипуляции при диффазной защите. В анодах ламп L_1 и L_2 — общая анодная нагрузка R_a . Ток через одну из этих ламп вызывает падение напряжения на анодной нагрузке и потенциал экранной сетки L_4 становится ниже потенциала ее катода, что приводит к запираанию лампы. Напряжение раскачки с последующих каскадов снимается. Пуск передатчика требует запираания обеих управляющих ламп. Переменное напряжение частотой 50 Гц на сетке лампы L_2 при запертой лампе L_1 осуществляет манипуляцию высокой частоты.

Контактный пуск при диффазной защите осуществляется подачей анодного напряжения на усилитель мощности. Управляющую лампу L_1 исключают из схемы. При направленных защитах с контактным пуском обе лампы L_1 и L_2 исключают из схемы.

Разделительный каскад в постах ПВЗД и УПЗ-70 введен для управления работой передатчика и исключения влияния последующих каскадов на работу задающего генератора. Каскад пускает и останавливает передатчик при безынерционном пуске. Разделительный каскад на лампе 6Ж1П (L_4) представляет собой резонансный усилитель. Анодной нагрузкой лампы служит контур, имеющий те же параметры, что и контур задающего генератора. На разделительном каскаде осуществляется

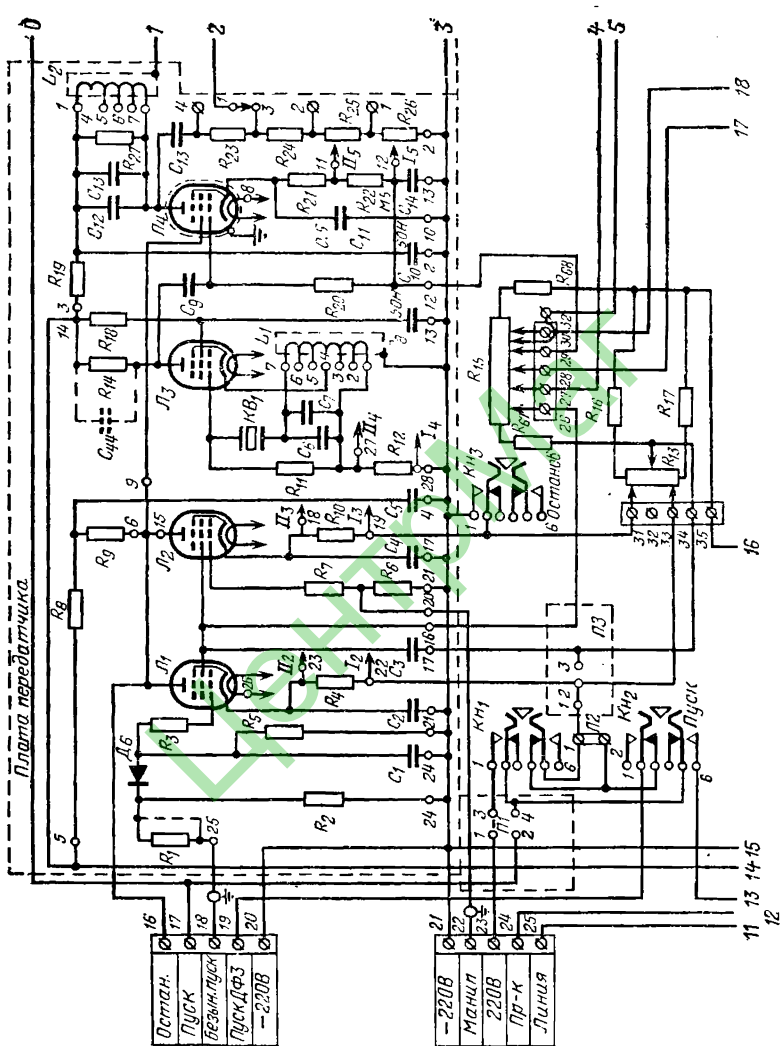
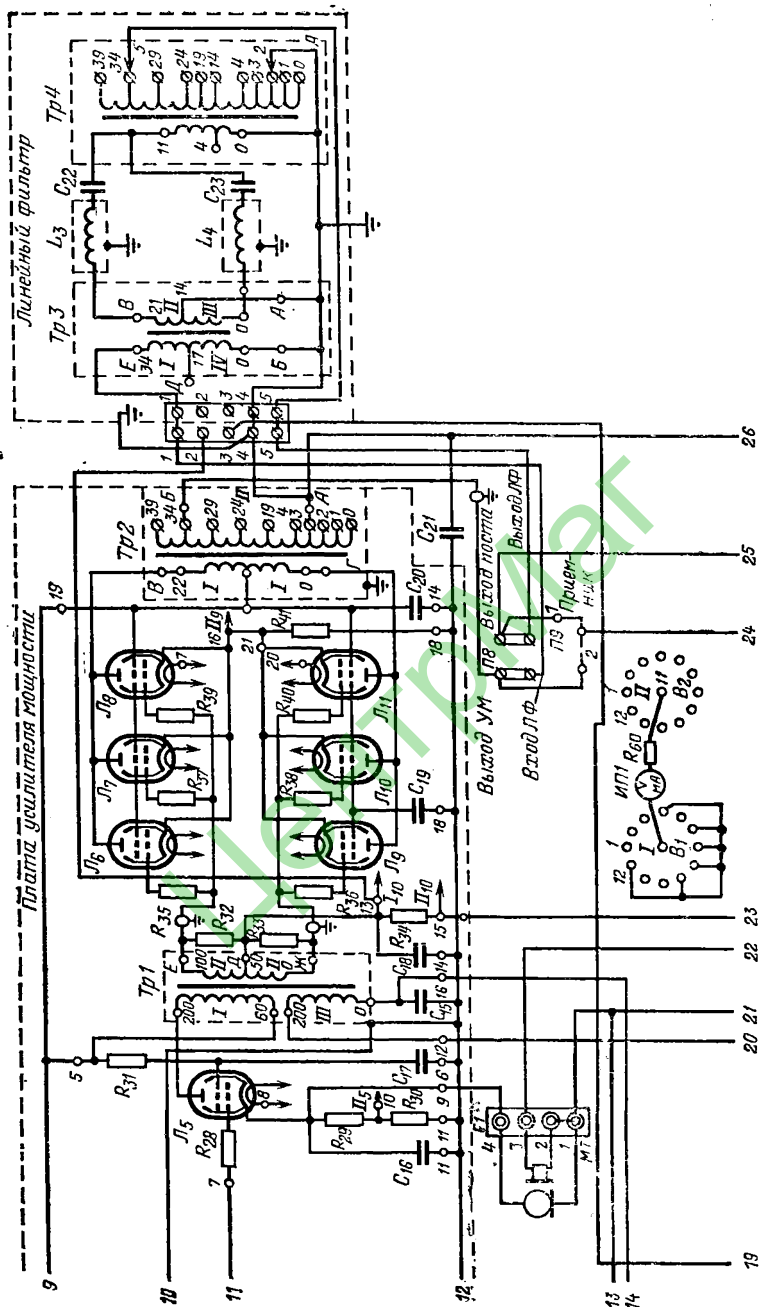
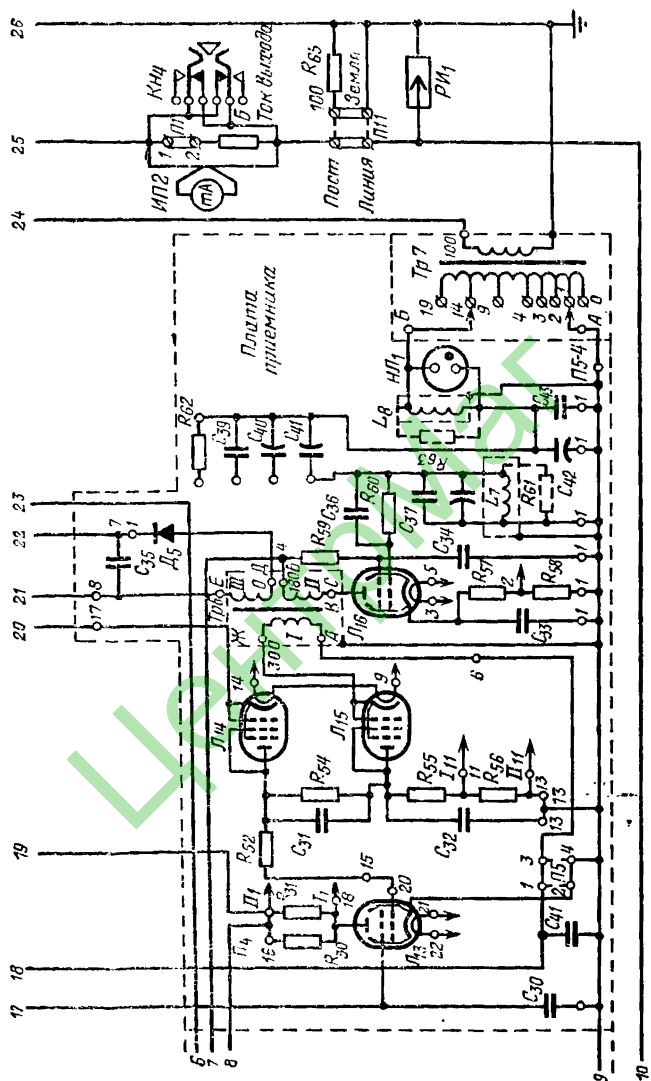
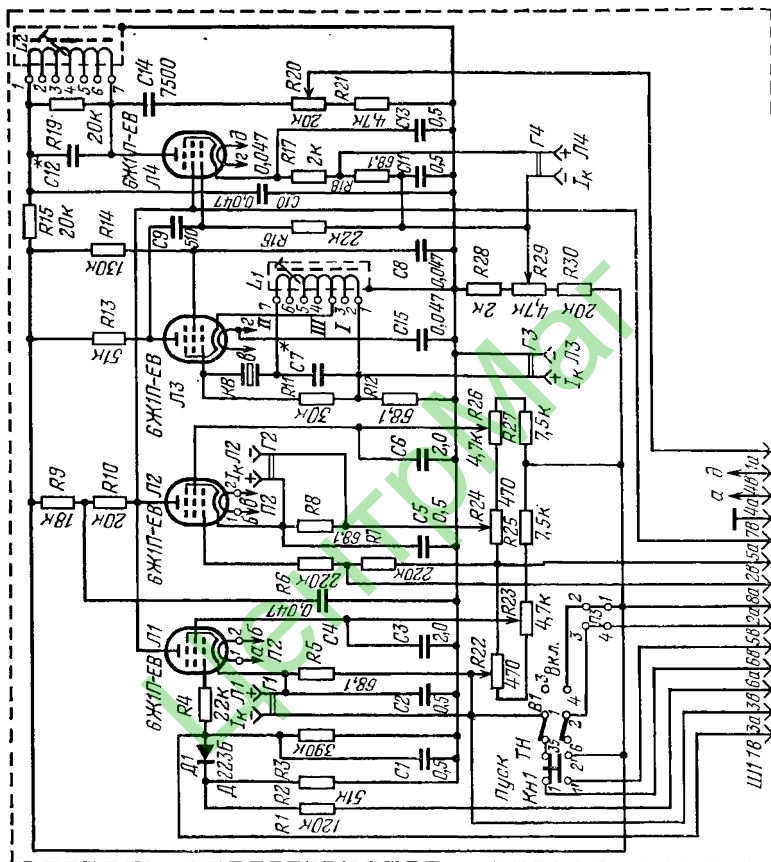


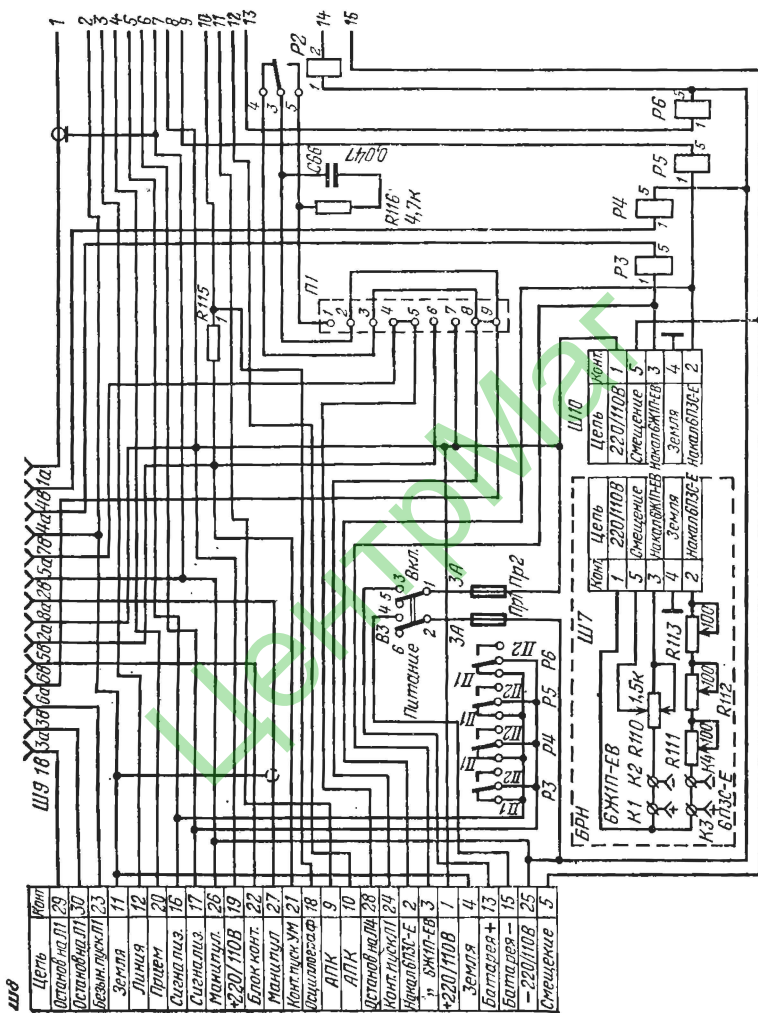
Рис. 24а. Принципиальная схема приспособления ПВЗТ (продолжение на стр. 53, 54, 55).

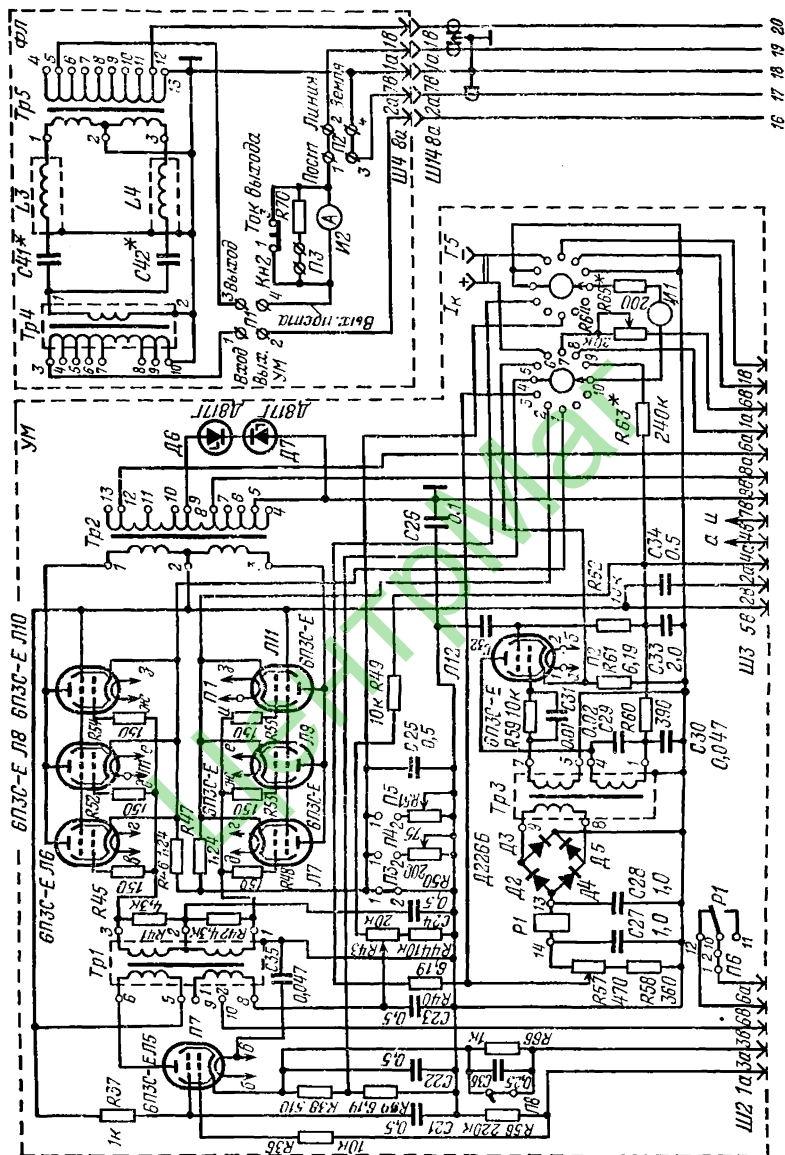












управление приемопередатчиком. Управление осуществляется на экраной сетке L_4 .

Усилитель мощности имеет два каскада: предварительный усилитель — одноктактный и оконечный — двухтактный. В постах ПВЗД и УПЗ-70 шесть ламп 6ПЗС в двухтактной схеме (в ПВЗК четыре лампы). Раскачка на предварительный усилитель подбирается отводами с нагрузки разделительного каскада. Трансформатор $Tr1$ в отличие от аналогичного трансформатора $Tr2$ (ПВЗК) имеет третью обмотку для передачи сигнала от передатчика к приемнику в случаях различных частот передачи и приема. Смещение на управляющие сетки ламп усилителя мощности подается от генератора смещения.

Генератор смещения дает возможность не уменьшать анодное напряжение на величину смещения на лампах усилителя мощности и повысить выходную мощность передатчика; он является отдельным источником по отношению к аккумуляторной батарее. Генератор смещения представляет собой генератор звуковой частоты 2—7 кГц на лампе 6ПЗС (L_{12}). Контур генератора ПВЗД L_5C_{23} в цепи катод — управляющая сетка. В анодной цепи происходит усиление. В постах УПЗ-70 схема с индуктивной обратной связью и контуром LC_{29} в цепи анода.

