МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ИНСТРУКЦИЯ ПО НАЛАДКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ УПЗ-70

РД 34.48.402-77

СОЮЗТЕХЭНЕРГО
МОСКВА 1977

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.316.925.2

Составлено Всесоюзным научно-исследовательским институтом электроэнергетики

А в т о р ы инженеры М.А.КАЛЬМАНОВИЧ, Е.П.ШТЕМПЕЛЬ

Настоящая Инструкция составлена на основе опыта наладки приемопередатчиков УПЗ-70 в линейных условиях. Инструкция содержит краткое описание приемопередатчика, рекомендации по его наладке и проверке. Инструкция рассчитана на работников, занимающихся эксплуатацией, проектированием и наладкой приемопередатчиков УПЗ-70.

© СПО Союзтехэнерго, 1977.

Ответственный редактор В.А.Кудрявцева

Техн.редактор Е.И.Сапожникова Корректор Т.А.Квасова

Подписано к печати 20/X 1977 г. Формат 60x84 1/16

П.л. 7,5 Уч.-изд.л. 7,27 Тираж 1000 экз.

Заказ №398/77 Изд.№ 367/76 Цена 73 коп.

Ротапринт СПО Союзтехэнерго

109432, Москва, Ж-432, 2-й Кожуховский проезд, д.29,корп.6

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель начальника
Главтехуправления
К.М. АНТИПОВ
"25" января 1977г.

ВВЕДЕНИЕ

Универсальный приемопередатчик релейной защиты УПЗ-70 предназначен для организации высокочастотных каналов по линиям электропередачи всех классов напряжения, выпускается взамен приемопередатчиков ПВЗК и ПВЗД. По сравнению с ними приемопередатчик УПЗ-70 обладает лучшими электрическими характеристиками, выполнен в другом конструктивном оформлении с применением новых электроэлементов, печатного монтажа и т.п.

В настоящей Инструкции дается описание работы приемопередатчика УПЗ-70, методика и особенности его наладки, указания по эксплуатации ВЧ каналов релейной защиты.

Глава I. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА УПЗ-70 И ВЧ КАНАЛА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

I.I. Технические данные

I.I.I. Область применения - каналы связи для высокочастотных защит линий электропередачи напряжением 110-750 кВ.

Совместная работа - со всеми типами устройств релейной защиты, выполненных на электромеханических реле.

I.I.2. Условия работы - закрытое помещение с температурой окружающей среды от $+3\pm2$ до $40\pm2^{\circ}$С и относительной влажностью $65\pm15\%$.

I.I.3. Источник питания - аккумуляторная батарея постоянного тока с номинальным напряжением 110 и 220 В; допустимые колебания питающего напряжения по отношению к любому номиналу - от -20 до +10%.

1.1.4. Частотный диапазон - 40-500 кГц; каждый аппарат выполняется на фиксированную частоту через 0,5 кГц (например, 100 кГц, 100,5 кГц и т.д.).

Настройка передатчика и приемника может быть выполнена:

- на одинаковые частоты;
- на сближенные частоты с разносом частот от 0,5 до 2,0 кГц;
- на разные частоты с разносом не менее 10% (двухчастотная настройка).

1.1.5. Мощность передатчика на выходе линейного фильтра не менее:

а) при напряжении источника питания 220±2 В:

- 30 Вт в диапазоне от 40 до 200 кГц;
- 25 Вт в диапазоне от 201 до 300 кГц;
- 20 Вт в диапазоне от 301 до 500 кГц;

б) при напряжении источника питания 110±2 В:

- 6 Вт в диапазоне от 40 до 200 кГц;
- 4 Вт в диапазоне от 201 до 500 кГц.

При понижении напряжения источника питания на 20% указанного номинала уровень выходного сигнала передатчика уменьшается не более чем на 6 дБ.

1.1.6. Выход передатчика может быть согласован на нагрузку сопротивлением от 50 до 200 Ом с регулировкой его ступенями через 25 Ом.

1.1.7. Входное сопротивление приемопередатчика на частоте приема имеет следующее значение:

- при одночастотной настройке приемопередатчика - не менее 40 Ом; в диапазоне частот 300-500 кГц может уменьшаться до 20-25 Ом;
- при двухчастотной сближенной настройке - от 40 до 200 Ом;
- при двухчастотной настройке с разносом частот более 10% - не менее 400 Ом;
- при работе приемопередатчика с линейным контуром без линейного фильтра - не менее 600 Ом.

Входное сопротивление приемопередатчика, согласованного с нагрузкой 100 Ом, на частотах, отстоящих от частоты передачи на ±10%, имеет значение не менее 400 Ом.

На частотах менее 80 кГц допускается уменьшение входного сопротивления до 200 Ом.

1.1.8. Полоса пропускания линейного фильтра в диапазоне:
- от 40 до 100 кГц - 3,5±0,3 кГц;
- от 101 до 300 кГц - 10±1 кГц;
- от 301 до 500 кГц - 20±2 кГц.

Остаточное напряжение на выходе остановленного передатчика, согласованного с нагрузкой 100 Ом (и в паузах манипуляции), - не более 100 мВ.

1.1.9. Безынерционный пуск передатчика осуществляется напряжением отрицательной полярности, подаваемым на выводы "Безин. пуск Л1".

Чувствительность к безынерционному пуску регулируется в пределах 2,5-8В. При напряжении до 2,5 В передатчик не пускается.

Отношение пускового напряжения, при котором передатчик отдает полную мощность, к напряжению, соответствующему 10% мощности передатчика, составляет не более 1,7.

1.1.10. Контактный пуск передатчика осуществляется замыканием цепи на выводах "Конт.пуск УМ" или размыканием цепи на выводах "Конт.пуск Л1".

Контактный пуск может быть осуществлен вручную с помощью кнопки "Пуск" или тумблера "ТН".

1.1.11. Останов передатчика осуществляется замыканием цепи на выводах "Останов на Л1" или подачей минуса батареи на вывод "Останов на Л4".

1.1.12. Манипуляция напряжения высокой частоты передатчика осуществляется напряжением частоты 50 Гц, подаваемым на выводы "Манипуляция".

При напряжении манипуляции, равном нулю, или когда внешние цепи отключены от выводов "Манипуляция", пущенный передатчик отдает полную мощность и работает непрерывно.

При напряжении манипуляции, равном 100 В, длительность импульсов высокой частоты составляет 180-190°. Напряжение манипуляции, при котором длительность импульсов на 10° больше, чем при напряжении 100 В, может устанавливаться в пределах 3 - 12 В.

1.1.13. Напряжение порога запирания (насыщения) приемника в режиме дифференциально-фазной (или направленной) защиты регулируется в пределах 0,5-5 В (от +4 до +24 дБ). Отношение напряжения порога запирания (насыщения) к напряжению порога чувствительности

не более 1,5 (не более 3,5 дБ).

1.1.14. Ток выходной лампы приемника устанавливается:

- для дифференциально-фазной защиты - 10 и 20 мА при сопротивлении нагрузки 360 Ом;

- для дистанционной и направленной защиты - 15 мА при сопротивлении нагрузки 3600 Ом.

1.1.15. Избирательность приемника обеспечивает ослабление напряжения частоты помехи, отстоящей от частоты настройки на ±3% (но не менее чем на 5 кГц), не менее чем на 26 дБ.

1.1.16. Телефонная связь осуществляется по каналу защиты только во время его наладки.

1.1.17. Электрическая прочность изоляции монтажа (по отношению к корпусу) выдерживает испытательное напряжение 1000 В переменного тока 50 Гц в течение 1 мин.

1.1.18. Электрическое сопротивление изоляции не менее 20 Мом в нормальных климатических условиях.

1.1.19. Габаритные размеры аппарата 315х460х705 мм.

Масса не более 45 кг.

1.2. Электрическая схема

1.2.1. Полная принципиальная схема приемопередатчика УПЗ-70 приводится в заводских материалах. В настоящей работе приведены структурная и упрощенная принципиальная схемы (рис.1,2 - см. вклейку), а также принципиальные схемы каждого блока.

Кроме схем основных блоков приемопередатчика, приводятся схемы управления и телефонной связи, цепей накала ламп и сигнализации.

1.2.2. Структурная схема приведена на рис.1.

Схема приемопередатчика разделена на функциональные блоки: задающего генератора передатчика (ГЗ), переговорного устройства (МТ), усилителя мощности передатчика (УМ), линейного фильтра (ФЛ), приемника (ПР). Каждый блок состоит из ряда функциональных узлов; блок ГЗ имеет: генератор автоколебаний (АГ - лампа Л3), разделительный каскад (РК - лампа Л4) и два каскада управления (УПР-1 - лампа Л1 и УПР-2 - лампа Л2).

Блок УМ содержит: предварительный усилительный каскад (ПК - лампа Л5), выходной усилительный каскад (УМ - лампы Л6 - Л11), генератор смещения (ГС - лампа Л12).

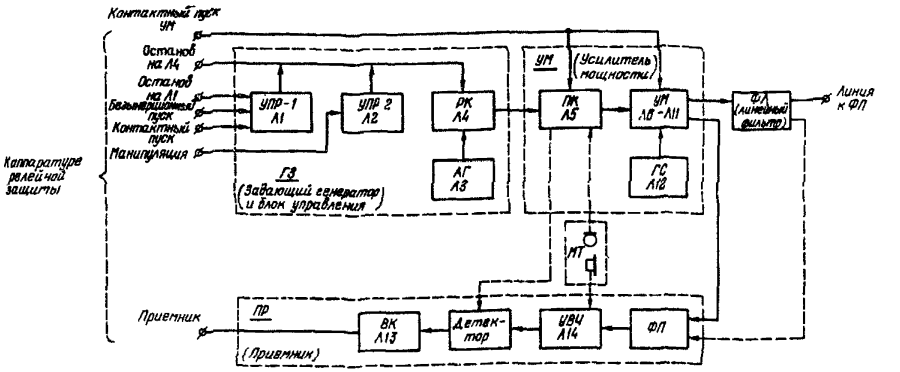


Рис.I. Структурная схема приемопередатчика УПЗ-70

В блоке ПР имеются: входной фильтр приемника (ФП), усилитель высокой частоты (УВЧ - лампа Л14), детектор (диоды Д10, Д11), выходной каскад (ВК - лампа Л13).

При работе на одинаковых или сближенных частотах передачи и приема сигнал на вход приемника поступает с линии через линейный фильтр передатчика.

При работе на разных частотах передачи и приема вход приемника связан с линией непосредственно. В этом случае отбор сигнала своего передатчика производится с предварительного усилителя прямо на детектор приемника помимо остальных цепей передатчика и приемника.

На схеме рис.I показаны также внешние связи приемопередатчика с аппаратурой релейной защиты.

I.2.3. Блок задающего генератора и управления. Принципиальная схема блока задающего генератора и управления приведена на рис.3 (см. вклейку).

Задающий генератор (лампа Л3, контур $L1, C7$) при поданном напряжении питания непрерывно генерирует колебания высокой частоты. Частота колебаний стабилизируется кварцем. В небольших пределах частота зависит также от параметров резонансного контура

контур, и витками обратной связи. Кварцевый резонатор включен между контуром и управляющей сеткой лампы.

Режим лампы задающего генератора не регулируется, напряжения на электродах определяются элементами схемы *R*11, *R*13, *R*14. Резистор *R*11 служит для утечки токов управляющей сетки. Измерение тока лампы Л3 осуществляется с помощью шунта *R*12. Напряжение высокой частоты снимается с анода лампы и подается через конденсатор *C*9 на управляющую сетку лампы разделительного каскада Л4.

Разделительный резонансный каскад (лампа Л4, контур *L*2, *C*12) выполняет функцию ключевого каскада между задающим генератором и усилителем мощности передатчика. В зависимости от состояния этого каскада напряжение высокой частоты, постоянно приложенное к управляющей сетке, подается или не подается на вход УМ. Переход лампы Л4 из закрытого состояния в открытое и наоборот происходит в результате изменения напряжения на экранной сетке. Напряжение на экранную сетку Л4 подается через резисторы *R*9 и *R*10, анодное напряжение - через катушку индуктивности *L*2; режим по постоянному току может регулироваться изменением положительного напряжения на катоде, снимаемого с делителя *R*28, *R*29, *R*30. При этом устанавливается необходимая разность потенциалов экранной сетки и катода, определяющая порог запирания лампы.

Эта разность потенциалов при открытой лампе находится в пределах 20-30В с положительным потенциалом на экранной сетке.

Параллельно экранной сетке лампы Л4 подключены лампы управления Л1 и Л2 и цепь останова. Если лампы Л1 и Л2 исключены из схемы или закрыты, а на цепь останова не подается отрицательный потенциал, лампа Л4 будет открыта.

Если одна из ламп управления (или обе одновременно) будет открыта, лампа Л4 закроется, так как напряжение на ее экранной сетке (за счет падения напряжения на резисторе *R*10) упадет до значения, при котором разность потенциалов экранной сетки и катода станет отрицательной. Лампа Л4 закроется также при подаче отрицательного напряжения (минуса батареи) на вывод "Останов".

Анодной нагрузкой каскада является контур *L*2, *C*12, настроенный на частоту передачи. В целях уменьшения искажений формы ВЧ импульсов при работе в дифференциально-фазном режиме этот контур шунтирован резистором *R*19. Шунтирующее действие оказывает также цепочка резисторов *R*20, *R*21.

В связи с этим, а также из-за снижения напряжения на экранной сетке лампы Л4 коэффициент усиления каскада не превышает I.

Полная схема каскадов управления приведена на рис.3, упрощенная схема - на рис.4*, на которой пунктиром показаны связи между входом цепей управления передатчиком и выходными органами управления аппаратурой релейной защиты. Схема управления универсальна.

В зависимости от типа защиты выполняются переключения перемычек и регулировки режимов. Схема используется полностью только для защит ДФ8-500.

Лампа управления Л1 осуществляет функции пуска передатчика; с помощью лампы Л2 производится манипуляция. Схемы обоих каскадов (по постоянному току) построены одинаково. Напряжение на аноды ламп подается через резисторы *R*9, *R*10, напряжения на экранные сетки и катоды снимаются с делителей, составленных из резисторов *R*22, *R*23, *R*25 и *R*24, *R*26, *R*27. Режим по постоянному току регулируется потенциометрами *R*22, *R*23, *R*24, *R*26.

С помощью делителя *R*1, *R*2 может быть установлена необходимая чувствительность схемы к безынерционному пуску, с помощью потенциометра *R*24 - необходимая чувствительность к манипуляции. Безынерционный пуск передатчика осуществляется напряжением отрицательной полярности, подводимым от пускового органа защиты к выводу "Безын.пуск" (сеточной цепи лампы Л1) и к общему минусу схемы.

Манипуляция передатчика осуществляется напряжением частоты 50 Гц, подводимым от органа манипуляции защиты к выводу "Манипуляция" и к общему минусу схемы.

Импульсы высокой частоты, появляющиеся на выходе передатчика, соответствуют напряжению отрицательной полуволны, воздействующему на сеточную цепь лампы Л2.

Манипулированный сигнал появляется на выходе передатчика только в том случае, когда он предварительно запущен любым способом пуска.

В схеме управления лампы Л1 имеется цепь *R*3, *C*1, отделенная от источника пускового напряжения диодом Д1. Схема позволяет безынерционно пускать передатчик при появлении пускового напряжения и замедляет снятие пуска при отключении КЗ на линии с одновремен-

* См. вклейку.

ным исчезновением пускового напряжения. Период замедления определяется постоянной времени цепочки *R*3, *C*1 и зависит от соотношения напряжения, подводимого к выводу "Безын.пуск", и напряжения чувствительности к безынерционному пуску.

Схема обеспечивает нормальную работу защиты при отказе контактного пуска.

В схеме управления предусмотрен также контактный пуск с воздействием на лампу Л1, предназначенный для дублирования безынерционного пуска.

Этот пуск (см.рис.4) осуществляется по следующей цепи: общий минус схемы, контакт релейной части защиты, размыкающийся при пуске, вывод 24 доски выводов, контакты 8-9 перемычки П1, кнопка "Пуск", тумблер "ТН", катод лампы Л1 (потенциометр *R*22).

Часть потенциометра, с которой снимается напряжение на катод лампы Л1, замкнута; на управляющей сетке относительно катода нулевой потенциал, лампа открыта, передатчик остановлен.

При работе пускового органа защиты контакт разрывает указанную цепь, лампа закрывается отрицательным по отношению к катоду напряжением на сетке; передатчик пускается. Передатчик может быть пущен вручную кнопкой "Пуск" для регулярных эксплуатационных проверок канала или наладочным тумблером "ТН", используемым только во время наладочных или ремонтных работ.