Звуковая частота выпрямляется на диодном мосте, сглаживается фильтром LC и подается на потенциометр R_{40} или R_{57} . Обмотка реле P_1 используется в постах УПЗ-70 в качестве дросселя фильтра. С потенциометра снимается отрицательное напряжение (по отношению к общему минусу схемы) на сетки ламп усилителя мощности.

Линейный фильтр. Выходная цепь передатчика. Выходным линейным фильтром поста ПВЗК служит последовательный контур LC , настраиваемый в резонанс на частоту передатчика. Линейный контур служит для увеличения входного сопротивления приемопередатчика на частотах, отличных от частоты передачи, и для подавления высших гармоник передаваемых частот. В постах ПВЗД и УПЗ-70 для этого применен четырехэлементный дифференциально-мостиковый фильтр, обладающий большей избирательностью, чем линейный контур. Линейный фильтр по сравнению с линейным контуром значительно снижает перенапряжения (приходящие с линии) на анодах ламп усилителя мощности.

Входное сопротивление приемопередатчика в основном определяется линейным фильтром. Потери мощности передатчика в выходном фильтре определяются свойствами фильтра и условиями согласования характеристического сопротивления фильтра с сопротивлением нагрузки и внутренним сопротивлением выходного каскада передатчика. При оптимальном согласовании фильтра с нагрузкой характеристическое сопротивление фильтра, пересчитанное на сторону нагрузки, должно быть равно входному сопротивлению кабеля на средней частоте. На средней частоте фильтр имеет минимальное затухание. На частотах вне полосы пропускания затухание фильтра практически не зависит от условий согласования.

Согласование фильтра с нагрузкой производится при помощи изменения числа витков трансформатора $Tr4$ (ПВЗД) или $Tr5$ (УПЗ-70). Входное сопротивление фильтра для частот, отличающихся от средней частоты настройки не больше чем на 15%, будет больше 600—800 Ом.

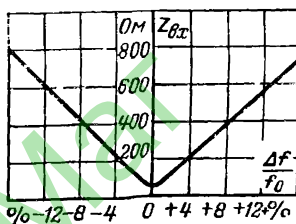


Рис. 25. Зависимость входного сопротивления поста ПВЗД от частоты.

Зависимость входного сопротивления приемопередатчика от частоты при оптимальном согласовании фильтра (с относительной полосой пропускания 4%) показана на рис. 25. Входное сопротивление может быть повышено при увеличении числа вторичных витков $Tr4$ ($Tr5$). При этом выходная мощность несколько уменьшается. При увеличении числа витков не более чем в 2,5 раза по сравнению с оптимальными затухание линейного фильтра увеличивается не более чем на 0,1—0,15 Нп (0,9—1,4 дБ).

Так как посты ПВЗД применяют на линиях большой длины, а в постах УПЗ-70 можно уменьшать выходную мощность (работа на двух лампах в УМ), то в схеме этих постов нет необходимости иметь встроенные удлинительные для введения дополнительного затухания, как в постах ПВЗК. Универсальные посты УПЗ-70 имеют удлинитель 0,5 Нп в отдельном корпусе.

Приемник. В постах ПВЗД и УПЗ-70 высокочастотные колебания с линии попадают на входной фильтр прием-

ника не непосредственно с отвода выходного трансформатора поста (как в poste ПВЗК), а через понижающий трансформатор с отводами. Это дает возможность удобнее устанавливать нужную чувствительность приемника. Трансформатор *Tr7* отделяет также «землю» от общего минуса схемы.

Катушки индуктивности входного фильтра в постах ПВЗД для диапазона 40—150 кГц имеют величину 1,5 мГ, для диапазона 150—300 кГц — 0,5 мГ; в постах УПЗ-70 соответственно 40—100 кГц — 2 мГ, 100—300 кГц — 0,5 мГ и 300—500 кГц — 0,25 мГ. При диффазной защите для получения полосы пропускания 1300 Гц на частотах ниже 120—150 кГц оба контура необходимо шунтировать резисторами. На частотах выше 150 кГц минимально осуществимая полоса пропускания контуров 1300 Гц, на частоте 300 кГц она составляет 2000—2200 Гц. Заводские данные для постов УПЗ-70 при диффазных защитах: $\Delta f = 1300$ Гц (диапазон 40—150 кГц), а для частот 150—500 кГц не более 1,2% частоты приема.

Работа приемника и передатчика на разных частотах применяется для исключения влияния отраженных сигналов на фазную характеристику защиты. Уровень отраженных сигналов должен быть ниже порога чувствительности приемника.

Для этого отраженный сигнал надо ослабить на величину не менее 1,5 Нп (13 дБ). По характеристике избирательности приемных контуров это условие выполняется при разности частот 1,8 кГц. Сигналы же своего передатчика при этом будут приниматься, так как выходной уровень передатчика выше порога запирания приемника примерно на 3 Нп (26 дБ) при использовании только одного детектора [Л. 6].

Каналы диффазной защиты при работе на двух частотах с разносом на 1,8 кГц мало расширяет общую полосу частот, обеспечивая запасы по ослаблению отраженных сигналов не меньше 0,5 Нп (4,3 дБ) и по уровню приемника своего передатчика не меньше 1,5 Нп (13 дБ). Уход частоты настройки контуров приемника при изменении температуры на $\pm 20^\circ\text{C}$ составляет не более 0,2% частоты настройки. Это может привести к изменению затухания фильтра на частоте передатчика на $\pm 0,25$ Нп, что не может повлиять на работу приемника.

Высокочастотные выпрямители выполнены на лампах 6Ж1П (L_{14} и L_{15}), (ПВЗД) и на полупроводниковых диодах D_8 , D_{10} (УПЗ-70). Детектор на лампе L_{15} (D_{10}) аналогичен детектору на лампе L_9 поста ПВЗК, детектор на лампе L_{14} (D_8) служит для передачи сигнала своему приемнику в случае различных частот передачи и приема.

Цепи управления выходной лампы приемника выполнены по более помехоустойчивой схеме [Л. 2], чем у поста ПВЗК. В отличие от поста ПВЗК в постах ПВЗД и УПЗ-70 — независимые цепи накала для ламп 6ПЗС и 6Ж1П. Ток накала устанавливают реостатами и контролируют специальными реле P_2 — P_5 (P_3 , P_5).

Изменения в схеме приемопередатчиков. Для улучшения характеристик и повышения надежности работы приемопередатчиков ПВЗД в их заводскую схему вносят следующие изменения: вводят замедление безынерционного пуска (рис. 26). Для уменьшения тока $I_{кЛ5}$ сопротивление R_{29} увеличивают до 510 Ом. Мощность резисто-

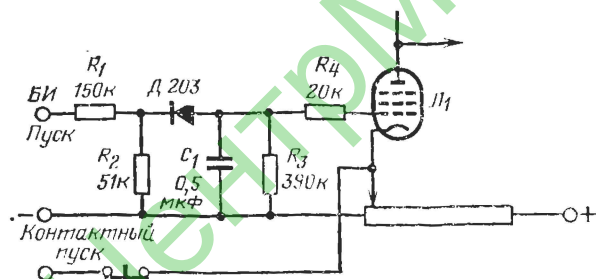


Рис. 26. Схема замедления безынерционного пуска на останов поста ПВЗД.

ра R_{43} увеличивают до 2 Вт. Экраны катушек колебательных контуров отсоединяют от корпуса и подключают к минусу батареи.

Схема приемника ПВЗД, выпущенная заводом в первом варианте (рис. 27, в), не обеспечивает надежной работы при приеме сигнала от своего передатчика и чувствительна к паразитным возбуждениям из-за параллельного включения детекторов и постоянно поданного плюса с R_{15} на диод L_{14} . Схемы с положительным смещением на выходной лампе (рис. 27, а) и с отсечкой на детекторах (рис. 27, б) обеспечивают надежную работу

приемника. Схема с отсечкой на детекторах дает больший запас при приеме сигнала от собственного передатчика. Наличие напряжения от генератора смещения контролируется отдельным реле (P_1). Максимальное напряжение между нитью накала и катодом любой из ламп не превосходит 70 В.

В схеме усовершенствованного приемопередатчика УПЗ-70 учтены недостатки схемы ПВЗД и ПВЗК. Глав-

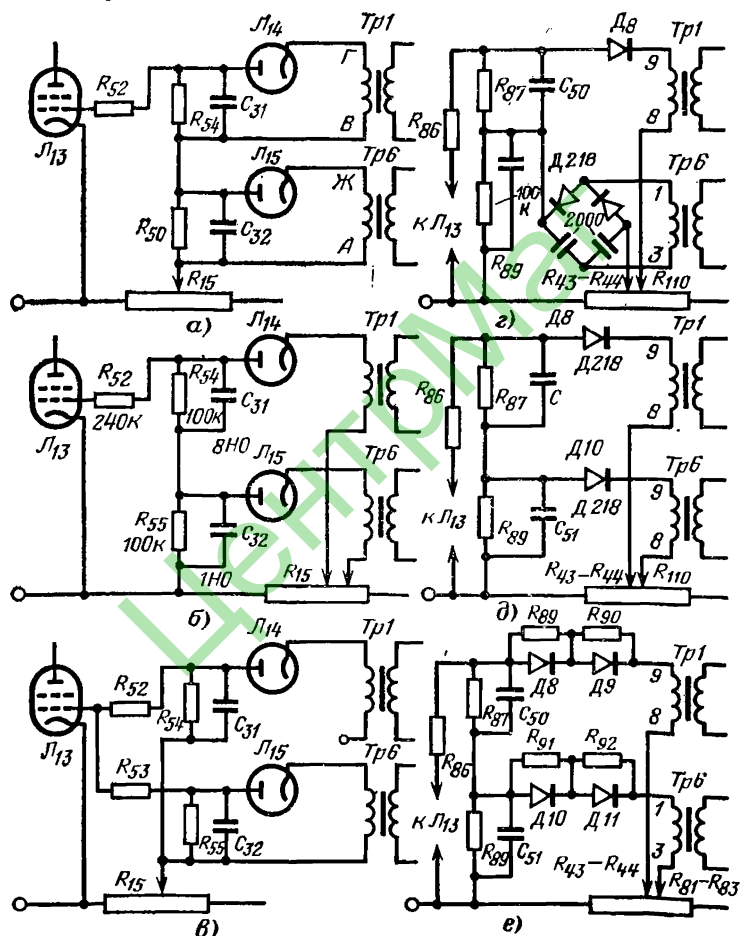


Рис. 27. Схемы включения детекторов приемников постов ПВЗД (а, б, в) и УПЗ-70 (г, д, е).

а — смещение на выходной лампе; б, г, д, е — отсечка на детекторах, где г — схема удвоения напряжения; в — первоначальная заводская схема.

ные из них — диапазон частот до 300 кГц, недостаточная стабильность работы манипулятора и задающего генератора, повышенное значение остаточного напряжения высокой частоты на выходе передатчика, отсутствие линейного фильтра в poste ПВЗК. Вместо устаревшей шкафной конструкции в приемопередатчике УПЗ-70 применена современная блочно-базовая. В УПЗ-70 предусмотрено измерение принимаемого сигнала и установка стрелки прибора на условный сектор шкалы в положении переключателя $U_{\text{вх.пр}}$ на исправном канале после наладки.

В приемопередатчиках УПЗ-70 первых выпусков имеются недостатки, подлежащие устранению. Детекторные диоды Д-223Б, выходящие из строя при большом сигнале, и шунтирующие их сопротивления, ухудшающие характеристику чувствительности приемника (рис. 27,е), надо заменять диодом Д-218 с обратным напряжением 1 000 В; необходимо обеспечить плотное смыкание обеих частей разъемов; выводы катушек индуктивности линейного фильтра надо припаивать к пропускному штырю, перемычки между платами конденсаторов выполнять толстым проводом; надо выполнить дополнительные контакты для перехода с кварцевого резонатора на емкостный эквивалент при наладке; перемычку P_1 желательно вынести в переднюю часть отсека, расположив ее вертикально справа от микротелефонной колодки; шайбы и провода на реостатах накала необходимо иметь теплостойкими, блок реостатов накала желательно поднять над шкафом не менее чем на 2 см. Для повышения чувствительности приемника можно выполнить детектор по схеме удвоения (рис. 27,з).

Намечен выпуск универсального приемопередатчика, выполненного на транзисторах. Приемопередатчик сможет работать со всеми типами защит на частотах до 600 кГц, обладать повышенной чувствительностью и улучшенной избирательностью, иметь устройство автоматической проверки канала.

НАСТРОЙКА ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ ПВЗД И УПЗ-70 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ПРОВЕРКИ

Проверяют механическую исправность элементов поста, все пайки, зажимы, перемычки, внешние соединения. Проверку ламп, изоляции и измерительных приборов производят так же, как для поста ПВЗК. При проверке

изоляции мегомметром 2500 В достаточно вынуть лампы.

Установка перемычек, отпаек и подбор емкостей. При проверке заводской настройки сверяют положение перемычек, отпаек емкостей и индуктивностей с паспортом поста, а затем с табл. 6а и 6б и 7а и 7б.

Окончательно отпайки $Tr2$ и $Tr7$ устанавливают при проверке усилителя мощности и приемника.

Для постов ПВЗД устанавливают ориентировочное значение емкостей на магазинах контуров задающего генератора C_6 и C_{12} , выходного фильтра C_{22} , C_{23} и конту-

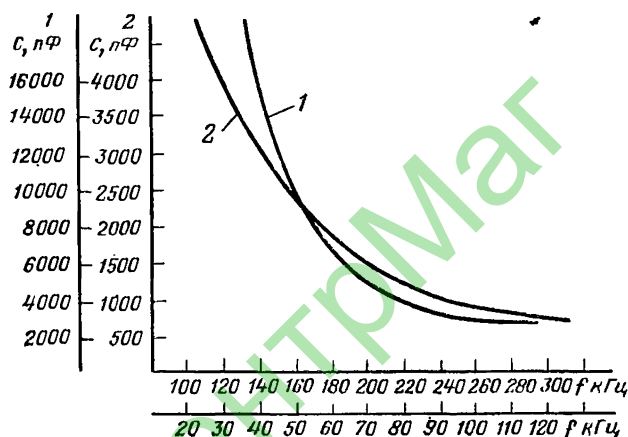


Рис. 28. Зависимость емкости выходного фильтра от частоты.

1 — $f=40 \div 110$ кГц, $L=1$ мГ, внешняя шкала; 2 — $f=110 \div 300$ кГц, $L=0,4$ мГ, внутренняя шкала.

ров приемника C_{43} , C_{37} по кривым рис. 3, 28 и 4,а. (Пользоваться кривыми рис. 3 можно, если отводы катушек L_1 и L_2 установлены по табл. 7а для соответствующих диапазонов.)

Для постов УПЗ-70 ориентировочные значения емкостей C^*_{77} задающего генератора, C^*_{41} и C^*_{42} выходного фильтра и C^*_{57} и C^*_{61} приемника подсчитывают, пользуясь формулой

$$C = \frac{25,3 \cdot 10^6}{f^2 L},$$

где C — пФ; f — кГц; L — мГ.

Таблица 6а

Положение переключек на постах ПВЗД в зависимости от типа защиты, одночастотной или двухчастотной настройки

Вид защиты, настройка приемопередающей	Переключки									
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	Π_5	Π_6, Π_7	Π_8	Π_9	Π_{10}	Π_{11}
ДФЗ-500, двухчастотная	1-2; 3-4		1-2	—	1-3; 2-4	1-2		1-2		
ДФЗ-500, одночастотная	1-2; 3-4		1-2	—	1-3; 2-4	1-2		2-3		
ДФЗ-2, ДФЗ-201, двухчастотная	1-3; 2-4		2-3	—	1-3; 2-4	1-2	Вых. УМ— Вх. ЛФ— Вых. ЛФ— Вых. поста	1-2	В наладке 1-2; в работе—в зависимости от величины тока выхода	В наладке пост—100 Ом, линия—земля; в канале пост—линия, 100 Ом—земля
ДФЗ-2, ДФЗ-201, одночастотная	1-3; 2-4		2-3	—	1-3; 2-4	1-2		2-3		
Направленная с безынерционным пуском	1-3; 2-4		2-3	1-2	1-2; 3-4	1-2		2-3		
Направленная без безынерционного пуска	1-2; 3-4		2-3	1-2	1-2; 3-4	1-2		2-3		

Положение перемычек на постах УПЗ-70

[illegible]

Отводы на катушках L_1 и L_2 контуров задающего генератора и на трансформаторах поста ПВЗД

Диапазон частоты, кГц	Катушка L_4		Катушка	$Tr_4, A-B$	$Tr_7, A-B$
	Кварцевый резонатор	L_4			
40--90	7	2, 3 или 4	7	$310 \sqrt{\frac{1}{f}}$	4,9
90--160	6	2	6		
160--250	5	2	5		
250--300	4	2	4		

Данные катушек и трансформаторов поста УПЗ-70 (шифр Ев.14.770а6)

Наименование элементов		Диапазон частот, кГц							
		40—200				200—500			
		Шифр аб	Номер обмот- ки, количество витков	Отводы от обмот- ки, витки	Индуктив- ность, мГ	Шифр аб	Номер обмот- ки, количество витков	Отводы от обмот- ки, витки	Индуктивность, мГ
ФЛ	Тр4	24	I, 16 II, 51	— 2, 9, 14, 21, 47, 49, 51	0,6 —	23	I, 12 II, 32	— 3, 6, 9	0,17 —
	Тр5	20	I, 32 II, 58	— 3, 7, 11, 16, 21, 25, 54, 56	2,4 —	15	24 36	— 2, 4, 7, 10, 13, 17, 34, 35	0,675 —

Наименование элементов		Диапазон частот, кГц							
		40—200				200—500			
		Шифр аб	Номер обмотки, количество витков	Отводы от обмотки, витки	Индуктивность, мГ	Шифр аб	Номер обмотки, количество витков	Отводы от обмотки, витки	Индуктивность, мГ
УМ	Тр1	16	I, 200 II, 100 III, 200	— 69 —	9 — —	17	144 72 144	— 36 —	34 — —
	Тр2	18	I, 94 II, 45	47 1, 2, 3, 4, 25, 28, 35, 40	21 —	19	66 31	33 1, 2, 3, 4, 11, 16, 21, 26	10 —
		40—300 кГц				300—500 кГц			
ГЗ	L ₁ , L ₂	22	160	18, 25, 38, 54, 98	1,3±10%	21	51	3, 8, 14, 45, 48	0,13±10%
Наименование элементов		Диапазон частот, кГц							
		40—100				100—300			
		Шифр аб	Количество витков; отводы	Индуктивность, мГ	Шифр аб	Количество витков; отводы	Индуктивность, мГ	Шифр аб	Количество витков; отводы
ПР	L ₃ , L ₆	07	776	2	08	95	0,5	68	0,25
ФЛ	L ₃ , L ₄	01	256; 1,2	1,5	00	148; 1, 3	0,5	107; 1,2	0,32

Продолжение табл. 76

Наименование элементов	Шифр	Номер обмотки, количество витков	Отводы от обмотки, витки	Индуктивность, мГ	Сопротивление постоянному току, Ом	Диаметр провода, мм
УМ	Tr3	I, 126	54, 72	37	0, 376	0, 59
		II, 36	—	—	0, 413	0, 31
		III, 16	6	—	0, 187	0, 31
ПР	Tr7	I, 113	—	15	0, 877	0, 31
		II, 30	1, 2, 3, 10, 15, 21, 24	—	0, 13	0, 55
					±15%	
	Tr6	I, 120	—	32	1, 46	0, 31
		II, 90	—	—	1, 10	0, 31
		III, 12	—	—	0, 15	0, 31

Таблица 8а

Режимы приемопередатчика ПВЗД (напряжение в вольтах, ток в миллиамперах)

Передатчик

Обозначение	Диапазон настройки, кГц			Точка подключения	Чем устанавливается	
	40	150	300			
Постоянный ток*						
Л ₁ , Л ₂	U _а	$\frac{80-120}{1-10}$		Зажим 16	R ₆ , R ₉	
		8—18 (Режим останова)				
	U _в	$\frac{25-40}{30-50}$		Зажим 26	R ₁₅	
Л ₁	U _к	$\frac{2-3,5}{-}$		Зажим 33	R ₁₃	
Л ₂	U _к	$\frac{-}{2-3,5}$		Зажим 31	R ₁₃	
Л ₃	U _а	30—45	45—60	60—75	R ₁₄	
	U _в	40—60			R ₁₈	
	U _с	11—12	10—14	56—58	R ₁₁	
Л ₄	U _а	$\frac{40-160}{220}$			—	
	U _к	$\frac{55-75}{50-95}$			Зажим 29	R ₁₅
	U _в	$\frac{80-120}{1-10}$			—	
	U _{см}	$\frac{3-6}{0-0,6}$			Смещение Л ₄ на R ₂₁	R ₂₁

*Верхняя строка—передатчик пущен, нижняя—передатчик не пущен.

Продолжение табл. 8а

Обозначение		Диапазон настройки, кГц			Точка подклю- чения	Чем уста- навливает- ся
		40	150	300		
L_5	U_K	$\frac{12-20}{11-17}$			R_{29}	R_{29}
L_6-L_{11}	U_C	$\frac{25-33}{20-26}$			Движок R_{49}	R_{49}
	$U_{\text{микро}}$	30—56			Зажим 27, R_{15}	R_{15}
L_{12}	U_a	220				R_{47}
	U_g	170				

Переменный ток**

L_3	U_a	45—50 20—26	—
	U_c	10—16	—
L_4	U_a	9—10	—
	U_c	5—35	—
L_6	U_a	90—100 60—70 50	—
		1,1—1,2 (Не пущен)	
$U_{\text{конт ЗГ}}$		10—18	На контуре L_1, C_6-7
$U_{R_{23-26}}$		10—18	На делителе R_{23-26}
$Tr1$	АБ, ВГ	60—180 (150)	—
	ЕД, ДЖ	16—45 (37)	—
$Tr2$	ВД, ГД	110—180 (145)	—
	АБ	50—80 (без кварцевого резонатора 0—0,5)	—
$U_{\text{вхх 100}}$		50—70 (55)	Нагрузка поста 100 Ом

** Приемопередатчик пущен в полной схеме, манипуляция снята.

Продолжение табл. 8а

Обозначение	Диапазон настройки, кГц			Точка подклю- чения	Чем уста- навливает- ся
	40	150	300		
$U_{\text{вых. каб}}$	40—60 (50)			Нагрузка поста на ка- бель	
$I_{\text{вых 100}}$	500—700 (550)			Выход на 100 Ом	
$I_{\text{вых. каб}}$	600—1 000 (800)			Выход на кабель	
$Z_{\text{вх. каб}}$	45—70 (60)			Входное сопротивле- ние кабеля	
$P_{\text{вых 100, Вт}}$	25—45 (35)			Выход на 100 Ом	
$P_{\text{вых. каб, Вт}}$	35—55 (40)			Выход на кабель	
$U_{\text{ост. вых 100}}$	0,03—0,1 (0,06) (пост не пущен и остановлен)				

Таблица 8б

**Режимы приемопередатчика ПВЗД (напряжение в
вольтах)**
Приемник

Обозначение		Защита		Точка под- ключения	Чем уста- навливает- ся
		диффазная	направленная		
L_{16}	U_a	125— 150(50— 55)*	110— 120(65— 70)*		
L_{15}	$U_{\text{отс}}$	50—150	—	Зажим 30	
L_{13}	$U_{R55,56}$	40—290	40—280	—	R_{15}
	U_b	40—135(40—90)*		Зажим 28	R_{15}
L_{16}	U_c	265—220	—	—	R_{57}
	U_d	2,5—8		—	
	U_k	7—10	12—10	—	
L_{13}	U_e	—	40—100	—	R_{16}
	U_a	—	120	—	
	I_o	—	1,4—3	—	
	I_n	20	20	—	

* В скобках—для диапазона 300 кГц.

Продолжение табл. 8б

Обозначение		Защита		Точка под- ключения	Чем уста- навливает- ся
		диффазная	направленная		
L_{16}	I_a	15—60	45—60	—	
	I_ϕ	11—18	5—13	—	
L_{14}	$U_{отс}$	40—100		Зажим 32	
$Tr7$	U_{AB}	0,15—1 Сигнал на входе			
$Tr6$	$U_{БВ}$	60—130		} Переменное напряжение	
	$U_{ДЕ}$	20—30			
	$U_{АЖ}$	80—200			

Таблица 8в

Измерения прибором поста ПВЗД (ток в миллиамперах)

Обозначение		Передачик пущен	Передачик не пущен
L_1	I	0	1,5—3,5 (2)
L_2		Останов 1,5—3,5 (2)	0
L_3		2—3,8 (2)	3,5—4,5 (4)
L_4		2—5 (3,0)	0—1,2 (0,5)
L_5		20—50	
L_{12}		20—45	
L_{16}		20—55	
L_{6-11}	I_K УМ	350—500 (500)	40—120 (80)
	I_c УМ	10—30 (20)	0
L_{15}	U_K , В	5—250	0
	U_{6BT} , В	220—235	

Таблица 8г

Режимы приемопередатчика УПЗ-70*

Обозначение элементов схемы и измеряемых величин	Измеряемая величина- на, мА, при напряже- нии питания, В		Чем устанавли- вается (положе- ние переключате- ля)		
	110	220			
Измерения прибором поста					
ГЗ	L_1	$I_{\text{ж}}$	—	2—3	$\left. \begin{matrix} R_{22} \\ R_{24} \\ R_{12} \\ R_{20} \end{matrix} \right\} (6)$
	L_2		—	—	
	L_3		—	3—4, 5	
	L_4		—	—	
УМ	L_5	$I_{\text{ж}}$	—	20—40	$R_{38} (4)$
	L_6, L_8, L_{10}		—	≤ 250	$R_{46} (1)$
	L_7, L_9, L_{11}		—	—	$R_{47} (2)$
		$I_{\text{с}}$	—	10—40	$R_{57} (3)$
	L_{12}	$I_{\text{ж}}$	0	30—55	— (5)
ПР	L_{14}	$I_{\text{ж}}$	—	≤ 40	$R_{03} (6)$
	—	$U_{\text{ах}}$	Установка на сектор		— (7)
	L_{13}	$I_{\text{пож}}$	15	Направленная (—)	
			20	Диффазная (8)	
		$U_{\text{пит}}$	110+2,5%	220+2,5%	— (9)

Измерения высокоомным вольтметром постоянного тока

ГЗ	$\mathcal{L}_1, \mathcal{L}_2$	$U_{\text{ж}}$	1,5	2,3	R_{27}	
		$U_{\text{а}}$	30	65	—	
		$U_{\text{в}}$	40	40	R_{23}, R_{26}	
	$\mathcal{L}_3$	$U_{\text{а}}$	37	70	—	
		$U_{\text{в}}$	42	80	—	
		$\mathcal{L}_4$	$U_{\text{ж}}$	15	30	R_{29}
	$U_{\text{а}}$		75	160	—	
	$U_{\text{в}}$		30	65	—	
	УМ	$\mathcal{L}_5$	$U_{\text{ж}}$	9	18	R_{38}
			$U_{\text{а}}$	110	220	—
			$U_{\text{в}}$	105	210	R_{27}
		$\mathcal{L}_6, \mathcal{L}_8, \mathcal{L}_{10}$	$U_{\text{ж}}, U_{\text{в}}$	110	220	—
$\mathcal{L}_7, \mathcal{L}_9, \mathcal{L}_{11}$		$U_{\text{а}}$		110	205	—
$\mathcal{L}_{12}$		$U_{\text{в}}$	110	170	—	

* Передатчик пущен.

Продолжение табл. 8г

Обозначение элементов схемы и измеряемых величин			Измеряемая величина, мА, при напряжении питания, В		Чем устанавливается (положение переключателя)
			110	220	
ПР	Л ₁₄ , Л ₁₃	U _к	8	17	—
		U _а	110	220	—
	Л ₁₄	U _в	105	215	—
	Л ₁₃	U _в	17	35	R ₈₀

Таблица 8д

Сопровождающие приемопередатчика УПЗ-70

Обозначение элементов схемы			Сопротивле- ние, кОм	Измерение произведе- но относительно „+“ или „-“ схемы
Блок	Лампа	Электрод		
ГЗ	Л ₁ , Л ₂	а	220	+
		э	7—12	+
	Л ₂	с	440	—
	Л ₃	а	130	+
	Л ₃	к	0,07	—
		э	51	+
		с	30	—
	Л ₄	а	20	+
		к	4—9	—
		э	220	+
с		24—30	—	
УМ	Л ₅	к	0,520	—
		э	1,0	+
		с	230	—
	Л ₆ , Л ₈ , Л ₁₀ Л ₇ , Л ₉ , Л ₁₁	к	0,001	—
	Л ₁₂	а	0,390	+
к		0,060	—	
э		10	+	
с		10	—	
ПР	Л ₁₄	к	0,520	—
		э	1	+
	с	100	—	
	Л ₁₃	э	5—15	+

Измерения по табл. 8д производят при отыскании неисправности.

Установка режимов напряжения и токов. Подают питание 220 В постоянного тока на пост. Устанавливают или проверяют режимы по табл. 8а—8д. Проверку начинают с токов накала. Ток накала регулируют по выносному прибору при номинальном напряжении питания. Для ламп 6ПЗС устанавливают ток накала 0,82—0,84 А реостатом R_{45} (ПВЗД) и R_{111} , R_{112} , R_{113} (УПЗ-70). Для ламп 6Ж1П ток 0,16—0,17 А устанавливают реостатом R_{46} (ПВЗД) и R_{110} (УПЗ-70).

Все измерения, за исключением измерения тока манипуляторной лампы L_2 , делают при отсутствии манипуляции.

ПЕРЕДАТЧИК

Настройку частоты передатчика выполняют так же, как в передатчике поста ПВЗК. Емкость резонансного контура задающего генератора C_6 (C_7); при настройке кварцевый резонатор заменяют емкостью 5110 пФ. Точную подстройку в poste УПЗ-70 выполняют изменением положения сердечника катушки L_1 .

Параметры резонансного контура *разделительного каскада* L_2C_{12} (C_{13}) должны быть такими же, как и контура L_1C_6 (C_7) задающего генератора. Правильность настройки контура L_2C_{12} (C_{13}) можно проверить, подключив к делителю раскачки R_{23} — R_{26} или R_{20} — R_{21} электронный вольтметр (не заземляя его) и добиваясь максимального показания прибора при пущенном poste изменением положения полупеременного конденсатора C_{13} (при отключенном резисторе R_{27} ПВЗД). Если при максимуме напряжения конденсатор C_{13} находится не в крайнем положении, то контур имеет резонанс на частоте передачи. При крайнем положении C_{13} изменяют значение C_{12} и вновь находят максимальное показание прибора при помощи конденсатора C_{13} . В poste УПЗ-70 роль полупеременного конденсатора выполняет сердечник катушки L_2 . После настройки контуров сердечники катушек в постах УПЗ-70 следует для фиксации залить парафином.

Подбор раскачки *промежуточного каскада* выполняют так же, как в передатчике поста ПВЗК, перемещением щупа от сетки лампы L_5 по отводам 1—4 делителя напряжения R_{23} — R_{26} (ПВЗД) или переменным резистором R_{20} (УПЗ-70).

Линейный фильтр можно проверить и настроить до проверки передатчика. При проверке уже настроенного на заводе фильтра снимают частотную характеристику затухания фильтра по схеме рис. 29. Характеристику снимают на частотах, равных частоте передатчика

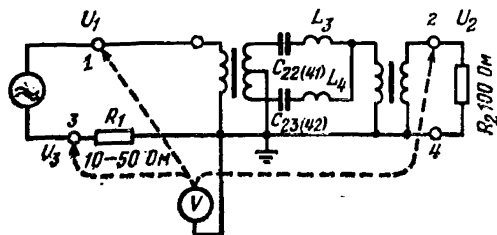


Рис. 29. Схема проверки частотной характеристики затухания линейного фильтра.

$\pm 10 \div 15$ кГц. Затухание фильтра подсчитывают по формуле

$$a_{\text{лф}} = 1,15 \lg \frac{U_1 U_2 R_2}{U_2^2 R_1}, \quad \text{Нп} = 10 \lg \frac{U_1 U_2 R_2}{U_2^2 R_1} \text{ дБ}.$$

Характеристика должна быть симметричной относительно частоты передатчика, затухание в пределах полосы пропускания (ширина полосы пропускания для фильтра ПВЗД составляет 4% $f_{\text{раб}}$ канала) не должно превышать 0,25—0,35 Нп. Для фильтров постов УПЗ-70 полюсу пропускания устанавливают на заводе в пределах $3,4 \pm 0,2$ кГц (диапазон 40—100 кГц), $10,2 \pm 0,6$ кГц (100—300 кГц) и $20,0 \pm \pm 1,0$ кГц (300—500 кГц). Снижения затухания, вносимого линейным фильтром, можно добиться, расширив полосу пропускания до 8% частоты настройки. Примерная характеристика показана на рис. 30.

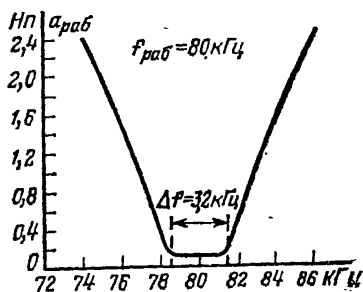


Рис. 30. Характеристика затухания линейного фильтра.

При необходимости производят перестройку фильтра. Настройку фильтра следует вести по схеме рис. 31 для каждого контура: $L_3 C_{22}$ и $L_4 C_{23}$ ($L_3 C_{41}$ и $L_4 C_{42}$). Замы-

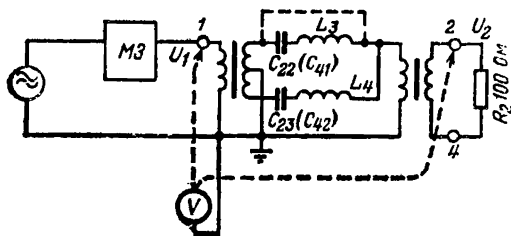


Рис. 31. Схема настройки линейного фильтра.

кают цепь одного контура и ведут настройку другого по максимуму показаний прибора U_2 . Частоты настройки контуров f_1 и f_2 выбирают в соответствии с шириной полосы пропускания Δf

$$f_1 = f_0 - \Delta f/2; \quad f_2 = f_0 + \Delta f/2,$$

где f_0 — частота настройки передатчика. Величину емкостей контуров подбирают по кривым рис. 28 (ПВЗД) или подсчитывают по формуле на стр. 66. Настройку ведут, отделив генератор от фильтра магазином затухания 1—2 Нп при небольшом (до 10 В) напряжении на входе фильтра, которое надо поддерживать постоянным, иначе максимум напряжения на выходе фильтра может быть оценен ошибочно и не соответствовать частоте настройки контуров, так как входное сопротивление фильтра меняется с изменением частоты. После настройки оба контура собирают по нормальной схеме и снимают частотную характеристику затухания фильтра.

Первые варианты линейных фильтров в постах УПЗ-70 имеют повышенное затухание из-за низкой добротности катушек индуктивности. Предполагается изготовление фильтров с затуханием до 0,2 Нп, с добротностью катушек до 250 вместо 60—80, габариты уменьшаются за счет торроидальной намотки на четырех ферритовых стержнях, размещенных со значительными воздушными зазорами.

Проверка усилителя мощности. Усилитель мощности работает в режиме АВ с сеточными токами (ПВЗД) и в режиме B_2 (УПЗ-70). В случае значительного перегрева трансформатора $Tr3$ генератора смещения в схеме УПЗ-70 можно удалить мастику из кожуха этого трансформатора.

Паразитное возбуждение (самовозбуждение) может возникнуть из-за непредвиденных связей в монтаже и

схеме, перегружая каскады и понижая мощность поста. Самовозбуждение может исказить характеристики приемопередатчика, влиять на свой приемник и соседние каналы. Для проверки отсутствия самовозбуждения подключают электронный вольтметр и осциллоскоп на выход УМ (или вход ЛФ). Переключатель прибора ставят в положение $I_{\text{сум}}$ — ток сеток усилителя мощности. Нажимают кнопку K_{H3} «Останов» и K_{H1} «Пуск». Наблюдая за показаниями приборов, быстро изменяют смещение на УМ от максимума до минимума (5—10 В) перемещением реостата R_{40} (R_{57}); малое смещение вызывает большой анодный ток и перегрев ламп (проверку надо производить быстро). Если на вольтметре показания отсутствуют, то паразитной генерации нет.