При всех способах пуска передатчика, кроме случая контактного пуска УМ, на аноды и экранные сетки УМ должно быть постоянно подано напряжение питания. Для этого должны быть соединены контакты 1-4 и 2-3 перемычки П3. Контакты 1-4 соединяют плюс источника питания с анодно-экранными цепями УМ.

Для защит, не требующих безынерционного пуска, предусмотрен контактный пуск - пуск контактом, замыкающимся при пуске защиты. Цепь контактного пуска для этого случая: плюс источника питания (вывод 19), контакт пускового органа защиты, вывод 21 (контактный пуск УМ), резистор *R*115, анодно-экранные цепи ламп блока УМ передатчика.

Резистор *R*115 служит для подключения к нему (вывод 18) автоматического осциллографа; падение напряжения на резисторе от суммарного тока ламп УМ будет регистрироваться при каждом пуске осциллографа.

При работе защиты контакт пускового органа замыкает указанную цепь. На аноды и экранные сетки лампы УМ поступает напряжение питания; передатчик пускается (напряжение высокой частоты на вход УМ при этом поступает непрерывно).

При работе с защитой, не требующей быстродействующего пуска, лампа управления Л1 не используется; для дистанционных и направленных защит не используется лампа управления Л2. Эти лампы исключаются из схемы с помощью перемычек П1 и П2, закорачивающих нити накала. Чтобы задействовать кнопку "Пуск", надо поставить перемычку между выводами 21 и 22 доски выводов ("Контактный пуск УМ" и "Блок-контакт"). Для использования наладочного тумблера "ТН" надо замкнуть контакты 1-2 и 3-4 перемычки П3.

Останов запущенного передатчика осуществляется с помощью ламп Л1 или Л4. "Останов" подается на лампу Л1 замыканием контакта реле устройства защиты, при этом создается цепь: потенциометр $R22$, выводы 29, 30 доски выводов ("Останов Л1"), замкнутый контакт реле устройства защиты, резистор $R4$, управляющая сетка лампы Л1. На сетку лампы Л1 поступает положительный потенциал с потенциометра $R22$, лампа Л1 открывается и передатчик останавливается.

Для защит, не использующих безынерционный пуск, предусмотрен останов передатчика с помощью лампы Л4.

"Контактный останов" в этом случае осуществляется по цепи: минус источника питания, контакт пускового органа защиты, вывод 28 доски выводов, контакты 4-5 перемычки П1, экранная сетка лампы Л4. При замыкании контакта органа защиты, подающего сигнал на останов передатчика, минус батареи закрывает лампу Л4, напряжение высокой частоты со входа УМ снимается.

1.2.4. Переговорное устройство. Схема переговорного устройства (ПУ), а также упрощенная схема некоторых цепей передатчика и приемника, которые задействованы во время работы переговорного устройства, приведены на рис.4.

Переговорное устройство используется только при наладочных и ремонтных работах. Тракт телефонной связи образуют весь передатчик, входной фильтр и усилитель высокой частоты приемника (лампы управления Л1 и Л2 используются в зависимости от типа защиты).

Дополнительно специально для телефонной связи в передатчике имеется цепочка $R66$, $C36$, включенная в цепь катода лампы Л5, в приемнике - телефонная обмотка трансформатора Тр6; детектор Д12 и фильтровый конденсатор С55. В блоке приемника также расположен делитель $R77$, $R78$, с которого снимается напряжение питания микрофона и пускового реле Р2; с помощью потенциометра $R78$ регулируется глубина модуляции.

Перемычка П1 используется для коммутации схемы управления данного типа защиты (в том числе и схемы переговорного устройства) в зависимости от вида пуска передатчика.

Переговорное устройство состоит из микротелефонного гнезда, микротелефонной трубки с тангентой и пускового реле Р2; включение микрофона и реле осуществляется тангентой.

Искрогасительная цепочка $R116$, $C66$ предотвращает подгорание контактов реле Р2 при пуске передатчика.

На рис.4 приведена схема переговорного устройства, которая используется для защиты с безынерционным пуском.

Для осуществления телефонной связи необходимо разомкнуть контакты 8-9 перемычки П1, разомкнуть перемычку П8, вставить колодку микротелефонной трубки в гнездо.

При нажатии тангенты срабатывает реле Р2, контакты 3,4 размыкаются, лампа Л1 закрывается, передатчик пускается (таким же образом, как и при разрыве контакта в цепи "Конт. пуск Л1" пускового органа защиты).

Напряжение, поступающее на катод лампы Л5 с потенциометра $R78$ через микрофон, переводит передатчик в телефонный режим (нелинейный режим при пониженной мощности передатчика), микрофон осуществляет модуляцию напряжения высокой частоты разговорными токами.

При отпускании тангенты передатчик останавливается.

Напряжение модулированной высокой частоты через приемный фильтр и усилитель высокой частоты лампы Л14 попадает на телефонную обмотку трансформатора Тр6 и с детектора Д12 на телефон.

В случае защиты с контактным пуском на перемычке П1 соединяются контакты 1-7 и 2-6; при срабатывании реле Р2 его контакты 3-5 замыкают цепь пуска передатчика. Остальная схема телефонной связи остается неизменной.

I.2.5. Усилитель мощности передатчика. Схема УМ передатчика приведена на рис.5 (см. вклейку). Усилитель мощности включает: предварительный каскад (лампа Л5), выходной каскад (лампы Л6 - Л11), генератор смещения (лампа Л12) и измерительную схему (прибор ИП).

Предварительный каскад выполняет роль усилителя напряжения высокой частоты, поступающей на его вход с разделительного каскада лампы Л4. Каскад выполнен на лампе Л5 и трансформаторе ТрI.

Со вторичной дифференциальной обмотки трансформатора подается напряжение "раскачки" на оба плеча двухтактного усилителя УМ.

Усилитель работает в режиме, близком к линейному. Регулировка режима каскада не предусмотрена; напряжение смещения на управляющей сетке лампы автоматическое и задается резистором $R38$, напряжение на экранную сетку поступает через резистор $R37$. Цепь управляющей сетки замкнута по постоянному току через резисторы $R36$, $R56$. С помощью шунта $R39$ измеряется катодный ток лампы. Фильтровые конденсаторы $C21$, $C22$ замыкают цепь для токов высокой частоты и предотвращают их протекание через источник питания.

Коэффициент усиления каскада (отношение напряжения высокой частоты на аноде лампы к напряжению на управляющей сетке) в зависимости от частоты изменяется от I0 до 30.

Для некоторого выравнивания частотных характеристик на вторичной обмотке трансформатора включены резисторы $R41$, $R42$, которые, кроме этого, снижают склонность усилителя к самовозбуждению.

Третья обмотка трансформатора ТрI используется в случае двухчастотной работы: к ней подключается цепь, связывающая предварительный усилитель передатчика непосредственно со вторым детектором приемника. В остальных случаях эта цепь отключена. Делитель из резисторов $R44$, $R49$ и потенциометра $R43$ служит для подачи положительного напряжения (отсечки) на второй детектор приемника. С помощью потенциометра $R43$ может быть отрегулирован уровень порога чувствительности приемника к сигналу своего передатчика.

Цепочка $R66$, $C36$, подключенная к катоду лампы Л5, предназ-

начена для ограничения токов тональных частот при работе переговорного устройства. Она вводится в цепь (размыканием перемычки П8) в основном при напряжении источника питания 110 В.

Выходной каскад усилителя мощности выполнен по двухтактной схеме на лампах Л6-Л11 и трансформаторе Тр2. Со вторичной обмотки трансформатора сигнал поступает на вход линейного фильтра.

Усилитель работает в режиме с заходом в правую часть характеристики лампы с сеточными токами. Сигнал на выходе усилителя имеет заметные искажения формы напряжения, однако этот режим позволяет получить большой коэффициент усиления и мощный сигнал на выходе передатчика.

На аноды и экранные сетки ламп усилителя подается полное напряжение источника питания (на аноды ламп оно подается через первичную обмотку трансформатора Тр2).

Регулировка режима усилителя по постоянному току осуществляется двумя способами: подачей фиксированного напряжения смещения на управляющие сетки ламп от специального источника (генератора смещения) или автоматическим смещением.

В первом случае регулируемое отрицательное напряжение на управляющие сетки ламп поступает от генератора смещения через вторичные обмотки трансформатора Тр1. Регулировка напряжения смещения осуществляется с помощью потенциометра $R57$.

Во втором случае схема автоматического напряжения смещения вводится в общую катодную цепь ламп усилителя. Чтобы задействовать цепь автоматического смещения, надо снять перемычку П3 и закоротить перемычку П4 или П5. Регулировка напряжения смещения осуществляется реостатами $R50$ и $R51$.

Генератор смещения используется при работе усилителя с постоянно поданным анодным напряжением, с релейными защитами, использующими безынерционный пуск передатчика, при напряжении источника питания 220 В.

При работе с защитами, использующими контактный пуск передатчика, используется схема автоматического смещения при напряжении источника питания 220 В.

При питании от батареи напряжением 110 В УМ работает с нулевым смещением; генератор смещения и схема автоматического смещения при этом из работы исключаются.

В схеме предусмотрена возможность уменьшения мощности передатчика исключением части ламп усилителя. Для этого цепь накала четырех ламп (Л8 - Л11) закорачивается, в работе остаются лампы Л6, Л7.

Выходной сигнал УМ снимается с вторичной обмотки трансформатора Тр2 и подается на вход линейного фильтра. На вторичной обмотке трансформатора Тр2 имеются отводы согласования усилителя с нагрузкой. Согласование обеспечивается при сопротивлении нагрузки в пределах 50-200 Ом.

К вторичной обмотке трансформатора Тр2 подключены стабилитроны д6, д7 (Д817Г) с напряжением стабилизации 100 В; стабилитроны защищают лампы усилителя от повреждения при линейных перенапряжениях, воздействующих на вход приемопередатчика.

Для предотвращения самовозбуждения усилителя в управляющие сетки ламп включены резисторы $R45$, $R48$, $R52$, $R53$, $R54$.

Контроль режима УМ осуществляется с помощью прибора ИП и переключателя измерений.

В положении 3-4 переключателя измерений измеряются общие катодные токи ламп каждого плеча усилителя (шунты $R46$, $R47$), в положении 5 - общий ток сеток усилителя (шунт $R40$), в положении 11 контролируется напряжение источника питания.

Генератор смещения. Источник напряжения отрицательной полярности - генератор смещения собран на лампе Л12 с контуром в аноде. В качестве катушки индуктивности контура используется первичная обмотка трансформатора Тр3. Напряжение положительной обратной связи подается на управляющую сетку через цепочку $C31$, $R59$ с III обмотки трансформатора Тр3.

Частота колебаний генератора - около 7000 Гц.

К вторичной обмотке трансформатора Тр3 подключен выпрямительный мост на диодах Д2 - Д5. Сглаживание выпрямленного напряжения выполняет фильтр из конденсаторов С27, С28 и дросселя, в качестве которого используется обмотка сигнального реле РИ. Выпрямленное напряжение, поступающее на управляющие сетки ламп УМ, регулируется потенциометром $R57$ в пределах 15-30 В.

Реле РИ осуществляет сигнализацию выхода из строя схемы генератора смещения, контакт реле подключен к общей цепи сигнализации. Генератор смещения выводится из работы закорачиванием нити накала лампы Л12.