При плохой экранировке анодных и сеточных цепей УМ может возникнуть возбуждение на частоте 1—2 МГц. Такое возбуждение устраняют подключением конденсаторов малой емкости (100—500 пФ) параллельно сопротивлениям R_{32} , R_{33} (R_{41} и R_{42}), шунтирующим плечи УМ. Сеточные цепи ламп УМ должны быть расположены так, чтобы была уменьшена вероятность связи анод — сетка. Частоту возбуждения 1—2 МГц можно наблюдать только при подаче сигнала непосредственно на пластины осциллографа, измеряя напряжение пиковым вольтметром.

Сигнал с частотой генератора смещения может появиться на выходе, искажая замеры остаточного напряжения рабочей частоты. Установка заземленного экрана между лампами L_5 и L_2 может устранить этот сигнал.

Возбуждение УМ на частоте приемника может запереть приемник. Цепь возбуждения замыкается с выхода передатчика через детекторы своего и дальнего сигнала на сетки УМ. Для устранения этого возбуждения следует изменить полярность включения обмоток на одном из трансформаторов $Tr7$, $Tr6$ и $Tr1$. После устранения самовозбуждения надо проверить основные характеристики приемопередатчика.

Проверка работы усилителя мощности с линейным фильтром. Пост нагружают на 100 Ом. Добиваются максимального тока выхода (по прибору поста) подбором отводов А и Б трансформаторов $Tr2$, $Tr4$ и отвода на делителе R_{23-26} (ПВЗД) или подбором отводов $Tr2$, $Tr4$, $Tr5$ и положением движка потенциометра R_{20} (УПЗ-70).

Выходная мощность $P_{100} = U_{\text{вых}}^2 / 100 = 100 I_{\text{вых}}^2$ (Вт) должна соответствовать паспортным данным.

Просматривают на осциллографе форму кривой на $Tr1$ и $Tr2$ и на выходе. Если ток выхода после пуска значительно уменьшается (до 30% I_n), то это может происходить из-за трещин в сердечнике выходного трансформатора.

Проверка модуляции производится так же, как для поста ПВЗК. Регулировку производят движком на потенциометре R_{15} (R_{43}).

Входное сопротивление приемопередатчика. При включенном линейном фильтре входное сопротивление поста определяется входным сопротивлением трансформатора $Tr2$ и нагрузкой его анодной обмотки усилителя мощности. Поэтому входное сопротивление поста с поданным анодным напряжением (диффазные защиты) меньше, чем без анодного напряжения (направленные защиты). Входное сопротивление поста при включенном линейном фильтре зависит от частоты настройки линейного фильтра.

Измерение входного сопротивления (Ом) приемопередатчика при включенном и, если нужно, выключенном линейном фильтре выполняют по схеме рис. 8

$$Z = (U_1/U_2) R.$$

Характеристику рис. 32 снимают в диапазоне $f_{\text{раб}} \pm \pm 15$ кГц.

Входное сопротивление постов УПЗ-70 при согласовании на 100 Ом и расстройке относительно частоты передачи на $\pm 10\%$ должно быть не менее 400 Ом, на частотах менее 80 кГц и на частоте настройки приемника при двухчастотной настройке допускается 200 Ом. Измерения производят при напряжении 3—5 В.

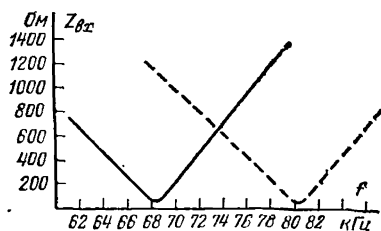


Рис. 32. Характеристики входного сопротивления поста ПВЗД.

Проверку работы передатчика в целом производят, контролируя форму высокочастотных импульсов и величину остаточного напряжения.

Остаточное напряжение на выходе поста согласованного на 100 Ом при остановленном передатчике и в паузах ма-

нипуляции не должно быть более 150 мВ при поданном анодном напряжении на лампы усилителя мощности [замкнуты зажимы 23—17 (ПВЗД) и 19—21 (УПЗ-70)]. Измерения производят при замкнутых зажимах 29—30 «Останов на L_4 » (УПЗ-70) и подаче на зажимы 27 «Манипул», 26 «Манипул—» (УПЗ-70), 22 «Манип» и 21 «—220» (ПВЗД) напряжения +20 В при замыкании зажимов 28 «Останов на L_4 », 25 «—220/110 В» (УПЗ-70), 16 «Останов» и 21 «—220» (ПВЗД).

ПРИЕМНИК

Настройка приемника и проверка полосы пропускания приемного фильтра. Настойку контуров приемника и проверку полосы пропускания выполняют так же, как для постов ПВЗК.

Настройку входного фильтра производят при выключенном линейном фильтре, поддерживая постоянным напряжение на входе поста. В противном случае измерение будет зависеть от характеристики линейного фильтра и может быть неточным.

Индикатором настройки могут служить приборы, включенные на телефонную обмотку $Tr6$ или на сопротивление R_{55} (R_{88}) нагрузки диода. (В последнем случае надо исключить отсечку диода: переключку P_5 , P_2 ставят в положение 1—2, 3—4.)

Первый контур приемника L_8C_{42} , C_{43} (L_6C_{61}); второй контур L_7C_{37} , C_{38} ; (L_5C_{57}); емкость связи C_{39} , C_{40} , C_{41} (C_{58} , C_{59} , C_{60}), активное сопротивление R_{62} , R_{98} . Сопротивления R_{61} и R_{63} (R_{99} и R_{97}), шунтирующие контуры $L_7(L_6)$ и $L_8(L_5)$, подключают, если не удается получить нужную ширину полосы приемника при одnogорбой кривой резонансной характеристики, в диапазоне низких частот (40—150 кГц).

Чувствительность приемника. Проверку ведут аналогично проверке поста ПВЗК в полной схеме — совместно с линейным фильтром или по уровню чувствительности и запираания. Значения чувствительности следует фиксировать на входе поста и за линейным фильтром. Для диффазной защиты чувствительность проверяют при токе покоя 20 мА (регулируют $U_{эл13}$) и максимально допустимом напряжении отсечки (табл. 8).

Напряжение порога чувствительности (начала работы) устанавливают из соображений поме-

хоустойчивости. Помеха с уровнем ниже порога чувствительности не мешает правильной работе защиты. Для отстройки от помех приняты опытные данные по определению порога чувствительности приемников всех типов защит.

Минимально допустимый уровень (H_p) порога чувствительности зависит от типа защиты, напряжения, конструкции и марки провода ВЛ [Л. 9] (см. ниже):

Напряжение, кВ . . .	110	220	330	500*	500**
Диффазные защиты	-1,1	-0,5	+0,9	+0,2	-0,1
Дистанционные защиты	-1,9	-1,3	+0,1	-0,6	-0,9

* Провод 3×АСО-330. ** Провод 3×АСО-480.

Минимальное напряжение (B) порога чувствительности определяется минимально допустимым абсолютным уровнем (H_p) порога чувствительности [Л. 2]

$$U_{\text{ч}} = \frac{2e^{P_{\text{ч}}} Z_{\text{вх.п}} \sqrt{Z_{\text{вх.к}} \cdot 10^{-3}}}{Z_{\text{рх.к}} + Z_{\text{вх.п}}},$$

где $P_{\text{ч}}$ — уровень порога чувствительности, H_p ; $Z_{\text{вх.п}}$ — модуль входного сопротивления приемопередатчика, Ом; $Z_{\text{вх.к}}$ — модуль входного сопротивления кабеля, Ом.

$$\text{Для } Z_{\text{вх.к}} = 100 \text{ Ом } U_{\text{ч}} = \frac{0,63 Z_{\text{рх.п}} e^{P_{\text{ч}}}}{Z_{\text{вх.п}} + 100}.$$

Напряжение порога запирания (насыщения) должно составить не более $1,7U_{\text{ч.уст}}$ (1,7 величины установленного порога чувствительности). На чувствительность приемника влияют точность настройки контуров, отвод на выходном трансформаторе линейного фильтра и входном трансформаторе приемника, напряжение отсечки диода и величина емкости связи между приемными контурами.

Величина порога чувствительности устанавливается изменением отвода входного трансформатора приемника $Tr7$, а для диффазных защит еще и изменением напряжения отсечки детектора. Если напряжение порога запирания больше $1,7U_{\text{ч.уст}}$, то для диффазной защиты можно уменьшить напряжение отсечки, напряжение порога чувствительности должно остаться не меньше расчетного. Если напряжение порога чувствительности при этом стало меньше расчетного, то, установив максимально до-

пустимое напряжение отсечки, надо увеличить отвод на *Tr7*. Напряжение порога чувствительности при этом должно оставаться не меньше расчетного.

Если напряжения порога чувствительности и запира-ния (насыщения) меньше расчетных, то при максималь-но допустимом напряжении отсечки (для диффазной за-щиты) надо уменьшить отвод *Tr7*. Увеличить чувстви-тельность приемника для направленных защит можно еще и увеличением емкости связи. После изменения емкости связи нужна перестройка контуров приемного фильтра. Если изменялись отводы трансформаторов *Tr4*, *Tr5* или *Tr7*, то вновь проверяют ширину полосы и ча-стоту настройки приемника. При изменении только на-пряжения отсечки настройку приемника можно не про-верять.

В постах УПЗ-70 на частотах до 100 кГц при само-возбуждении усилителя высокой частоты приемника к обмотке трансформатора *Tr6* следует подключить емкость C_{52} около 300 пФ.

Для рабочих частот больше 200 кГц чув-ствительность приемника может оказаться недостаточной, так как кривая зависимости ве-личины напряжения на детекторной обмотке *Tr6* от частоты сигнала на входе имеет максимум при 100—120 кГц. Сместить максимум характеристики $U_{Tr6ДЖ} = \varphi(f)$ для постов ПВЗД можно, изменив емкость меж-ду обмотками. Для этого перематывают трансформатор *Tr6* проводом ПЛШО 0,15 мм, число витков обмотки АЖ — 120, обмотки ЕД — 10; БВ — 90. Обмотки мотают раздельно. Иногда емкость между обмотками можно изменить, поменяв местами выводы обмоток АЖ или БВ.

Характеристику усилителя можно сместить в сторону высоких частот и проще, присоединив внешнюю индук-тивность к одной из обмоток трансформатора *Tr6* (индуктивность примерно 2 мГ подключают к обмот-ке АЖ или 1 мГ — к обмотке БВ. Экран катушки индук-тивности соединяют с минусом схемы). В постах УПЗ-70 при пологой, ступенчатой характеристике чувствительно-сти, ширине импульсов в приемнике больше нормы мож-но подключить к управляющей сетке выходной лампы приемника L_{13} и минусу схемы емкость около 50 пФ.

Чувствительность приемника к сигналу своего пере-датчика при двухчастотной настройке поста регулируют, изменяя потенциал на катоде лампы L_{14} потенциометром

R_{15} (ПВЗД) или на катode диода D_8 потенциометром R_{43} (УПЗ-70).

Характеристику чувствительности $I_{пр} = f(U_{Tp1})$ снимают на обмотках ВГ (8, 9) при сигнале на входе безынерционного пуска или на отводе к сетке лампы L_5 , отключенной от делителя R_{23-26} или R_{20} . Напряжение порога чувствительности $U_{чс}$ должно составлять 40—50 В. Нормальная величина напряжения сигнала на обмотках ВГ (8, 9) трансформатора $Tp1$ при работе своего передатчика $U = 120 \div 150$ В; приемник должен запирается при напряжении на выходе передатчика, не превышающем половины нормального значения.

При сближенных частотах передачи и приема возможна работа с детектором L_{14} (D_8) и без него. Отключение цепи этого детектора несколько повышает мощность передатчика, исключает паразитные возбуждения усилителя мощности из-за связи между детекторами, но ухудшает возможность регулировки симметрии фазной характеристики и углов блокировки защиты.

Избирательность приемника проверяют так же, как и в poste ПВЗК. Характеристику избирательности можно получить точнее по уровням чувствительности и запираания приемника в схеме рис. 33. Кривые уровней чув-

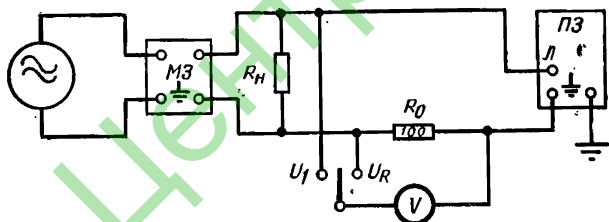


Рис. 33. Схема снятия характеристики избирательности по уровням чувствительности и запираания. (Генератор и магазин затухания не заземляют).

ствительности и запираания (рис. 34) построены для 10—12 точек в пределах $f_0 \pm 5\%$, где f_0 — частота работы приемника.

Частоты f_1 , f'_1 , f'_2 и f_2 определяют по снятым кривым для уровня сигнала, превышающего на 1 Нп уровень запираания приемника на частоте максимальной чувствительности.

Входное сопротивление поста и уровень чувствительности зависят от наличия напряжения на анодах ламп

усилителя мощности $U_{аум}$. Характеристику снимают при поданном $U_{аум}$ (условие пущенной защиты), пост пускают кнопкой K_H с фиксации или тумблером T_H , снимают кварцевый резонатор (или заменяющий его конденсатор). На входе поста при этом напряжения не должно быть (отсутствие самовозбуждения).

По величинам U_1 , напряжений порогов чувствительности $U_ч$ и запираения $U_з$ и по входному сопротивлению поста $Z_{вх.п}$ определяют уровни порогов чувствительности и запираения в чеперах: ($Z_{вх.п}$, Ом; P , В·А; p , Вт).

$$Z_{вх.п} = (U_ч/U_R) R_0; P = U_1^2 / Z_{вх.п}; p = 1,15 \lg 100P,$$

где U_R — напряжение на резисторе R_0 (рис. 33) при $U_1 = U_ч$; p — мощность порога чувствительности и запираения для $U_1 = U_ч$ или $U_1 = U_з$ соответственно. Коэффициенты избирательности и симметрии (стр. 35) должны удовлетворять условиям: $K_1 \geq 0,5\%$; $K_2 \leq 3,0\%$, $0,8 \leq K_{с1} \leq 1,2$; $0,7 \leq K_{с2} \leq 1,3$.

Если эти условия не соблюдены, то контуры входного фильтра приемника следует перестроить.

Для проверки заводских условий избирательности на вход поста УПЗ-70 подают напряжение $U_H = 1$ В от измерительного генератора на частоте настройки приемника и фиксируют напряжение на резисторе R_{88} нагрузки детектора. Изменяют затем частоту генератора поочередно на $\pm 3\%$, но не менее чем на 5 кГц, и увеличивают напряжение U_p на входе поста до получения напряжения на нагрузке детектора, равного зафиксированному на частоте настройки.

Сигнал должен увеличиваться при этом не менее чем на 3 Нп (26,1 дБ); $a = 2,3 \lg U_p$, Нп = $20 \lg U_p$, дБ.

Если эти условия не соблюдены, а также при коэффициентах симметрии и избирательности, не укладывающихся в норму, при правильной настройке контуров приемника следует первичную обмотку трансформатора $Tr7$

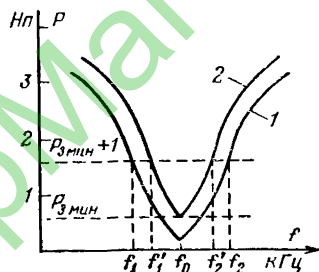


Рис. 34. Характеристики уровней чувствительности и избирательности.

1 — кривая уровня чувствительности; 2 — кривая уровня запираения.

включить на большее количество витков трансформатора $Tr2$ и вновь отрегулировать чувствительность и проверить избирательность.

Проверку манипуляции производят так же, как для поста ПВЗК. Напряжение манипуляции подают на зажимы 21 (220 В), 22 «Манип» поста ПВЗД и 26 «Манипул—», 27 «Манипул» поста УПЗ-70. Эта проверка без релейной части является предварительной, так как характеристика манипуляции зависит от режима ламп управления, который устанавливают окончательно только с релейной частью.

Если есть возможность, производят установку режима ламп управления совместно с релейной частью до проверки манипуляции.

Определяют зависимость ширины импульса передатчика и в приемнике от напряжения манипуляции $\alpha_{пер/пр} = f(U_{ман})$.

Характеристику $\alpha_{пр} = f(U_{ман})$ снимают от начала манипуляции (1—2 В) до 100 В. При величине $U_{ман} = 100$ В ширина импульса в приемнике (стр. 36) должна составлять $\alpha_{пр} = 230 \div 205^\circ$.

Равенства длительности импульсов при работе своего и дальнего передатчика достигают подбором величин емкостей C_{31} и C_{32} (C_{30}^* и C_{51}^*). Ширина импульса в приемнике от своего или дальнего сигнала увеличивается с увеличением величины емкостей, включенных параллельно нагрузке детектора. Напряжение манипуляции, при котором длительность импульсов на 15° больше, чем при $U_{ман} = 100$ В, называется напряжением полной манипуляции и должно составлять 7—9 В (ПВЗД) (рис. 18) и 3—12 В при 10° (УПЗ-70).

Чувствительность к манипуляции зависит от напряжений на катode и экранной сетке лампы манипуляции $U_{кЛ2}$ и $U_{эЛ2}$ и напряжения на катode лампы разделительного каскада $U_{кЛ4}$.

Изменение этих напряжений влияет на чувствительность передатчика по пуску, поэтому после их изменения проверяют чувствительность передатчика по пуску. Характеристика манипуляции может искажаться из-за связи цепей манипуляции с выходными цепями.

Проверка управления передатчиком. Режимы ламп управления должны обеспечить заданную чувствительность к безынерционному пуску, характеристику манипуляции и получение максимальной мощности передатчика.

Напряжения $U_{эл1,2}$ и $U_{кл4}$ оказывают влияние на чувствительность схемы к безынерционному пуску, безынерционному останову и манипуляции. Напряжение $U_{кл4}$ влияет также и на выходную мощность передатчика, и его устанавливают поэтому вначале.

Выходная мощность передатчика зависит от режима лампы разделительного каскада L_4 . Изменяя напряжение на катоде L_4 при пущенном передатчике, определяют напряжение, при котором мощность на выходе передатчика начнет падать. Установленное напряжение $U_{кл4}$ должно быть меньше этого найденного напряжения и не быть больше 75 В (ПВЗД) и 50 В (УПЗ-70).