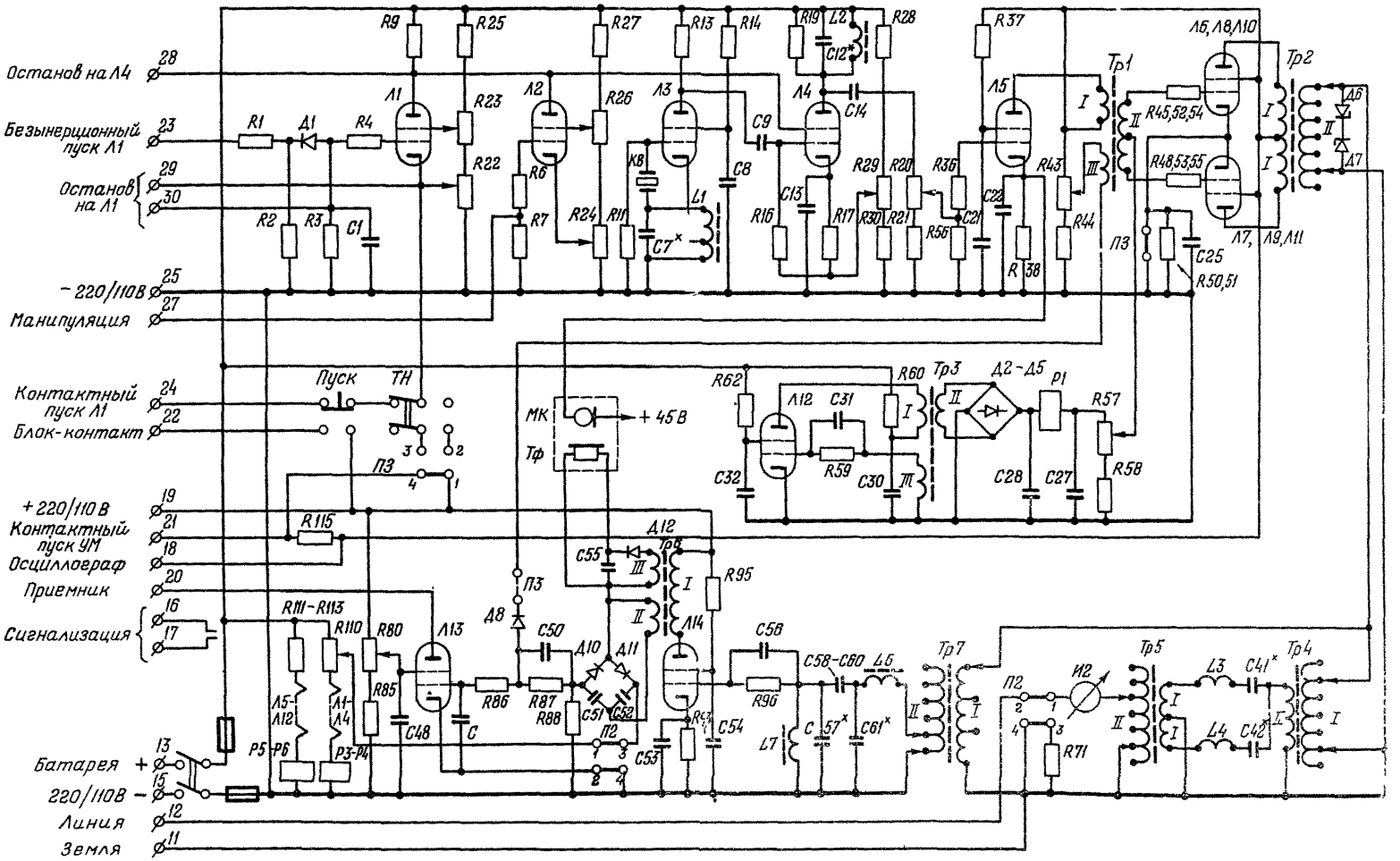


Рис.2. Упрощенная принципиальная схема приемопередатчика УПВ-70

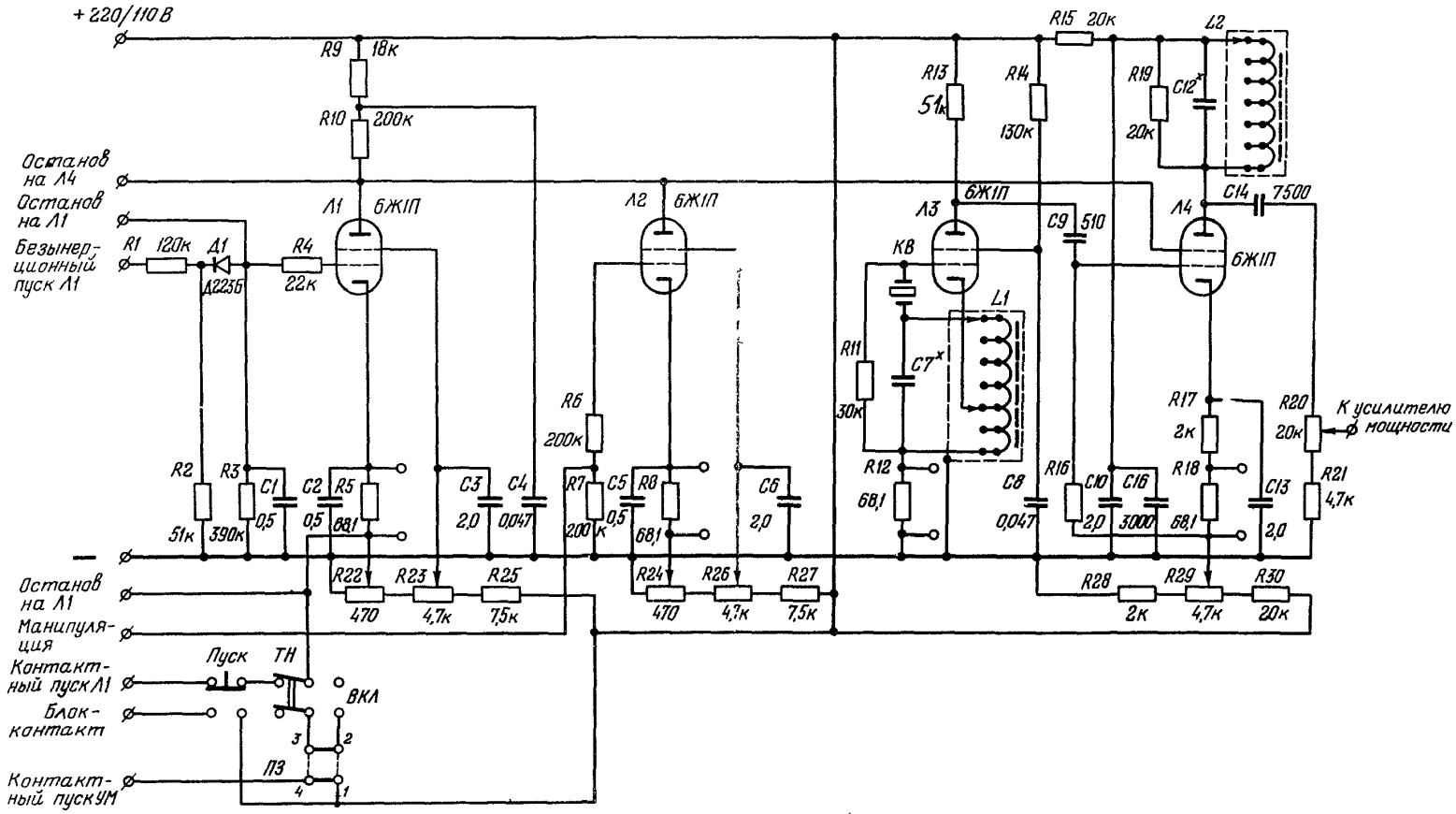


Рис.3. Схема блока управления и задающего генератора (перемычки показаны для работы с защитой ДФЗ-500)

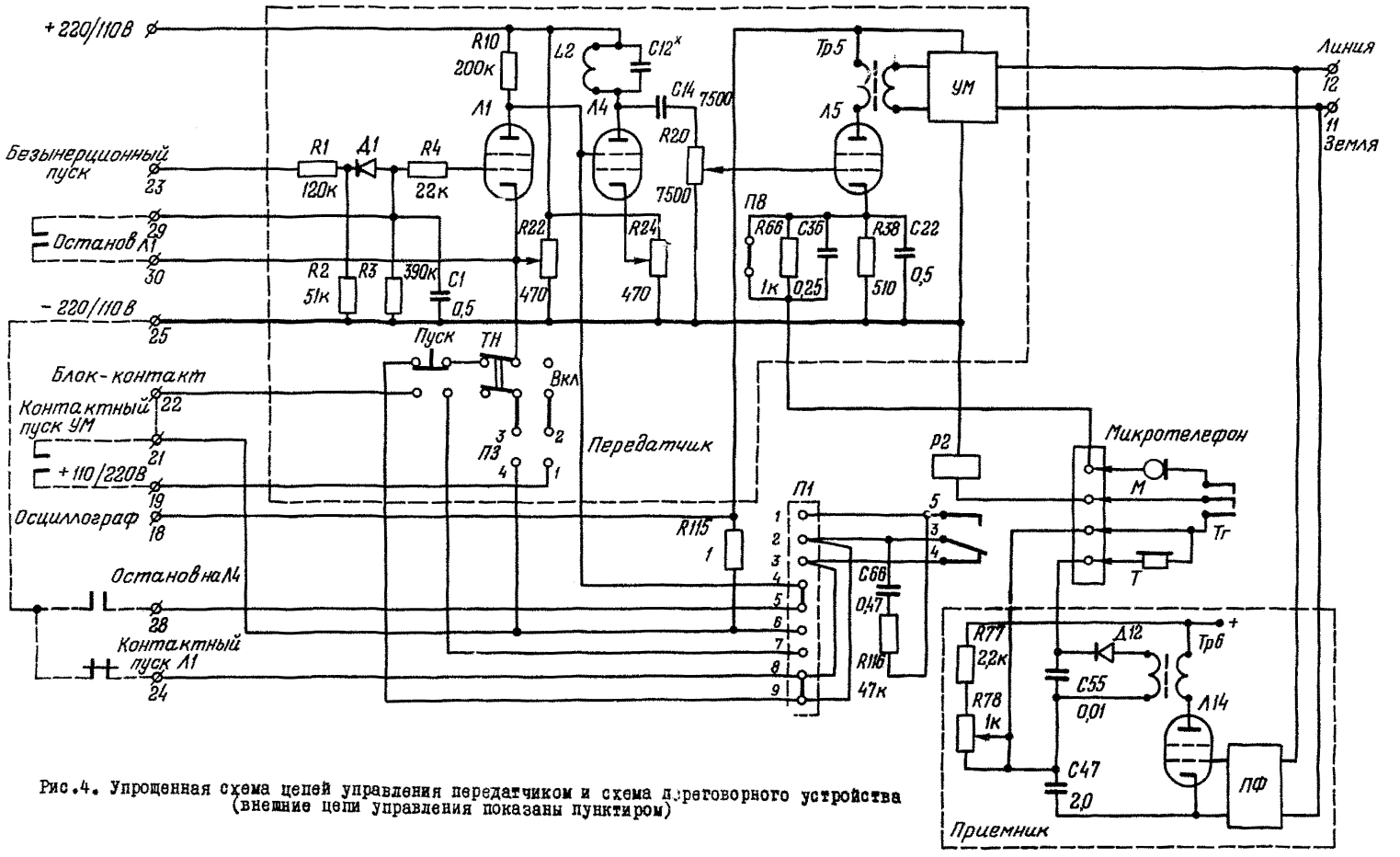


Рис.4. Упрощенная схема цепей управления передатчиком и схема переговорного устройства (внешние цепи управления показаны пунктиром)