Чувствительность к безынерционному пуску (лампы управления L_1, L_2) можно проверить предварительно без релейного комплекта от постороннего источника. Окончательную установку режимов цепей управления производят при работе с релейным комплектом.

Характеристикой безынерционного пуска передатчика является зависимость напряжения высокой частоты на выходе передатчика от напряжения обратной последовательности или тока нулевой последовательности, подаваемых на вход релейной части. Характеристику снимают по двум точкам (порог чувствительности и напряжение полного пуска) при помощи осциллоскопа, включенного на выход передатчика. Пост нагружают на 100 Ом. Порог чувствительности — напряжение (ток) на входе панели (зажимы 18, 20 — ПВЗД или 23, 25 — УПЗ-70), при котором на выходе передатчика начинает появляться напряжение высокой частоты (отдельные импульсы). Напряжение полного пуска — напряжение (ток) на входе панели, при котором напряжение выхода передатчика равно 90% нормального значения. По мере увеличения напряжения высокой частоты на входе панели должно сработать реле $ЗРН1$ пускового органа защиты, затем фиксируют напряжения порога чувствительности и полного пуска, после чего должно сработать реле $ЗРН2$ пускового органа. Напряжение порога чувствительности регулируют изменением $U_{эл1}, U_{кл1}$ или изменением соотношения плеч делителя $R_1—R_2$. Чувствительность зависит и от характеристики лампы L_4 . Напряжение полного пуска должно не более чем в 1,5 раза превышать напряжение порога чувствительности. Полная мощность высокой частоты должна быть при напря-

жении пуска не более $2U$ порога чувствительности. Если это отношение больше, то увеличивают $U_{\text{кд4}}$ и повторяют регулировку (ПВЗД).

Отношение величин пускового напряжения, при которых передатчик отдает полную мощность и 10% полной мощности, должно быть не более 1,7 (УПЗ-70).

Проверку стабильности частоты и режимов приема-передатчиков выполняют так же, как и для поста ПВЗК.

ПРОВЕРКА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО КАНАЛА С ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКАМИ ПВЗД И УПЗ-70

РАЗДЕЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ПОЛУКОМПЛЕКТОВ

Проверку высокочастотного канала производят после предварительной настройки приемопередатчиков по обоим концам защищаемой линии. Заземляющие ножи у фильтров присоединения включены.

Измерение затухания высокочастотного кабеля отдельно и совместно с фильтром присоединения производят по схемам рис. 19 и 20. Допустимо для ВЛ всех напряжений применять сопротивление $R_{\text{л}}=400$ Ом.

Измерение входного сопротивления высокочастотного кабеля, мощности, отдаваемой передатчиком, согласование выхода передатчика с линией. Подключают приемопередатчик к каналу по нормальной схеме. Заземляющий нож отключен. Напряжение манипуляции при диффазной защите снято. На вход поста подключают электронный вольтметр. Выход передатчика согласован на 100 Ом.

Входное сопротивление кабеля (Ом) и мощность (Вт), отдаваемую передатчиком, определяют по току выхода (прибор поста) и напряжению

$$Z_{\text{вх}} = U_{\text{вых}} / I_{\text{вых}}; P_{\text{вых}} = U_{\text{вых}} I_{\text{вых}}.$$

Входное сопротивление кабеля (в зависимости от типа) должно составлять 50—200 Ом. Если входное сопротивление не укладывается в норму, то переходят на другой диапазон или модификацию фильтра присоединения.

Выход линейного фильтра согласовывают с кабелем. Оптимальное количество вторичных витков трансформатора $Tp4$ ($Tp5$) определяют по формуле

$$\omega_{\text{опт}} = \omega_1 \sqrt{\frac{Z_{\text{вх}}}{\pi 0,04 f_0}} = 2,82 \omega_1 \sqrt{\frac{Z_{\text{вх}}}{f_0}},$$

где f_0 — заданная частота настройки передатчика, кГц.

После установки на $Tr4$ ($Tr5$) отводов A и B , соответствующих числу витков $w_{\text{зонт}}$, согласование передатчика с нагрузкой осуществляют с помощью отводов на вторичной обмотке выходного трансформатора передатчика $Tr2$ по максимуму тока выхода.

Характеристики поста при сниженном напряжении питания. Измерение выполняют по аналогии с постами ПВЗК, характеристики также должны изменяться аналогично. При работе с диффазной защитой ток покоя при $U_{\text{пит}} = 0,8U_n$ должен быть не меньше 16 мА.

ДВУСТОРОННЯЯ ПРОВЕРКА В КАНАЛЕ

Переговорное устройство, напряжение на входе поста проверяют как в poste ПВЗК. Напряжение на микрофоне регулируют перемещением движка «Микр» потенциометра R_{15} (R_{13}). Наблюдают за формой высокочастотного напряжения по экрану осциллоскопа.

Напряжение на входе поста от своего передатчика должно превышать напряжение, полученное с противоположного конца, не менее чем в 2 раза при одночастотной настройке постов. Напряжение, получаемое с противоположного конца, должно быть в свою очередь больше напряжения порога запирания (насыщения) в 3—4 раза.

Отраженные импульсы. Измеряют ширину в. ч. импульса при манипуляции и нагрузке передатчика на линию и сравнивают его с шириной в. ч. импульса при нагрузке передатчика на 100 Ом.

Наблюдение отраженных сигналов на экране осциллоскопа производят в паузах между импульсами при одновременной подаче анодного напряжения на усилители мощности обоих передатчиков. Передатчик без поданного напряжения имеет большое входное сопротивление, и амплитуда отраженных сигналов увеличивается.

Уменьшение тока приема (при манипуляции) при переключении на линию свидетельствует о наличии в канале отраженного импульса. Отраженный импульс, если он соизмерим по амплитуде с величиной напряжения порога чувствительности приемника, может повлиять на работу приемника и исказить фазную характеристику диффазной защиты. Отражения возникают из-за плохого согласования линии с нагрузкой на противоположном конце. Явления отражения зависят также от состояния других фаз линии (х. х., к. з. или нагрузка).

Уменьшение длительности импульсов тока приема больше чем на 10° , что соответствует увеличению ширины импульсов высокой частоты, по сравнению с длительностью при включении передатчика на 100 Ом свидетельствует о наличии отраженных сигналов, мощность которых достаточна для запираания приемника.

При остановке передатчика после срабатывания диффазной защиты отраженные сигналы заглубляют защиту пропорционально углу 2α (12° на 100 км). Если передатчик не остановлен, отраженные сигналы не меняют чувствительности защиты.

Для устранения отражения на конце линии необходимо, чтобы характеристическое сопротивление фильтра присоединения было близко к величине входного сопротивления линии (порядка 320—400 Ом), а входное сопротивление передатчика — близко к волновому сопротивлению кабеля (100 Ом). Характеристическое сопротивление фильтра увеличивается с расширением полосы пропускания и уменьшением емкости конденсатора связи. Характеристическое сопротивление фильтра бывает больше 400 Ом, и его можно снизить за счет сужения полосы пропускания фильтра. Фильтр присоединения с характеристическим сопротивлением 400 Ом на частотах 50—60 кГц должен иметь полосу пропускания 7—10 кГц. На уплотненных каналах требуется широкая полоса пропускания, и ее сужать нельзя.

На постах ПВЗК передатчик, согласованный на отдачу максимальной мощности на сопротивление 100 Ом, имеет входное сопротивление около 500 Ом. Снизить его можно, переведя усилитель в триодный режим (экранные сетки ламп УМ соединяются со своими анодами). Однако при этом выходная мощность усилителя снижается примерно на 20%. В постах ПВЗД и УПЗ-70 входное сопротивление снижено благодаря включению входного линейного фильтра дифференциально-мостикового типа. Устранить влияние отраженных сигналов можно также путем некоторого разноса частот обоих передатчиков канала. Настройка приемника на частоту дальнего передатчика дает ослабление отраженного сигнала на 1,5—2,0 Нн (13—18 дБ). Самым действенным средством борьбы с отраженными сигналами является переход канала на работу двумя частотами. При разных частотах передачи и приема можно к тому же уменьшить полосу пропускания приемного фильтра приемника, что

улучшает отстройку от помех. При этом ширину полосы приемного фильтра для диффазной защиты можно заполнить такой же, как у направленной защиты (300 Гц) [Л. 2].

Корректируют величину тока покоя (диффазная защита) или тока приема (направленная защита) при включении выходной лампы приемника на релейный комплект (регулируют $U_{\text{эЛ13}}$). При необходимости регулируют чувствительность. Если производилась корректировка чувствительности, то проверяют чувствительность и избирательность.

Измерение затухания тракта производят по схемам и формулам, приведенным ранее. Затухание высокочастотного тракта

$$a_{\text{т}} = a_{\text{л}} + a_{\text{п}} + a_{\text{д}},$$

где $a_{\text{л}}$ — затухание линии; $a_{\text{п}}$ — затухание, вносимое устройством обработки и присоединения; $a_{\text{д}}$ — дополнительное затухание от шунтирующих сопротивлений, ответвлений и др. При ориентировочных расчетах линейного затухания, Нп, для фаз с меньшим затуханием ВЛ 35—500 кВ с одним циклом транспозиции можно пользоваться формулой

$$a_{\text{л}} = kl\sqrt{f} \cdot 10^{-3} + 2a_{\text{к}},$$

где l — длина ВЛ, км; f — частота, кГц; k — коэффициент; $a_{\text{к}}$ — конечное затухание, Нп.

Значения k и $a_{\text{к}}$ зависят от напряжения и конструкции ВЛ:

$U_{\text{ВЛ}}$, кВ	35	110	220	330	500
k	1,4	1	0,75	0,8	0,83
$a_{\text{к}}$, Нп	0,15—одноцепные ВЛ				0,2
	0,10—двухцепные ВЛ				

Величину затухания, вносимого устройством обработки и присоединения для линий без ответвления, можно для ориентировочных расчетов принимать $a_{\text{п}} = (0,5—1)$ Нп, дополнительное затухание $a_{\text{д}} = (0,2—0,5)$ Нп.

Расчетное затухание (Нп) для ВЛ 500 кВ без ответвления приближенно определяют по формуле

$$a_{\text{т}} = 0,83\sqrt{f}l \cdot 10^{-3} + 0,8,$$

где l — длина линии, км; f — рабочая частота канала, кГц.

Максимально допустимую величину затухание тракта определяют из выражения

$$a_{\text{т. макс}} = P_{\text{пер}} - P_{\text{пр. мин}} = P_{\text{пер}} - P_{\text{ч}} - A_{\text{зап}},$$

где $P_{\text{пер}} = 5,15$ Нп (45 дБ) — максимальный уровень мощности передатчиков ПВЗД или УПЗ-70; $P_{\text{пр. мин}}$ — минимально допустимая величина уровня принимаемого сигнала; $P_{\text{ч}}$ — уровень порога чувствительности приемника; $A_{\text{зап}}$ — минимально допустимый запас по перекрываемому затуханию.

Если расчетный уровень порога чувствительности приемников защиты $P_{\text{ч}} = 0$ Нп (дБ) (для диффазных защит), минимальный запас по перекрываемому затуханию с учетом превышения порога записывания над порогом чувствительности $+0,2$ Нп (4,7 дБ) составляет $1,2$ Нп (10,4 дБ), то $P_{\text{пр. мин}} = P_{\text{ч}} + A_{\text{зап}} = +1,2$ Нп (10,4 дБ).

Максимально допустимое затухание составит:

$$a_{\text{т. макс}} = P_{\text{пер}} - P_{\text{пр. мин}} = 5,15 - 1,2 = +3,95 \text{ Нп} = +34,5 \text{ дБ.}$$

Максимальное значение рабочей частоты (кГц) для линии

$$f_{\text{макс}} = \left(\frac{a_{\text{т. макс}} - 0,8}{0,831} \right)^2 \cdot 10^6.$$

Определение запаса по затуханию, проверка взаимного влияния частот в уплотненном канале, включение в работу высокочастотного канала производятся как показано ранее.

3. АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО КАНАЛА

УСТРОЙСТВО КВЧ-ЗМ

Назначение. Устройство проверяет исправность высокочастотного канала диффазной защиты, работает автоматически (рис. 35).

Параметры канала измеряют специальные реле в полуккомплектах КВЧ-ЗМ или КВЧ-ЗМ-3, установленные по концам линии. Сигналы пуска поступают от часов или контактов пуска. Периодическая проверка канала происходит 4 раза в сутки. Пуск каждого полуккомплекта устройства от часов производится дважды за сутки и сдвинут на разных полуккомплектах по времени на 6 ч или на 4 ч на линиях с ответвлениями.

Постоянно контролируются ток покоя приемника и исправность цепей накала ламп в. ч. поста. Периодически контролируются запас по перекрываемому затуханию в обе стороны канала, ток приема при сплошном в. ч. сигнале от дальнего передатчика, закрытие передатчика манипуляторной лампой. Контроль исправности канала происходит независимо от величины нагрузки и наличия на линии ответвлений, так как высокочастотные импульсы контроля не манипулированы.

Технические данные устройства

Тип	КВЧ-3М и КВЧ-3М-3 (для ВЛ с ответвлениями)
Напряжение питания:	
постоянного тока	110 и 220 В
переменного тока	100 В
Количество электромеханических реле:	
кодовых типа КДР	4
поляризованных типа РП7	2
Синхронный двигатель СД-2	50 Гц, 127 В
Счетчик числа срабатываний РС	48 В
Тиратрон в схеме реле времени МТХ-90	
Присоединение	Переднее

Устройство КВЧ-3М отличается от устройства КВЧ-3М наличием второй пары контактов на диске часов $K_{ч2}$. Контакт $K_{ч2}$ выводит полукомплект КВЧ из режима отклика на время, когда должны работать два других комплекта на ВЛ с ответвлением. Контакты $K_{ч2}$ в цепи дистанционного отклика должны быть замкнуты при движении диска в пределах $270 \pm 10^\circ$ и разомкнуты — в пределах $90 \pm 10^\circ$.

Устройства КВЧ-3М и КВЧ-3М-3 могут быть включены в работу с постами ПВЗК, ПВЗД, УПЗ-70 и с защитами ДФЗ-2 (ДФЗ-201) или ДФЗ-502 и ДФЗ-501. Изменения в цепях в. ч. постов защит, связанные с включением устройств КВЧ, показаны на схемах рис. 35 и 41.

Принципы построения устройства. Измерительные реле контроля параметров канала настроены на предельно допустимые величины.

Отсутствие тока приема при сплошном в. ч. сигнале от дальнего передатчика и величина тока покоя определяют исправное состояние приемника. Недопустимое отклонение тока покоя приемника защиты вызывает действие сигнала с выдержкой времени, обрыв цепи на-

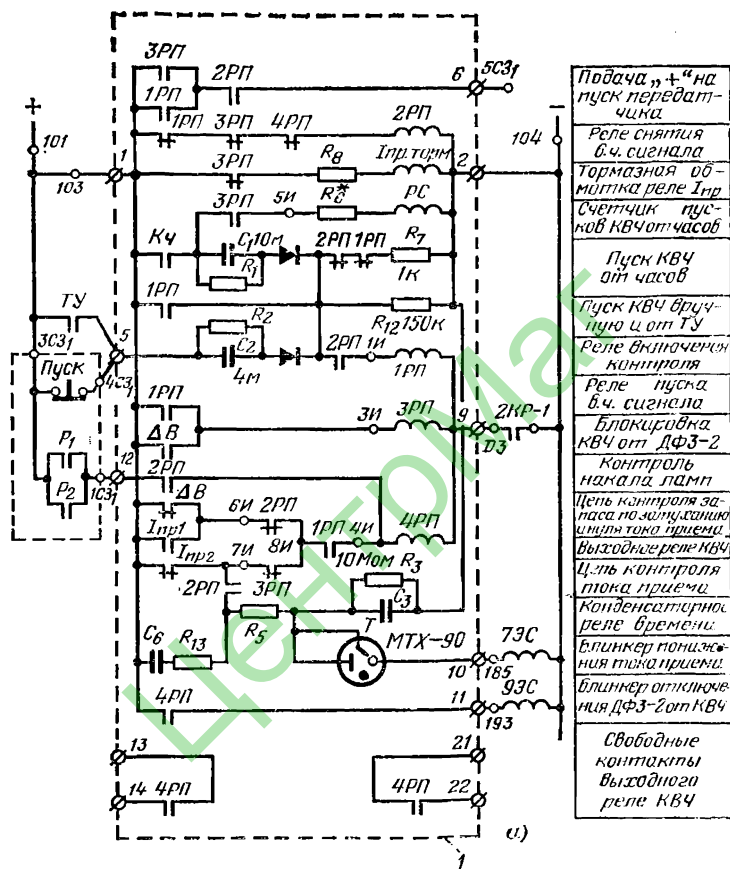
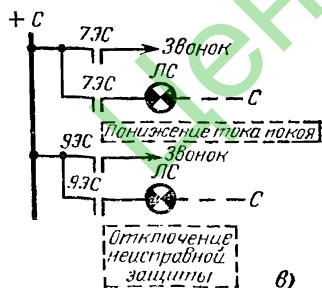
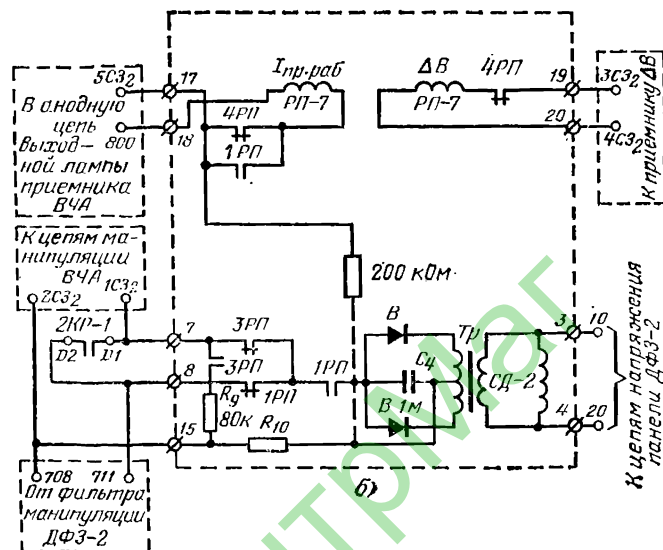


Рис. 35. Принципиальная схема
 а — цепи постоянного тока; б — измерительные реле, цепи отключения защиты.