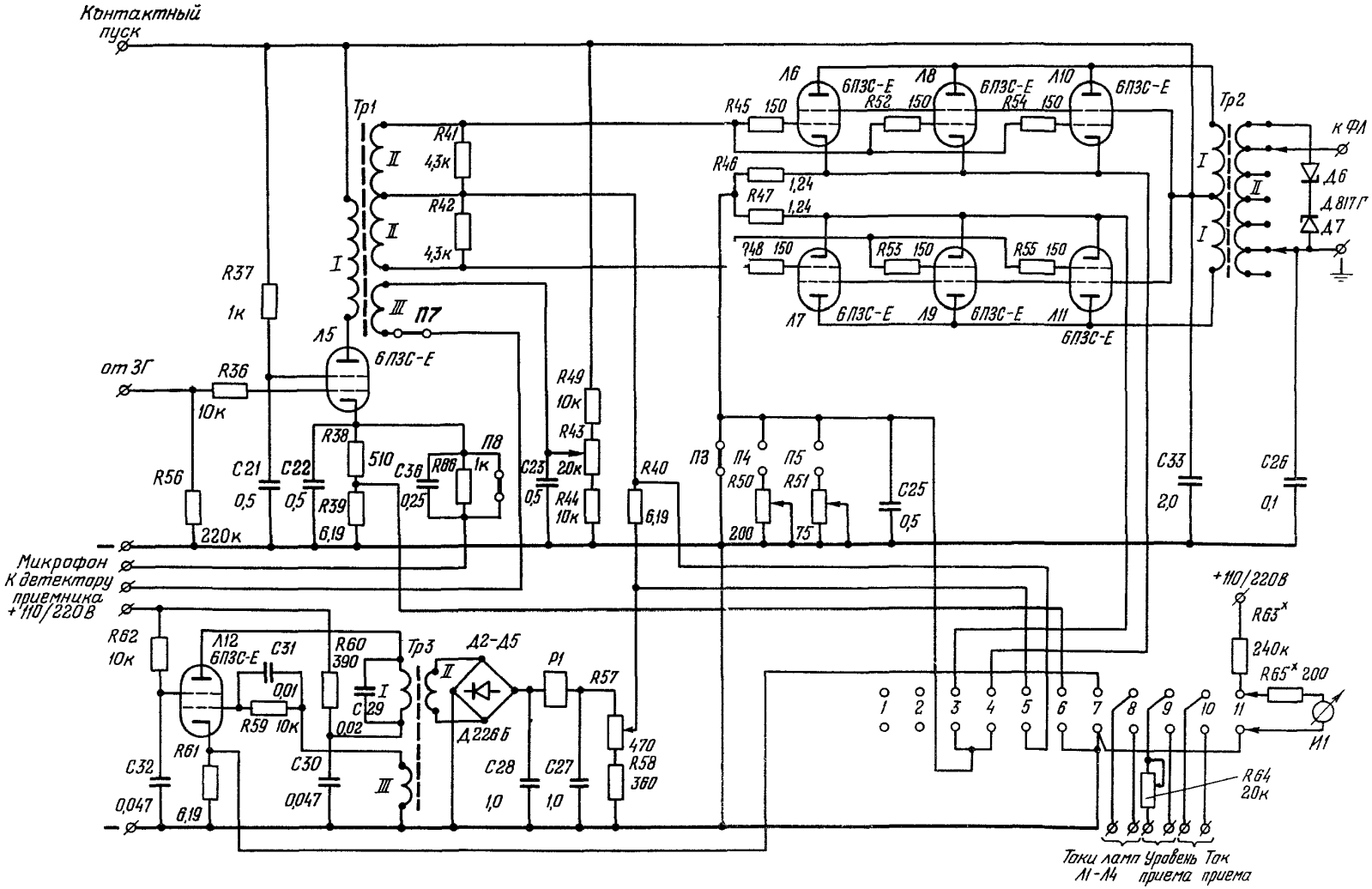


Рис.5. Схема усилителя мощности и генератора смещения

Ток лампы Л12 измеряется с помощью шунта R61 в положении 7 переключателя измерений.

I.2.6. Линейный фильтр (ФЛ), включенный между выходом УМ передатчика и ВЛ, выполняет следующие функции:

- обеспечивает высокое входное сопротивление приемопередатчика со стороны ВЛ и большое значение затухания для частот соседних каналов (вне передаваемой полосы);
- подавляет высшие гармоники передаваемой частоты с целью получения формы этой частоты, близкой к синусоидальной (для первой гармоники фильтр вносит малое затухание);
- защищает выходные цепи УМ и прежде всего лампы усилителя от повреждения в случае воздействия линейных перенапряжений;
- увеличивает избирательность приемника при подключении его к ВЛ.

Схема ФЛ приведена на рис.6. Собственно дифференциально-мостиковый фильтр включает два последовательных контура: L3, C41 и L4, C42 и дифференциальный трансформатор Тр5.

Линейная обмотка Тр5 имеет отводы согласования с нагрузкой (ВЛ) в пределах 50-200 Ом.

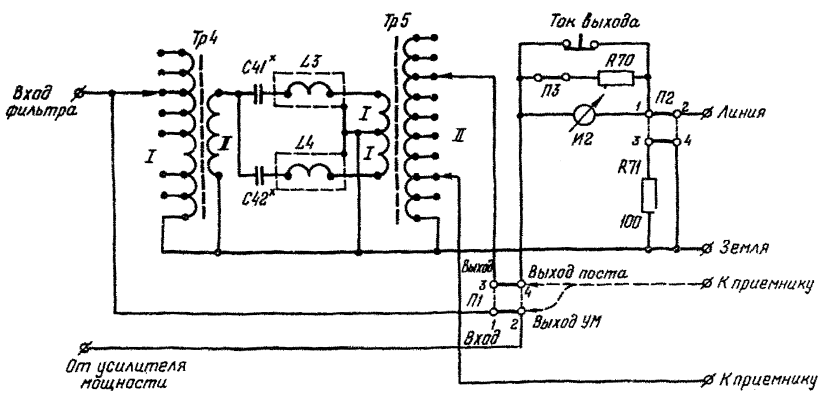


Рис.6. Схема линейного фильтра

Переходной трансформатор Тр4 позволяет согласовать выход УМ передатчика со входом ФЛ. Кроме того, с помощью этого трансформатора более удобно осуществлять настройку фильтра от измерительного генератора.

На ВЛ напряжением 220 кВ и ниже при отсутствии соседних ВЧ каналов роль ФЛ может выполнить один из контуров (второй контур *из схемы исключается). При этом упрощается схема выходных* цепей передатчика, облегчается настройка, но ухудшается избирательность приемника и защита схемы от внешних перенапряжений, приходящих с ВЛ.

В ходе наладочных работ фильтр может быть исключен из схемы полностью с помощью перемычки П1, переведенной в положение 1-3, 2-4. Перемычка П2 предназначена для коммутации линейных цепей во время наладочных работ и линейных измерений; с ее помощью выход передатчика включается на ВЛ или эквивалентную нагрузку *R*71 = 100 Ом, линейный ВЧ кабель нагружается на 100 Ом или заземляется. Для контроля работы передатчика служит термомиллиамперметр И2, измеряющий ток высокой частоты при пуске передатчика и нажатии кнопки "Ток выхода". Шунт *R*70, включаемый перемычкой П3, позволяет увеличить предел измерения вдвое.

В фильтре применены катушки индуктивности высокой добротности и трансформаторы с малыми потерями (высоким КПД).

В зависимости от индуктивности и частоты добротность катушек колеблется в пределах 150-300.

Диапазон частот 40-500 кГц разбит на три частичных диапазона 40-100, 101-300, 301-500 кГц, которым соответствуют катушки *индуктивности* 1,5; 0,5; 0,3 мГ.

Соответственно указанным диапазонам приняты и полосы пропускания фильтра - 3,5; 10 и 20 кГц. В пределах этих полос характеристическое сопротивление фильтра активно и на средних частотах полос пропускания приблизительно одинаково для всех частот от 40 до 500 кГц и составляет около 16 Ом.

Для правильно выполненного и настроенного фильтра затухание, вносимое на любой частоте рабочего диапазона, не превышает 2 дБ.

1.2.7. Приемник принимает ВЧ сигналы дальнего и своего передатчиков, усиливает эти сигналы и превращает их в сигнал постоянного тока, необходимый для воздействия на органы релейной части защиты.

Принципиальная схема приемника приведена на рис.7.

Приемник содержит: каскад усиления напряжения высокой частоты (лампа Л14, трансформатор Тр6), детектор Д10, Д11 и выходной

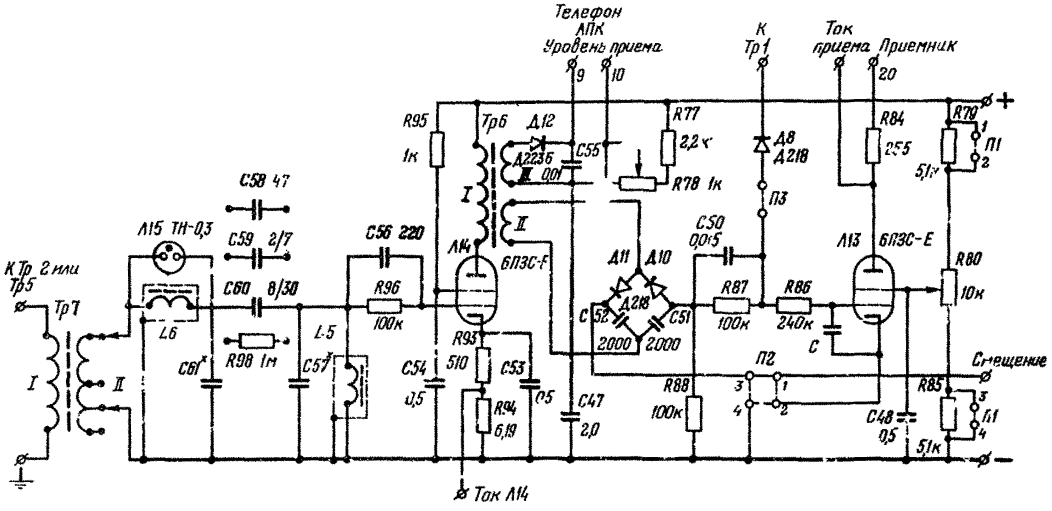


Рис.7. Схема приемника (элементы схемы включены для работы с дифференциально-фазной защитой при одночастотной настройке)

каскад-усилитель постоянного тока (лампа Л13); для случая организации двухчастотного канала в схему вводится еще детектор Д8.

При работе на одинаковых (или сближенных) частотах сигналы своего и дальнего передатчиков поступают на вход приемника с трансформатора Тр2 УМ передатчика (см.рис.I и 6).

При работе на разных частотах сигнал дальнего передатчика поступает на вход приемника непосредственно с ВД (с трансформатора линейного фильтра Тр5), сигнал своего передатчика снимается с трансформатора ТрI передатчика и поступает на второй детектор Д8 (см.рис.2).

Входной трансформатор приемника Тр7 служит для регулировки чувствительности приемника и изолирует схему приемника от земли. Основную селективность приемника обеспечивает входной узкополосный фильтр, выполненный из двух контуров *L*6, *C*6I и *L*5, *C*57, связанных конденсатором С60 (С58, С59). Средняя частота полосы пропускания приемного фильтра соответствует частоте приема. Ширина полосы пропускания фильтра может быть установлена от 500 Гц в диапазоне нижних частот и не более 5000 Гц в диапазоне верхних частот. Диапазон от 40 до 500 кГц перекрывается тремя частичными диапазонами: 40 - I00 кГц, I0I-300 и 30I-500 кГц с помощью сменных катушек индуктивности *L*5 и *L*6, имеющих значения соответственно 2; 0,5 и 0,25 мГ. Ширина полосы устанавливается с помощью полупеременных конденсаторов связи С59, С60 и конденсатора С58. Резистор *R*98 используется при предварительной настройке контуров фильтра.

Неоновая лампа Л15 с потенциалом зажигания около 50 В защищает катушку индуктивности *L*6 от возможного повреждения при работе своего передатчика.

Усилитель высокой частоты работает в режиме усиления, близком к классу А. Режим по постоянному току не регулируется. На анод лампы Л14 подано полное напряжение источника питания через первичную обмотку трансформатора Тр6, на экранную сетку - через резистор *R*95; автоматическое смещение задается резистором *R*93; ток лампы измеряется с помощью шунта *R*94.

Трансформатор Тр6 широкополосный, рассчитан на весь диапазон частот от 40 до 500 кГц. Коэффициент усиления каскада равен 9 на частоте 40 кГц и 4 на частоте 500 кГц. Во вторичную обмотку

трансформатора Тр6 включен детектор, собранный по схеме удвоения напряжения (Д10, Д11, С51, С52).

Нагрузкой детектора является резистор *R*88 и конденсаторы С51, С52. Выпрямленный сигнал на выходе детектора управляет лампой Л13, переводит ее из закрытого состояния в открытое в режиме направленной защиты и из открытого в закрытое в режиме дифференциально-фазной защиты. Исходный режим лампы Л13 (при отсутствии сигнала) устанавливается с помощью регулировки потенциалов на катоде и экранной сетке; на анод лампы подается полное напряжение источника питания через элементы релейной части защиты - на обмотку реле блокировки направленной защиты или обмотку трансформатора органа сравнения фаз дифференциально-фазной защиты.

В режиме дифференциально-фазной защиты катод лампы через перемычку П2 (положение 2-4) связан с минусом схемы. Благодаря этому лампа открыта, а необходимое значение тока (10 или 20 мА) устанавливается изменением напряжения на экранной сетке (потенциометр *R*80). Резисторы *R*79 и *R*85, включенные последовательно с потенциометром *R*80, при напряжении источника питания 110 В закорачиваются перемычкой П1. В режиме дистанционной или направленной защиты перемычка П2 переводится в положение 1-2; 3-4; на катод лампы подается регулируемое положительное напряжение, снимаемое с реостата накала *R* 110 (рис.8). К управляющей сетке относительно катода приложен отрицательный потенциал и лампа закрыта.

Ток лампы в режиме направленной защиты устанавливается потенциометром *R*80 в пределах 15-20 мА при наличии ВЧ сигнала на входе приемника.

В режиме дифференциально-фазной защиты полярность включения диодов Д10, Д11 такова, что на выходе детектора выделяется сигнал отрицательной полярности, который закрывает лампу Л13 (схема на рис.7 показана для этого случая). В режиме дистанционной или направленной защиты полярность включения диодов Д10, Д11 меняется на обратную, и на выходе детектора выделяется сигнал положительной полярности, который открывает лампу Л13.

Точка соединения диода Д11 и конденсатора С52 детектора в режиме дистанционной или направленной защиты связана с минусом схемы (положение 3-4 перемычки П2); в режиме дифференциально-фазной защиты в эту точку подается положительный запирающий потенци-

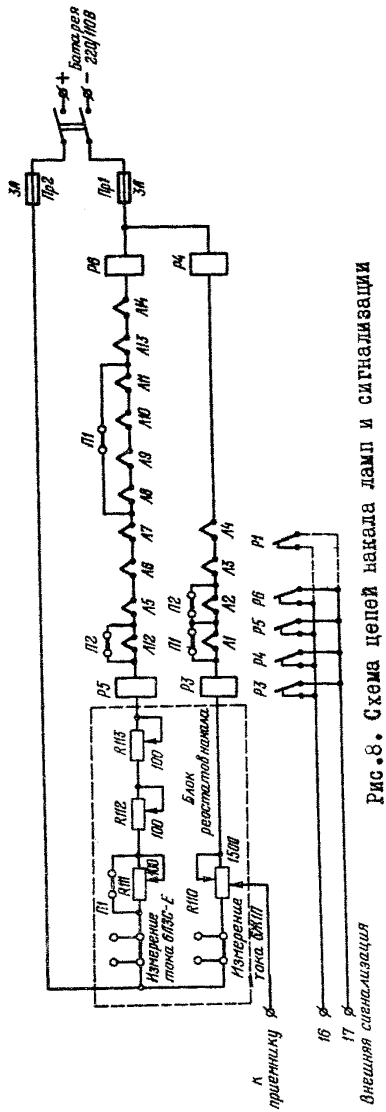


Рис.8. Схема цепей накала ламп и сигнализации

ал, снимаемый с реостата накала *R*110 (положение 1-3 перемычки П2). Это напряжение, называемое напряжением отсечки детектора, позволяет установить требуемое напряжение порога отпирания детектора, следовательно, и запирание лампы Л13, т.е. осуществлять плавную регулировку чувствительности приемника.

Это же напряжение, приложенное к катоду лампы Л13 (напряжение смещения), позволяет регулировать напряжение порога отпирания лампы, т.е. плавно регулировать напряжение порога чувствительности приемника в режиме направленной защиты.

Грубая ступенчатая регулировка чувствительности осуществляется с помощью отводов на трансформаторе Тр7, а также выбором подключения входа приемника (первичной обмотки трансформатора Тр7) к отводу трансформатора Тр2 или Тр5.

Третья обмотка трансформатора Тр6 предназначается для наладочной телефонной связи, измерения принимаемого сигнала и работы внешнего устройства автоматической проверки канала (АПК).

В схеме телефонной связи используется диод Д12, фильтровый конденсатор С55 и делитель *R*77,*R*78 для питания микрофона.

Выпрямленное напряжение, сни-

маемое с конденсатора С55, питает схему АПК, которая подключается к выходным выводам приемопередатчика. Это же напряжение подается на измерительный прибор, установленный на плате УМ (положение 9 переключателя измерения), и используется для контроля исправности ВЧ канала. Начальная установка нормального показания "Уровень приема" производится с помощью потенциометра *R* 64 (см.рис.5).

Ток выходной лампы Л13 измеряется с помощью прибора (положение 10); измеряемое напряжение снимается с шунта *R* 84, включенного в анод лампы.

1.2.8. Цепи накала ламп и сигнализации. Схема цепей накала ламп и сигнализации дана на рис.8.