устройства КВЧ-3М.

цепи напряжения и переключения манипуляции; в — цепи сигнализации.

кала ламп приводит к немедленному выводу защиты из работы.

Величина запаса по перекрываемому затуханию в. ч. канала определяет исправность линии с устройствами обработки, мощность дальнего передатчика и чувствительность приемника. Закрытие манипуляторной лампой передатчика запирающим источником и невозможность запуска передатчика при этом определяют управляемость передатчика и исправность манипуляторной лампы. Недопустимое уменьшение величины запаса по перекрываемому затуханию канала, наличие тока приема при сплошном в. ч. сигнале от дальнего передатчика и неуправляемость передатчика манипуляторной лампой приводят к выводу защиты из работы при периодической проверке.

РАБОТА УСТРОЙСТВА КВЧ-ЗМ

РАБОТА СХЕМЫ КВЧ

Работа при исправном в. ч. канале. Последовательность работы схемы устройства КВЧ показана на временной диаграмме (рис. 36) для двух полукомплектов по концам линии. Очередность операций определяется работой реле *1РП*, *2РП* и *ЗРП*. Одно из устройств работает в режиме контроля. При его пуске от контактных часов, дистанционно или от руки срабатывает реле *1РП*, подает питание на реле *ЗРП*, обесточивает реле *2РП* и подсоединяет цепь измерения тока покоя. Через 0,2 с срабатывает реле *ЗРП*, размыкает цепь измерения тока покоя и запускает передатчик с разомкнутой цепью манипуляции. Реле *ЗРП*, кроме того, снимает напряжение с реле *2РП*. Реле *2РП* отпадает через 0,6 с, обесточивает реле *1РП*, снимает с линии в. ч. сигнал и подсоединяет цепи измерения запаса по затуханию и отсутствия тока приема. Реле *1РП* отпадает с замедлением 0,2 с (через 0,8 с от начала пуска) и размыкает цепи измерения.

Второй полукомплект на противоположном конце линии работает в режиме дистанционного отклика. Неманипулированный в. ч. импульс принимается на противоположном конце дополнительным приемником устройства, срабатывает реле *ΔВ*, а затем через 0,2 с — реле *ЗРП*. Реле *ЗРП* пускает свой передатчик и посылает в линию ответный неманипулированный импульс.

Через 0,2 с после этого (через 1 с после начала пуска) реле *2РП* отпадает и останавливает передатчик. Проверка окончена. Оба устройства возвращаются в исходное положение. Реле *3РП* отпадает, реле *2РП* срабатывает.

Автоматический и ручной пуск схемы КВЧ. Автоматический пуск производится контактными часами дважды в сутки с каждой стороны. Приводом служит синхронный двигатель. При частоте напряжения питания 50 Гц диск часов делает оборот за 12 ч.

Контакты часов $K_{ч1}$ замкнуты около 20 мин, но работа схемы не зависит от длительности замкнутого состояния пусковых контактов. На обмотку реле *1РП* через конденсатор C_1 попадает импульс длительностью 0,1—0,15 с. Реле *1РП* при этом срабатывает и самоудерживается на время замкнутого состояния контакта реле *2РП*. Конденсатор C_1 остается заряженным на время, пока замкнуты контакты часов. Такая же цепь через конденсатор C_2 выполнена для ручного пуска (дистанционно или непосредственно от кнопки). Резисторы R_1 и R_2 служат для разряда емкостей C_1 и C_2 , т. е. для подготовки цепи срабатывания пускового реле *1РП* (время разряда C_1 и C_2 для напряжения питания 220 и 110 В соответственно 8 и 3 с).

Ручной пуск можно произвести в любое время и при замкнутых контактах часов $K_{ч1}$.

Взаимодействие реле схемы КВЧ. Контакты реле *1РП* подключают цепи контактов реле дополнительного приемника ΔB и контроля тока покоя *1РП* к обмотке выходного реле *4РП*, подают напряжение на обмотку реле *3РП*, разрывают цепь манипуляции, подают напряжение на пуск поста, разрывают цепь *2РП*, подают на-

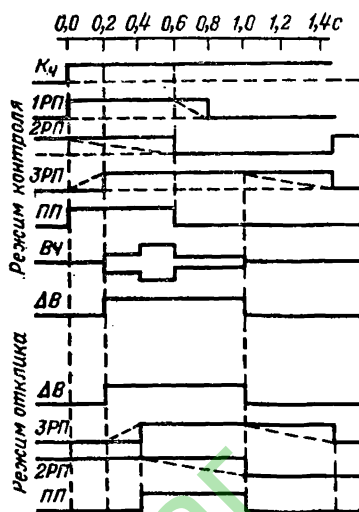


Рис. 36. Временные диаграммы работы устройств КВЧ-3М для двух полукомплектов по концам линии.

пряжение на обмотку счетчика PC , разрывают цепь контроля манипуляции. Реле $2PP$, отпадая, разрывает цепь катушек реле $1PP$, останавливает пост, подключает цепь контактов реле ΔB и $1PP$ к выходному реле $4PP$. Реле P_1 и P_2 контроля цепей накала действует непосредственно на реле $4PP$.

Таким образом, сигнал на выходное промежуточное реле $4PP$ поступает от измерительных поляризованных реле или от реле, контролирующих цепи накала. Выходное реле $4PP$ имеет механическое самоудерживание с ручной деблокировкой.

Неисправная защита выводится из работы разрывом анодной цепи выходной лампы приемника, которая подключена к первичной обмотке трансформатора блока сравнения фаз диффазной защиты.

Работа схемы КВЧ противоположного конца. При пуске устройства КВЧ в линию посылается неманипулированный в. ч. импульс. При исправном канале этот импульс принимается приемником противоположного конца. Реле ΔB дополнительного приемника при этом пускает устройство КВЧ. Контакты ΔB подают питание на реле $3PP$, которое пускает в. ч. пост на время до отпадения реле $2PP$. Реле $1PP$ здесь не работает, и цепь выходного реле $4PP$ разомкнута.

ИСПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ КОНТРОЛЯ И ИЗМЕРЕНИЯ

Ток покоя. Измерение величины тока приема и покоя при наличии или отсутствии высокочастотного сигнала осуществляется поляризованным реле $1PP$ (рис. 35). Рабочая обмотка этого реле включена в анодную цепь выходной лампы приемника, тормозную обмотку подключают на напряжение постоянного тока через замыкающий контакт реле $3PP$. Ток в тормозной обмотке регулируют, изменяя величину сопротивления R_8 . При отсутствии тока приема чувствительность реле $1PP$ повышается отключением тормозной обмотки.

Контроль величины тока покоя осуществляется постоянно.

При подключенной тормозной обмотке ток срабатывания реле $1PP$ равен $0,75I_{\text{пок}}$, а ток возврата $0,6I_{\text{пок}}$. Если ток покоя снизится до $0,6$ нормального значения, реле $1PP$ отпадает и подает плюс на конденсаторное реле времени (конденсатор C_3 , тиратрон с холодным катодом T , резисторы R_3, R_4, R_5 , конденсатор C_5). Через 100

резисторы R_5 напряжение попадает на конденсатор C_3 , который, заряжаясь через 10—15 с, поднимет напряжение на тиратроне до зажигания. Ток тиратрона приводит к срабатыванию указательного реле 79С.

Резистор R_{11} ограничивает напряжение на тиратроне до 140 В при напряжении питания постоянного тока 220 В. Резистор R_5 служит для регулировки времени зажигания тиратрона, R_4 — для ограничения тока в цепи сетка—катод тиратрона, R_8 — для регулировки уставки реле 1ПР.

Запас по перекрываемому затуханию канала и

ток приема при сплошном сигнале. Измерение величины запаса по затуханию канала производится дополнительным приемником, включенным на обмотку трансформатора $Tr4$ усилителя высокой частоты основного приемника, предназначенную для телефонной связи при наладке. На эту обмотку подключен детектор дополнительного приемника, собранный по схеме удвоения напряжения. Нагрузка детектора — реле ΔB — включена с отсечкой (рис. 37).

К реле ΔB приложено напряжение $U_{\Delta B} = U_{\text{вых.дет}} - U_{\text{отс.дет.}}$.

Если $U_{\text{вх}} > U_{\text{к}}$, то $U_{\text{вых.дет}} > U_{\text{отс.дет}}$ (рис. 38).

Ток реле ΔB должен быть в 3—4 раза больше тока срабатывания этого реле, т. е. больше 1—1,5 мА, иначе

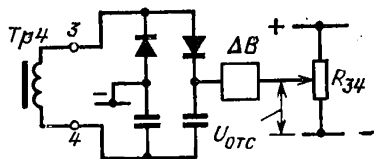


Рис. 37. Схема включения детектора и реле дополнительного приемника устройства КВЧ.

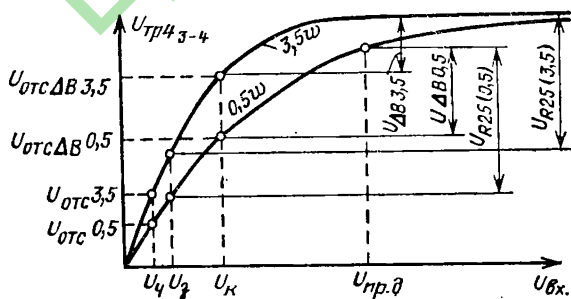


Рис. 38. Зависимость величины напряжения на трансформаторе $Tr4$ поста ПВЗК от напряжения на входе поста.

реле ΔB может легко отказать в работе (при изменении напряжения питания и др.).

Уровень чувствительности дополнительного приемника P_K выше уровня записи основного приемника P_3 (рис. 39). Защита выводится из работы, когда запас по перекрываемому затуханию в канале становится меньше допустимого — 0,5—0,8 Нп.

После пуска устройства $KBЧ$ полуконтакт противоположной стороны придет в действие, если уровень сигнала, пришедший на противоположный конец, будет достаточным для срабатывания реле ΔB дополнительного

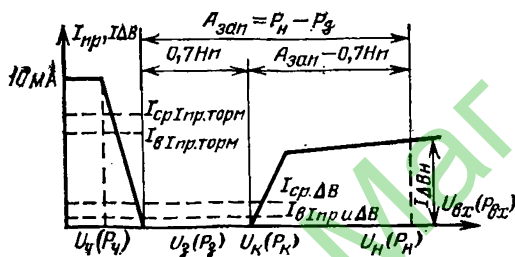


Рис. 39. Характеристики чувствительности основного и дополнительного приемников (ПВЗК и KBЧ).

приемника. Пуск $KBЧ$ противоположного конца означает, что запас по величине затухания канала в этот конец достаточен.

Реле $ЗРП$ обеспечивает отклик передатчика с противоположного конца от неманипулированного сигнала. В комплекте контроля реле $2РП$, отпадая, снимает напряжение с обмотки реле $1РП$, останавливает передатчик, подключает к выходному реле $4РП$ цепи контроля запаса по затуханию и тока приема при сплошном в. ч. сигнале.

Если уровень сигнала от передатчика противоположного конца выше уровня срабатывания реле ΔB в комплекте контроля, то контакт реле ΔB в цепи контроля будет разомкнут. Если уровень в. ч. сигнала передатчика противоположного конца выше уровня записи основного приемника, то реле $1РП$ отпадает (его ток возврата снижен до 0,25 мА, когда реле $ЗРП$ отключает его тормозную обмотку) и его контакт в цепи контроля также разомкнут. В противном случае контакт реле ΔB будет

замкнут, реле *1ПР* не отпадет и плюс постоянного тока попадет на выходное реле *4РП* по цепи контроля. Через 0,2 с после отпадания реле *2РП* отпадает реле *1РП* и разрывает цепь контроля. Реле *2РП* в полукомплекте отклика снимает в. ч. сигнал с обоих полукомплектов.

Накал ламп поста. При разрыве цепи накала контакты реле P_1 и P_2 подают питание на выходное реле *4РП*. Последнее своими контактами разрывает цепь выходной лампы приемника, выводя защиту из работы, и цепь обмотки реле *ΔВ*. Разрыв цепи реле *ΔВ* приводит к отключению защиты с противоположного конца линии, так как при очередном запуске противоположный комплект не получает «отклика» — сигнала с другого полукомплекта.

Манипуляторная лампа. Правильность работы манипуляторной лампы проверяется одновременной подачей сигнала на пуск и запирающего напряжения на вход манипуляции передатчика. Цепь нормальной манипуляции при этом разрывается.

При пуске КВЧ работает реле *1РП*, разрывает цепь манипуляции, подает запирающее напряжение от выпрямительного устройства или делителя напряжения на сетку манипуляторной лампы. Сигнал на пуск передатчика при этом не приводит к пуску, если манипуляторная лампа заперта. По обмотке реле *1ПР* в анодной цепи выходной лампы приемника протекает ток покоя, и его контакт *1ПР₂* цепи контроля разомкнут. Если манипуляторная лампа не запирается или ею не управляется передатчик, то приемник будет получать сигнал и ток выходной лампы приемника упадет до нуля, реле *1ПР* отпадет, замыкая контакт *1ПР₂*. Через замыкающий контакт реле *3РП* собирается цепь на выходное реле *4РП*. Защита выводится из работы.

НАСТРОЙКА УСТРОЙСТВА КВЧ-ЗМ

ПРОВЕРКА МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И РЕЛЕ

Проверяют механическую исправность элементов поста, все пайки, зажимы, перемычки, реле. Регулируют контакты кодовых и поляризованных реле.

В кодовых реле все контакты должны одновременно замыкаться и размыкаться. Зазор между контактами должен быть не менее 1 мм. В поляризованных реле проверяют чистоту зазора между якорем и магнитом,

Данные настройки реле устройства КВЧ-3М

Обозначение реле	Тип реле	$U_{cp}, B; I_{cp}, mA$	I_B, mA	t_{cp}, c	t_B, c	Номер рис. схемы измерения	Примечание
1РП	КДР-3м	$\leq 0,3 U_H$	—	—	$0,2 \pm 0,02$	40, а	U_{cp} через C_1 и $C_2, 0,8 U_{ном}$
2РП	КДР-5м	$\leq 0,8 U_H$	—	—	$0,6 \pm 0,06$	40, б	—
3РП	КДР-6м	$\leq 0,8 U_H$	—	$0,2 \pm 0,04$	—	40, в	—
4РП	КДР-1 с за- щелкой	—	—	$0,04 \pm 0,06$	—	40, з	—
1ПР	Р1-7	0,8—1 мА	0,2—0,3	—	—	—	Без торможения
		$7,5 \pm 0,2$ мА	≤ 6	—	—	—	С торможением
ΔB	РП-7	0,3—0,4 мА	0,2—0,3	—	—	—	—
Рс	Рс	$\leq 0,8 U_H$	—	—	—	—	С сопротивлением R_6
Реле вре- мени	—	—	10—20	—	—	—	Время срабатыва- ния регулируют R_5 и C_3

зазор между контактами должен быть не менее 0,1 мм. Оба контакта часов при соскоке с диска должны быть разделены 2—3 мм пути по диску. При этом верхний контакт должен упереться в диск и контакты замкнутся. Нижний контакт соскакивает, размыкается и не должен доходить до диска на 0,5—1 мм. Расстояние между разомкнутыми контактами должно составлять около 1 мм.

Проверка изоляции. Проверяют величину сопротив-

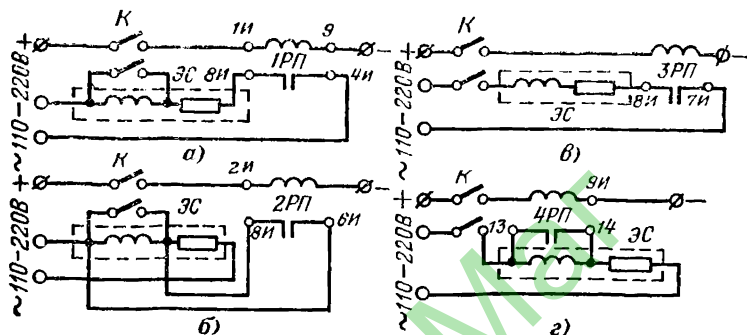


Рис. 40. Схемы проверки реле 1РП—АРП устройства КВЧ-3М.

ления изоляции цепей устройства по отношению к земле мегомметром 1 000 В. Выпрямители и конденсаторы при этом шунтируют.

Прочность изоляции цепей КВЧ испытывают относительно корпуса переменным напряжением 1 000 В в течение 1 мин или мегомметром 2 500 В.

Проверку и регулировку электрических характеристик реле, измерение напряжения и времени срабатывания и возврата реле производят по данным и схемам, указанным в табл. 9.

НАЛАДКА УСТРОЙСТВА В СОБРАННОЙ СХЕМЕ

Настройка источника смещения. При пущенном передатчике ток приема должен достигать значения тока покоя при переменном напряжении 50 Гц на входе трансформатора смещения, равном 50—80 В. Реле 1РП и 2РП должны находиться в подтянутом положении, реле 2РП — в отпущенном. Регулировать величину этого напряжения можно изменением отвода на первичной стороне трансформатора. Напряжение смещения на кон-

денсаторе C_4 должно составлять 5—7,5 В. Такой же величины должно быть напряжение смещения, если его получают на делителе напряжения, подключенном к постоянному току. В этом случае выпрямитель с трансформатором не используются.

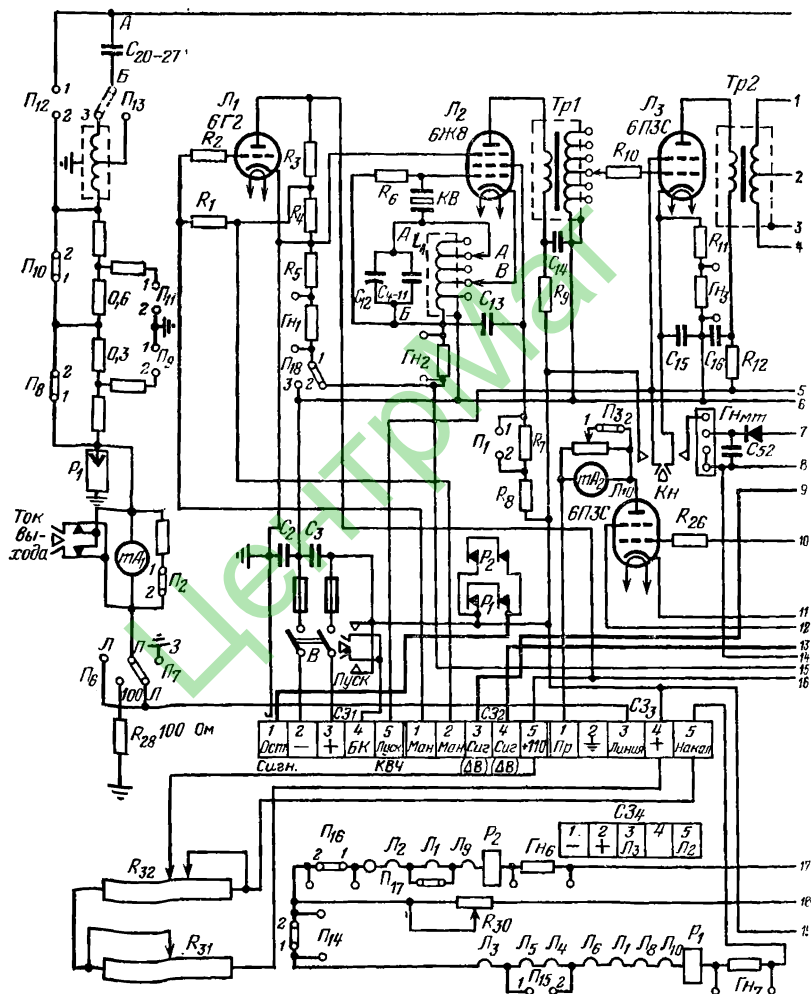
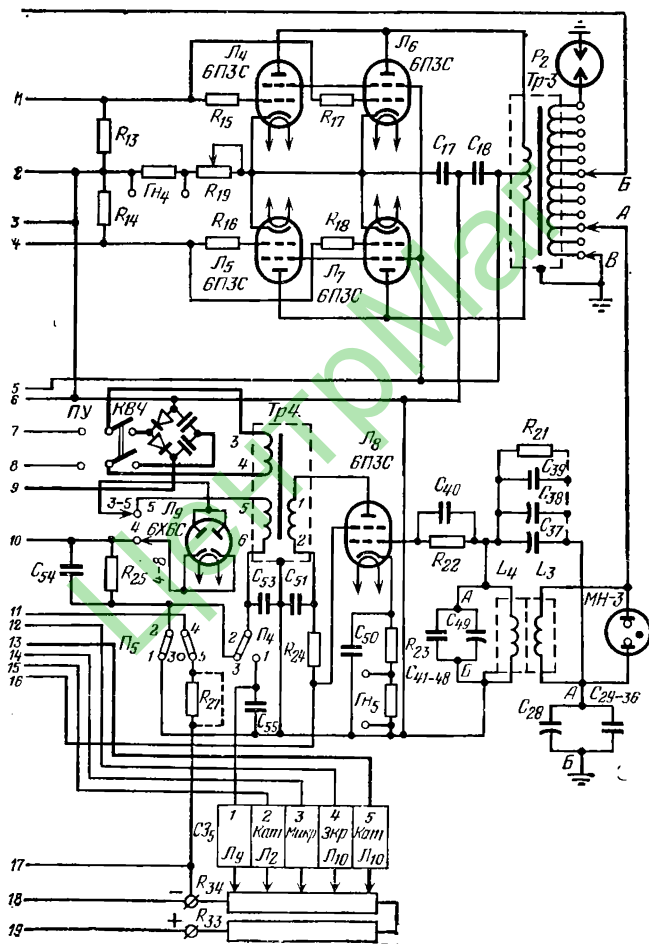


Рис. 41. Принципиальная схема приемопередатчика ПВЗК с КВЧ-ЗМ толстыми

Ток срабатывания и возврата реле *1РП* проверяют при пущенном передатчике, изменяя величину сопротивления, врезанного в анодную цепь выходной лампы приемника магазина сопротивлений.

Время работы конденсаторного реле времени измеряют ручным секундомером. Время от отпадания реле *1РР* до работы сигнального реле *79С* должно составлять 10—20 с.



для диффазной защиты (цепи подключения КВЧ показаны линиями).

Проверка отсутствия манипуляции от помех. При пуске КВЧ работает реле *1РП* и *3РП*. Высокочастотный сигнал должен быть сплошным без разрывов. При наличии манипуляции от помехи уменьшают сопротивление R_9 . Проверку ведут с помощью осциллоскопа.

Настройку дополнительного приемника (рис. 41) производят после настройки уровней чувствительности и запираания основного приемника ВЧА в той же схеме (рис. 11, 33).

На генераторе устанавливают напряжение $U_K = 2U_3$, при этом $P_K = P_3 + 0,7$ Нп (рис. 39), и добиваются срабатывания реле ΔB изменением отсечки (подпорного напряжения). Если запас в канале $A_{\text{зап}}$ больше 2—2,5 Нп, то можно установить $U_K = 2,7U_3$, при этом $P_K = P_3 + 1$ Нп.

Как видно из рис. 38, для одной и той же чувствительности основного приемника при больших витках *Тр3*, подключенных на входной фильтр приемника, требуется большая величина $U_{\text{отс.}}$. Для основного приемника запас по напряжению на нагрузке детектора поэтому меньше при больших витках. При этом запас по току срабатывания реле дополнительного приемника ΔB может быть недостаточным (рис. 39), в особенности для частот канала, больше 200 кГц.

Для удовлетворительной работы приемника ΔB характеристика $U_{R25} = f(U_{\text{вх}})$ должна переходить в насыщенную часть при $U_{\text{вх}} = 5 \div 6$ В. Этого достигают установкой чувствительности основного приемника при отводе 0,5 витков от *Тр3* на приемник (ПВЗК) и повышением крутизны характеристики чувствительности основного приемника. В схеме ПВЗК для этого исключают резистор R_{27} смещения лампы J_{10} и соответственно понижают $U_{\text{сл}}$ и $U_{\text{эп10}}$. При достаточном запасе по току срабатывания в реле ΔB сопротивление R_{27} можно не исключать, а уменьшить до 100—200 Ом, так как его исключение ухудшает стабильность тока покоя.

Чувствительность дополнительного приемника — уровень контроля P_K — должна быть грубее уровня запираания основного приемника на 0,5—0,9 Нп (рис. 38)

$$P_K = P_3 + (0,5—0,9), \text{ Нп.}$$

Проверяют взаимодействие реле устройства в полностью собранной схеме при выходе ВЧА, включенном на 100 Ом.

ДВУСТОРОННЯЯ ПРОВЕРКА УСТРОЙСТВА КВЧ-ЗМ

Проверка настройки дополнительного приемника. Высокочастотный пост и КВЧ подключают к линии с обеих сторон. Между постом и кабелем включают магазин затухания. При пущенном с противоположной стороны передатчике определяют запас канала по перекрываемому затуханию для основного приемника $A_{\text{зап}}$. На магазине затухания затем устанавливают затухание $A_{\text{зап}} = (0,4 \div 0,8)$ Нп или $A_{\text{зап}} = (3,5 \div 7)$ дБ. Если при этом реле ΔB не отпадет, то, изменяя величину подпорного напряжения дополнительного приемника движком потенциометра (рис. 37), добиваются отпадания реле ΔB . Отпадание и срабатывание реле ΔB должно происходить при изменении затухания на 0,2 Нп (1,75 дБ). При затухании на магазине $A_{\text{зап}} = (0,6 \div 1)$ Нп или $A_{\text{зап}} = (5,2 \div 8,7)$ дБ реле подтянуто.

Таким образом, уровень контроля (срабатывание реле дополнительного приемника) составляет:

$$P_{\text{к}} = P_{\text{з}} + (0,5 - 0,9), \text{ Нп} = P_{\text{з}} + (4,35 - 7,8), \text{ дБ},$$

где $P_{\text{з}}$ — уровень записи основного приемника.

Измеряют величины тока возврата и тока в реле ΔB при выведенном магазине затухания.

Проверка работы устройства в полной схеме на в. ч. канале. Производят пуски КВЧ от кнопки «Пуск». Проверяют при этом работу всех реле КВЧ. Выходное реле 4РП не должно срабатывать или вздрагивать.

При имитации повреждения цепей накала, повреждения манипуляторной лампы (снятие напряжения с зажимов 3 и 4), увеличения затухания канала (поочередный ввод магазина затухания с обеих сторон), отсутствия нуля тока приема при сплошном сигнале от дальнего передатчика (разрыв цепи детекторной лампы приемника) реле 4РП и указательное реле должны сработать, реле 2РП отпасть.

Приложение 1

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ НАЛАДКИ КАНАЛОВ ЗАЩИТЫ

Наименование	Характеристика	Масса, кг
Генератор высокочастотный измерительный ГИВЧ-4, ГИВЧ-5, ГИВЧ-6	40—500 кГц (ГИВЧ-4 — четыре поддиапазона, мощность 5—9 Вт; ГИВЧ-5 и ГИВЧ-6 — десять поддиапазонов, мощность 4 Вт). Точность градуировки 0,2%, нормальная нагрузка 100 Ом	12
Генератор высокочастотный измерительный ИГ-53	30—300 кГц, 5 Вт, восемь поддиапазонов, точность градуировки 2%	
Высокочастотный измеритель ВЧИ-4	Производство высокочастотных измерений по каналам ВЛ (магазин затуханий, вольтмиллиамперметр, нагрузочное сопротивление, эквиваленты конденсаторов связи)	
Генератор звуковой и ультразвуковой частоты ГЗ-36	20 Гц — 200 кГц, четыре поддиапазона, максимальное выходное напряжение (1 000 Гц, 600 Ом) не менее 5 В	5
То же ГЗ-48	20 Гц — 200 кГц, четыре поддиапазона. Выходная мощность 1,5 Вт (20 Гц—20 кГц), 0,63 Вт (20—200 кГц), сопротивление нагрузки не менее 50 Ом	7
Осциллограф С-35	Полоса пропускания 5 МГц (усилитель вертикального отклонения) и 1 МГц (усилитель горизонтального отклонения). Входное сопротивление усилителя вертикального отклонения 1 МОм с параллельной емкостью 50 пФ	8
То же ЛО-70	Чувствительность на 1 кГц—40 мм/В, входное сопротивление 100 кОм, 1 МОм; емкость входа 25 пФ	5,5
То же С1-49	Входное сопротивление 1 МОм (усилитель вертикального отклонения), 10 МОм (горизонтальное отклонение). Входная емкость 50 пФ. Полоса пропускания усилителя горизонтального отклонения 0—2 МГц	8,5

Наименование	Характеристика	Масса, кг
Электронный вольтметр ВЗ-13	Переменное напряжение 0,3 мВ—300 В (20 Гц—1 МГц). Погрешность 4—6%, входное сопротивление на частоте 1 000 Гц—1 МОм, на частоте 1 МГц—400 кОм, входная емкость 15—25 пФ	6
Вольтметр ВК7-9	Постоянное напряжение 0,1—1 000 В с делителем 20 кВ, входное сопротивление 15 МОм. Переменное напряжение 0,3—1 000 В (20 Гц—300 мГц), входное сопротивление 3 МОм (1 000 Гц), 50 кОм—100 МГц, 100 кОм с делителем на 100 МГц. Сопротивление 10 Ом—1 000 МОм	6,5
Селективный указатель уровня ИУУ-300	5—300 кГц, пределы измерения — $7 \div +3$ Нп. Входное сопротивление $600 \pm 3\%$, $135 \pm 2\%$, высокое — более 10 кОм. Ширина полосы пропускания 50 ± 25 Гц (узкая) и $1 000 \pm 250$ Гц (широкая). Избирательность 4,5 Нп (узкая) и 2,5 Нп (широкая)	
Комбинированный прибор Ц4312	Переменный ток 0,3—900 В; 1,5 мА—6 А; погрешность 1,5%. Постоянный ток 75 мВ—900 В; 0,3 мА—6 А, погрешность 1%. Сопротивление 200 Ом—3 МОм, погрешность $\pm 1\%$. Частота 45—10 000 Гц	1,5; с футляром 3
То же, Ц4313	Переменный ток 0,6—1 500 мА; 1,5—600 В, погрешность $\pm 2,5\%$. Постоянный ток 75 мВ—600 В, 600 мкА—1 500 мА, погрешность $\pm 1,5\%$. Сопротивление 500 Ом—5 000 кОм, емкость 500 000 пФ, частота до 5 кГц. Входное сопротивление 20 000 Ом/В (постоянный) и 2 000 Ом/В (переменный)	1
Электроизмерительный прибор ТТ-3	Переменный ток 1—1 000 В, погрешность $\pm 4\%$. Постоянный ток 0,1—3 000 мА, погрешность $\pm 2,5\%$. 0,1—1 000 В, погрешность $\pm 4\%$. Сопротивление 1 Ом—2 МОм, погрешность $\pm 2,5\%$. Входное сопротивление 10 кОм/В (постоянный), 2 кОм/В (переменный)	1

Приложение 2

ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ОСЦИЛЛОГРАФА ПО ФИГУРАМ ЛИССАЖУ

На горизонтальные отклоняющие пластины или усилитель осциллографа подают напряжение одной из сравниваемых частот, на вертикальные пластины (усилитель) подают напряжения контрольной или измеряемой частоты (рис. 5).

Когда частота генератора точно соответствует измеряемой частоте, на осциллоscope появляется неподвижное изображение. Если измеряемые напряжения имеют синусоидальную форму, то изображение является круглым, эллипсом или отрезком прямой линии (форма кривой зависит от взаимного фазового сдвига). Если одна из сравни-

ваемых частот является целой, кратной второй частоте, то получаются простые фигуры, если же отношения частот представляют собой не кратные, но целые числа, то получаются более сложные фигуры (рис. 42). Отношение частот равно в этом случае отношению числа вершин фигуры на одной стороне образцового прямоугольника к числу вершин на другой стороне

f_x/f_y	Разность фаз частот f_x и f_y				
	0	45°	90°	135°	180°
1:1	/	○	○	○	\
1:2	⌢	⌢	∞	⌢	⌢
1:3	⌢	⌢	⌢	⌢	⌢
2:3	⌢	⌢	⌢	⌢	⌢

$$f_y = \frac{m}{n} f_x,$$

Рис. 42. Фигуры Лиссажу.

где f_y — частота напряжения, подведенного на вертикальные пластины или усилитель вертикального отклю-

нения; f_x — то же для горизонтальных пластин или усилителя; m — число вершин в горизонтальной плоскости; n — то же в вертикальной плоскости.

Если к вертикальным пластинам осциллоскопа подвести две частоты f_k и f_n , то частоту биений между ними определяют, подавая на вертикальные пластины частоту генератора звуковой частоты. Фигура Лиссажу при этом имеет вид цилиндра с двумя косыми сечениями.

Приложение 3

УСТРОЙСТВО УНК ДЛЯ НАЛАДКИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ ПО ВЛ

Устройство является малогабаритным прибором для настройки и проверки в. ч. аппаратуры и каналов защиты, связи и телемеханики по ВЛ.

При помощи УНК можно снимать частотные характеристики сопротивления и затухания всех типов заградителей, фильтров присо-

Рис. 43. Схемы настройки и снятия характеристик двухполюсника (заградителя) в устройстве УНК.

единения, линейных фильтров постов, в. ч. кабелей, частотные характеристики затухания в. ч. тракта, запасы по затуханию в канале; при помощи устройства можно измерить величины сигналов в любой точке схемы.

В устройстве смонтированы схемы и приборы:

а) снятия частотных характеристик полного и активного сопротивления и настройки контуров заградителей (рис. 43);

Полное сопротивление

$Z = \frac{U_2}{U_3} R_2$, Ом; активная составляющая

$$r = \left(\frac{U_1^2 - U_2^2}{U_3^2} \frac{R_2^2}{R_1^2} - 1 \right) \frac{R_1}{2}, \text{ Ом;}$$

при $R_1 = 1\,000$ Ом $R_2 = 10$ Ом,

$$r = \frac{U_1^2 - U_2^2}{20U_3^2} - 500, \text{ Ом; } Z = \frac{10U_2}{U_3}, \text{ Ом;}$$

б) снятия частотных характеристик входного сопротивления и затухания фильтров присоединения со стороны кабеля и со стороны линии и других фильтров с входными и выходными сопротивлениями 100, 135, 400 и 600 Ом (рис. 44).

Величина емкости равна емкости конденсатора связи: 1 100, 2 200, 3 000, 4 000, 6 400 пФ.

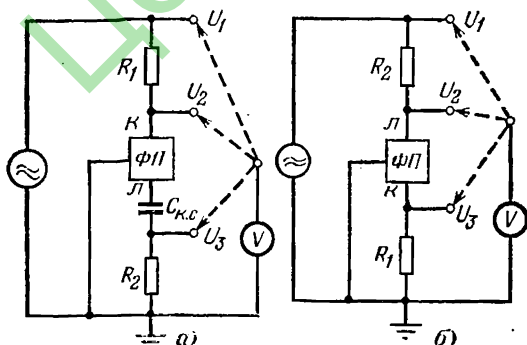
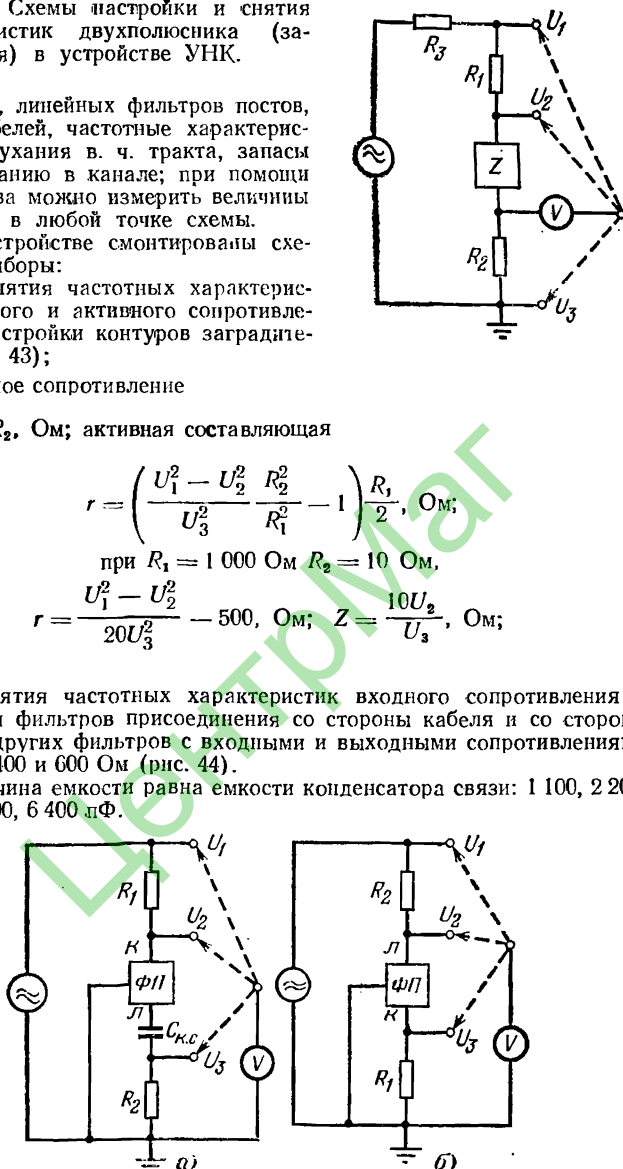


Рис. 44. Схема проверки характеристик четырехполюсника — фильтра присоединения в устройстве УНК.

а — со стороны кабеля; б — со стороны линии.

Рабочее затухание, Нп,

$$a = 2,3 \lg \frac{U_1}{U_3} + 2,3 \lg \sqrt{\frac{R_2}{4R_1}}, \text{ где } R_1 = 100 \text{ Ом};$$

при $R_2 = 400 \text{ Ом}$ $a = 2,3 \lg \frac{U_1}{U_3}$, $\text{Нп} = 20 \lg \frac{U_1}{U_3}$, дБ.

Входное сопротивление, Ом, в случае «а»

$$Z_{\text{вх}} = \frac{U_2}{U_1 - U_2} R_1, \text{ где } R_1 = 20 \text{ кОм};$$

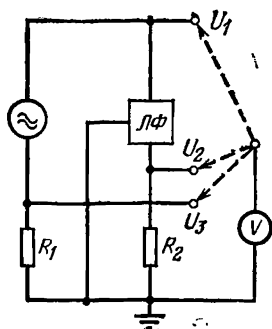


Рис. 45. Схема проверки характеристик четырех-полосника — линейного фильтра в устройстве УНК.

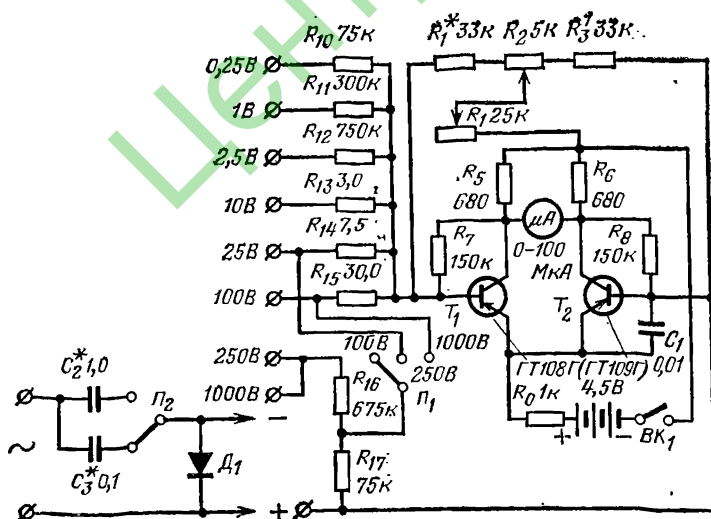


Рис. 46. Электронный вольтмиллиамперметр в устройстве УНК.

входное сопротивление в случае «б»

$$Z_{\text{вх}} = \frac{U_2}{U_1 - U_2} R_2; R_1 = 100 \text{ Ом}, R_2 = 20 \text{ кОм};$$

в) измерения характеристик затухания линейного фильтра и других фильтров, в постах в. ч. защит, телеотключения, телемеханики и связи (рис. 45).

Рабочее затухание

$$\alpha = 1,15 \lg \frac{U_1 U_3}{U_2^2} \frac{R_2}{R_1}, \text{ Нп} = 10 \lg \frac{U_1 U_3}{U_2^2} \frac{R_2}{R_1}, \text{ дБ};$$

для

$$R_1 = R_2 = 100 \text{ Ом} \quad \alpha = 1,15 \lg \frac{U_1 U_3}{U_2^2}, \text{ Нп} = 10 \lg \frac{U_1 U_3}{U_2^2}, \text{ дБ};$$

г) магазин затухания;

д) электронный вольтмиллиамперметр (рис. 46).

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1. Работает с в. ч. генераторами и электронными вольтметрами любого типа.

2. Магазин затухания дает возможность регулировать затухание в пределах 0—7 Нп через 0,2 Нп. Мощность 10 Вт.

3. Вольтмиллиамперметр — пределы измерения до 300 В и 500 мА, входное сопротивление 300 кОм/В.

Измерения производят при помощи установки переключателя схемы и изменения положения переключателя измерения.

Применение устройства позволяет сократить время, необходимое для настройки, проверки и измерения, избежать ошибок при сборке схем, уменьшить число приборов, используемых при проверках.

Приложение 4 ПРОТОКОЛ НАЛАДКИ И ПРОВЕРКИ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО КАНАЛА ЗАЩИТЫ

1. Проверка приемопередатчика

1. Тип_____ 2. Завод-изготовитель_____
3. Заводской №_____ 4. Год выпуска_____ 5. Место установки_____
6. Пост включен в работу с защитой_____
7. Частоты: передачи_____ приема_____
8. Лампы поста проверены на испытателе ламп, и изоляция между электродами испытана мегомметром_____
9. Измерительный прибор поста проверен. Погрешность не превышает_____
10. Сопротивление изоляции цепи постоянного тока_____
11. Изоляция поста испытана_____
12. Действие сигнализации поста проверено_____
13. Пробивное напряжение разрядника_____
14. Положение перемычек для различных видов защиты_____

	ГЗ				УМ							ПР				Ф.П			
УПЗ-70	П ₁	П ₂	П ₃	21, 22	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	П ₆	П ₇	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₁	П ₂		
ПВЗД	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	П ₆	П ₇	П ₈	П ₉	П ₁₀	П ₁₁								
ПВЗК	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	П ₆	П ₇	П ₈	П ₉	П ₁₀	П ₁₁	П ₁₂	П ₁₃	П ₁₄	П ₁₅	П ₁₆	П ₁₇	П ₁₈	П ₁₉

15. Регулировка тока накала и тока покоя

U _{сх.} , В		I группа, ток накала 6ПЗ, мА		II группа, ток накала 6Ж1П (6Г2, 6Ж8, 6К3, 6Х6), мА		Ток покоя, мА			
						на R = ...		на панель	
контр.	пост	контр.	пост	контр.	пост	контр.	пост	контр.	пост

16. Основные данные приемопередатчика

	УПЗ-70	ПВЗД	ПВЗК
Отводы катушки задающего генератора	L ₁	L ₁	L ₁ —A, B
Емкость контура задающего генератора, пФ	C ₇	C ₆	C ₄ —C ₁₁

Продолжение прилож. 4

Отводы катушки разделительного каскада	УПЗ-70 L_2	ПВЗД L_2	ПВЗК —
Емкость контура разделительного каскада, пФ	C_{12}	C_{12}	
Отвод делителя раскачки	$R_{20}-R_{21}$	$R_{23}-R_{26}$	$Tr1$
Отводы $Tr2$		A, Б	
Число первичных витков $Tr4$			
Число вторичных витков $Tr5$			
Отводы на приемник	$Tr7$	$Tr7$	$Tr3$
Индуктивность контура приемника, мГ	L_6, L_5	L_8, L_7	L_3, L_4
Емкость контуров приемника, пФ	$C_{61}-C_{57}$ $C_{58}-C_{60}$	$C_{37}-C_{38}$ $C_{39}-C_{41}$ $C_{42}-C_{43}$	$C_{41}-C_{49}$ $C_{37}-C_{39}$
Индуктивность катушек ЛФ, мГ	L_3, L_4	L_3, L_4	L_2
Емкость контуров ЛФ, пФ	$C_{41}-C_{42}$	$C_{22}-C_{23}$	$C_{25}-C_{27}$
Полоса пропускания ЛФ, Гц			

17. Характеристика затухания ЛФ (контура)

[illegible]

Входное сопротивление поста на частоте $\frac{\text{передачи } Z=\dots}{\text{приема } Z=\dots}$

Измерение произведено при $\frac{\text{поданном анодном напряжении на МУС}}{\text{отсутствии анодного напряжения на МУС}}$

18. Установленные режимы

	L_1, L_2		L_3		L_4		L_5		L_6, L_8, L_{10}		L_7, L_9, L_{11}		L_{12}		L_{14}		L_{13}		$U_{см(отс)}$	
	$U_{пнт}$	$U_{к1}, U_{к2}$	$U_{к3}, U_{к4}$	$U_{к5}, U_{к6}$	$U_{к7}, U_{к8}$	$U_{к9}, U_{к10}$	$U_{к11}, U_{к12}$	$U_{к13}, U_{к14}$	$U_{к15}, U_{к16}$	$U_{к17}, U_{к18}$	$U_{к19}, U_{к20}$	$U_{к21}, U_{к22}$	$U_{к23}, U_{к24}$	$U_{к25}, U_{к26}$	$U_{к27}, U_{к28}$	$U_{к29}, U_{к30}$	$U_{к31}, U_{к32}$	$U_{к33}, U_{к34}$	$U_{к35}, U_{к36}$	$U_{к37}, U_{к38}$
УПЗ-70																				
Напряжение на катоде																				
ПВЗД	$U_{пнт}$	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6, L_8, L_{10}	L_7, L_9, L_{11}	L_{12}	L_{13}	L_{14}	L_{15}	L_{16}	L_{17}	L_{18}	L_{19}	L_{20}	L_{21}	L_{22}	L_{23}
ПВЗК	$U_{пнт}$	$U_{к13}$	$U_{к37}$	$U_{к38}$	$U_{к39}$	$U_{к40}$	$U_{к41}, U_{к42}$	$U_{к43}, U_{к44}$	$U_{к45}, U_{к46}$	$U_{к47}, U_{к48}$	$U_{к49}, U_{к50}$	$U_{к51}, U_{к52}$	$U_{к53}, U_{к54}$	$U_{к55}, U_{к56}$	$U_{к57}, U_{к58}$	$U_{к59}, U_{к60}$	$U_{к61}, U_{к62}$	$U_{к63}, U_{к64}$	$U_{к65}, U_{к66}$	$U_{к67}, U_{к68}$

Тока, мА

	ГЗ—Ik				УМ—Iк				IP				$I_{вхх}, 100 \text{ Ом}$		$I_{вхх, каб}$		$I_{вхх}, В$	
	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6, L_8, L_{10}	L_7, L_9, L_{11}	L_{12}	$I_{кп14}$	$I_{кп13}$	$I_{кп12}$	$I_{кп11}$	$I_{кп10}$	$I_{кп9}$	$I_{кп8}$	$I_{кп7}$	$I_{кп6}$	$I_{кп5}$
УПЗ-70																		
Ток катода																		
ПВЗД	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6, L_8, L_{10}	L_7, L_9, L_{11}	L_{12}	$I_{кп14}$	$I_{кп13}$	$I_{кп12}$	$I_{кп11}$	$I_{кп10}$	$I_{кп9}$	$I_{кп8}$	$I_{кп7}$	$I_{кп6}$	$I_{кп5}$
ПВЗК	$I_{к1}$	$I_{к2}$	$I_{к3}$	$I_{к4}$	$I_{к5}$	$I_{к6}, I_{к7}$	$I_{к8}, I_{к9}$	$I_{к10}, I_{к11}$	$I_{к12}, I_{к13}$	$I_{к14}, I_{к15}$	$I_{к16}, I_{к17}$	$I_{к18}, I_{к19}$	$I_{к20}, I_{к21}$	$I_{к22}, I_{к23}$	$I_{к24}, I_{к25}$	$I_{к26}, I_{к27}$	$I_{к28}, I_{к29}$	$I_{к30}, I_{к31}$

Продолжение прилож. 4

Мощность, отдаваемая постом на нагрузку 100 Ом

при $U_{\text{бат. ном}} = \underline{\hspace{2cm}}$ $P = \underline{\hspace{2cm}}$

при $0,8 U_{\text{бат. ном}} \underline{\hspace{2cm}}$ $P = \underline{\hspace{2cm}}$

Мощность, отдаваемая постом на кабель без манипуляции $P = \underline{\hspace{2cm}}$
(отайка на $Tr2 \underline{\hspace{2cm}}$, на $Tr4/Tr5 \underline{\hspace{2cm}}$)

Мощность, отдаваемая постом на кабель при $U_{\text{ман}} = \underline{\hspace{2cm}}$ $P = \underline{\hspace{2cm}}$

19. Полоса пропускания приемного фильтра $\Delta f = \underline{\hspace{2cm}}$ при $U_{\text{вх}} \underline{\hspace{2cm}}$

20. Характеристика чувствительности приемника

$U_{\text{вх}}, \text{ В}$				Чувствительность		Запирание		Насыщение	
				$U_{\text{п.ч}}$	$P_{\text{ч}}$	$U_{\text{п.з}}$	$P_{\text{з}}$	$U_{\text{п.н}}$	$P_{\text{н}}$
$I_{\text{пр}}, \text{ мА}$									

21. Характеристика избирательности

Напряжение на входе поста поддерживается неизменным, равным $U = \underline{\hspace{2cm}}$

	f_1	f'_1	f'_2	f_2	K_1	K_2	$K_{\text{с1}}$	$K_{\text{с2}}$
$f_1, \text{ кГц}$								
$I_{\text{пр}}, \text{ мА}$								

22. Характеристика манипуляции

$U_{\text{вх. ман}}, \text{ В}$	1	2	5	$U_{\text{п. ман}}$	10	15	20	30	50	100	120
$I_{\text{пр}}, \text{ мА}$											
$\alpha^\circ_{\text{пер}}$											
$\alpha^\circ_{\text{пр}}$											

$$\alpha^\circ_{\text{пер}} = \frac{I_{\text{имп}}}{I_{\text{имп}} + I_{\text{паузы}}} 360^\circ, \quad \alpha^\circ_{\text{пр}} = \left(1 - \frac{I_{\text{пр}}}{I_{\text{пок}}}\right) 360^\circ; \quad \text{при } U_{\text{ман}} =$$

$$= 10 \text{ В отношение } \frac{I_{\text{имп}}}{I_{\text{пауз}}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Продолжение прилож. 4

Остаточное напряжение при подаче „останова“ или в паузах манипуляции составляет _____

23. Безынерционный пуск. Начало пуска _____; полный пуск _____; отношение _____

24. Заключение _____

II. Проверка в. ч. канала защиты

1. Характеристика канала

Рабочая фаза	Длина ВЛ	Отбор напряжения	Отпайки от ВЛ	Частоты постов в уплотненном канале	Расчетное затухание канала α , Нп(дБ)

2. Затухание в. ч. канала

Передача с п/ст.	U , В		Передача с п/ст.	U , В	
	I , мА			I , мА	
	P , Вт			P , Вт	
	Z , Ом			Z , Ом	
Прием на п/ст.	U , В		Прием на п/ст.	U , В	
	I , мА			I , мА	
	P , Вт			P , Вт	
	Z , Ом			Z , Ом	
Затухание	α , Нп(дБ)		Затухание	α , Нп(дБ)	

3. Отношение напряжения на входе приемника от своего передатчика к напряжению от противоположного передатчика U_c/U_d _____; за ЛФ U_c/U_d _____.

4. Запас по затуханию. Режим ВЛ (отключена и заземлена, отключена, под напряжением, под нагрузкой).

Пря передаче от п/ст. _____ к п/ст. _____	
При передаче от п/ст. _____ к п/ст. _____	

5. Согласование приемопередатчика с кабелем проведено

6. Замечания _____

7. Дополнительные измерения _____

8. Приборы _____

9. Заключение _____

Наладку и проверку произвели:

_____ Подпись	_____ Фамилия	_____ Дата
------------------	------------------	---------------

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Под ред. Э. С. Мусаэляна. Справочник по наладке высокочастотных устройств управления энергосистемами. М., «Энергия». 1972.
2. Микуцкий Г. В. Высокочастотные каналы релейной защиты. М., Госэнергоиздат, 1959.
3. Кальманович М. А. Рекомендации по улучшению работы приемопередатчика ПВЗК. ВНИИЭ, 1971.
4. Беркович М. А., Лион Г. Я., Штемпель Е. П. Руководящие указания по эксплуатации оборудования высокочастотных каналов релейной защиты ЛЭП 110 и 220 кв. М., Госэнергоиздат, 1959.
5. Кальманович М. А., Таранчев В. В. Опыт наладки и эксплуатации каналов высокочастотной защиты линий 400 кв. — «Труды ВНИИЭ», 1958, вып. 7.
6. Микуцкий Г. В. Высокочастотные передатчики типа ПВЗД для защиты линий большой протяженности. — «Электрические станции», 1959, № 7.
7. Малышев А. И., Шкарин Ю. П. Специальные измерения высокочастотных трактов, аппаратуры и каналов связи по линиям электропередачи. М., «Энергия», 1970.
8. Кузнецов Ф. Д. Методика наладки высокочастотных каналов защиты с постами типа ПВЗД. 1968 (Изд. БТИ ОРГРЭС).
9. Микуцкий Г. В., Скитальцев В. С. Высокочастотная связь по линиям электропередачи. М., «Энергия», 1969.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
1. Высокочастотная аппаратура защиты ВЛ 35—220 кВ	8
Приемопередатчик ПВЗК	8
Настройка приемопередатчика ПВЗК	17
Проверка высокочастотного канала защиты с приемопередатчиками ПВЗК	37
2. Высокочастотная аппаратура защиты ВЛ 110—500 кВ	50
Приемопередатчики ПВЗД и УПЗ-70	50
Настройка приемопередатчиков ПВЗД и УПЗ-70	65
Проверка высокочастотного канала с приемопередатчиками ПВЗД и УПЗ-70	90
3. Автоматический контроль высокочастотного канала	94
Устройство КВЧ-3М	94
Работа устройства КВЧ-3М	98
Настройка устройства КВЧ-3М	103
Двусторонняя проверка устройства КВЧ-3М	109
Приложения	112
Список литературы	3 стр. обл.

ЦентрМаг