В приемопередатчике применены лампы 6П3С с током накала 0,9А и 6Ж1П с током накала 0,175 А. Нити накала всех ламп каждого типа соединены в общую последовательную цепь. В каждую из этих цепей введены: гасящие реостаты *R*111, *R*112, *R*113 для группы ламп 6П3С, *R*110 – для ламп 6Ж1П, сигнальные реле Р5, Р6 и Р3, Р4, перемычки для включения внешнего амперметра (для установки токов накала).

Обе цепи накала соединены параллельно и подключены к источнику питания. В цепь источника питания включены предохранители.

При питании от батареи напряжением 220 В используются все реостаты, при питании от батареи 100 В реостат *R*111 закорачивается перемычкой П1 в блоке реостатов накала. С помощью перемычки П1 в блоке УМ могут быть исключены из схемы четыре лампы УМ передатчика, перемычка П2 закорачивает нить накала лампы Л12 генератора смещения. Перемычки П1 и П2 закорачивают нити накала ламп Л1 и Л2 блока управления передатчика.

С реостата *R*110 снимается напряжение, используемое в приемнике как напряжение смещения выходной лампы или как напряжение отсечки детектора.

Сигнальные реле Р3 и Р4, Р5 и Р6 сигнализируют во внешнюю цепь об обрыве в цепи накала, а также о перегорании нитей накала. Сигнальные реле включены по обе стороны цепи накала ламп для повышения надежности сигнализации, так как при перегорании нити накала с замыканием на катод реле, включенное с одной стороны, может не отпустить (для части ламп может сохраниться цепь тока).

Параллельно контактам реле Р3-Р6 включены контакты реле РI, сигнализирующего о неисправности в схеме генератора смещения (см.рис.5).

I.3. Электрические характеристики приемопередатчика и ВЧ канала

I.3.I. Высокочастотный канал защиты должен обеспечивать четкое взаимодействие всех его элементов в различных условиях эксплуатации, т.е. при изменении напряжения питания, увеличении затухания ВЧ тракта канала и прироста помех, старении ламп, возможных расстройках и т.д.

Для выполнения требования длительной надежной эксплуатации ВЧ аппаратура канала, в том числе приемопередатчик, должны обладать заданными параметрами и характеристиками.

Ниже рассматриваются основные характеристики приемопередатчика, ВЧ канала и некоторые термины, требующие пояснения.

I.3.2. Передатчик. Мощность передатчика (Вт) определяется по формуле

$$P = U_{вых} I_{вых}.$$

Для упрощения расчетов принято считать, что мощность передатчика не имеет реактивной составляющей.

В расчетах при оценке работы ВЧ канала мощность передатчика может быть выражена в относительных единицах - децибеллах (дБ).

Чувствительность безынерционного пуска. Безынерционный пуск осуществляется подачей напряжения на вход релейной части защиты с обмотки реле, пускающего передатчик. Это постоянное напряжение содержит пульсации частоты 50 Гц, поэтому чувствительность передатчика проверяется в полностью налаженной схеме при подаче на вход релейной части защиты пускового тока или напряжения частоты 50 Гц. Процесс пуска наблюдается по экрану осциллографа, включенного на выходе передатчика, нагруженного на 100 Ом.

При оценке характеристики безынерционного пуска фиксируются две точки:

- начало пуска - соответствует такому значению тока (напряжения) на входе релейной панели, при котором на выходе передатчика появляются пачки напряжения высокой частоты, следующие с частотой 100 Гц;

- полный пуск - соответствует току на входе панели, при котором напряжение на выходе передатчика (ток выхода) составляет 90% значения, полученного при контактном пуске передатчика. При полном пуске импульс на выходе передатчика не должен иметь разрывов и заметных пульсаций амплитуды.

При повышении тока (напряжения), подаваемого в пусковые цепи защиты, действие схемы должно происходить в следующем порядке: срабатывание пускового реле (ЗРН1), начало безынерционного пуска, полный пуск, срабатывание отключающего реле (ЗРН2).

Замедление безынерционного пуска при сбросе пускового тока на входе панели проверяется при 3-4-кратном пусковом токе.

В схеме УПЗ-70 замедление безынерционного пуска составляет 0,2-1 с.

Характеристика манипуляции. Приемопередатчик при работе с дифференциально-фазной защитой передает и принимает манипулированные импульсы, с помощью которых обеспечивается сравнение фаз токов, протекающих по концам защищаемой ВЛ. Характеристика манипуляции имитирует работу приемопередатчика при всех возможных значениях напряжения, подаваемого от блока сравнения фаз релейной защиты. При этом контролируется формирование ВЧ импульсов на выходе передатчика с помощью осциллографа и импульсов на выходе приемника по показанию прибора, контролирующего ток приема.

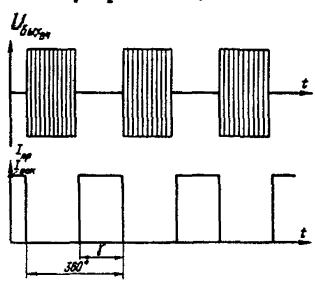


Рис.9. Форма манипулированных ВЧ сигналов на выходе передатчика и соответствующие им импульсы тока приемника

На рис.9 приведены нормальные манипулированные ВЧ сигналы передатчика и соответствующие им импульсы тока приемника. Длительность импульсов измеряют в градусах, исходя из того, что период частоты 50 Гц принят равным 360^0.

Ширина импульса тока приемника γ (град) определяется по формуле

$$\gamma = 360 \frac{I_{пр}}{I_{пок}},$$

где $I_{пок}$ - амплитуда тока импульса приемника, равная току приемника при остановленном передатчике (ток покоя), мА;

$I_{пр}$ - ток приемника при пуске передатчика, измеренный магнитоэлектрическим миллиамперметром, мА.

В материалах по наладке приемопередатчиков защиты работа манипулятора иногда оценивается по значению α, которое характеризует ширину ВЧ импульса тока на выходе передатчика с учетом некоторой инерционности приемника:

$$\alpha = 360\left(1 - \frac{I_{пр}}{I_{пок}}\right), \text{т.е.} \alpha = 360 - \gamma .$$

Значение γ, принятое в данной Инструкции для оценки работы манипулятора, принято также в инструкциях по наладке релейной части дифференциально-фазных защит.

Зависимость ширины импульса тока приемника от напряжения на входе манипулятора называется характеристикой манипуляции приемопередатчика (рис.10).

Основные точки характеристики:

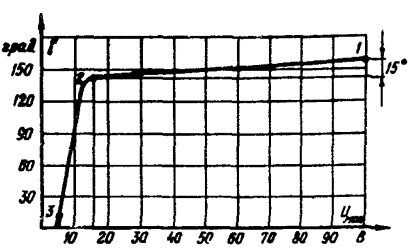


Рис.10. Характеристика манипуляции: 1 - точка, соответствующая максимальной ширине импульса тока приемника; 2 - точка, соответствующая напряжению полной манипуляции; 3 - начало действия манипулятора

- точка 1 - проверяется при напряжении на входе манипулятора, равном 100В. При этом получается максимальная ширина импульса тока приемника. Для приемопередатчика УПЗ-70 при нагрузке приемника на блок сравнения фаз значение γ обычно составляет 130-165°;

- точка 2 - соответствует ширине импульса тока, которая меньше максимальной на 15°. Соответствующее этой точке напряжение называется напряжением полной манипуляции и должно составлять 7-9 В;

- точка 3 - не нормируется; значение напряжения в этой точке характеризует начало манипуляции сигнала передатчика, при боль-

нем напряжении импульс передатчика манипулирован и позволяет проводить нормальный обмен контрольными сигналами.

При пуске передатчика без манипуляции на его выходе идет сплошной сигнал высокой частоты.

При проверке характеристики манипуляции просматриваются по экрану осциллографа ВЧ импульсы на выходе передатчика. Высокочастотные импульсы должны иметь вид прямоугольников. Неравномерность ВЧ сигнала не должна превышать 10%. Начало и конец импульса должны быть четкими, в паузах между импульсами не должно быть возбуждений.

При одновременном пуске передатчиков в полностью собранной схеме защиты ВЧ импульсы должны перекрывать друг друга и создавать непрерывный сигнал в ВЛ.

В передатчике заложена возможность применения обратной манипуляции, которая характерна тем, что при отсутствии напряжения на входе манипулятора передатчик полностью останавливается манипулятором; пуск передатчика возможен лишь при достаточном напряжении манипуляции. Характеристика обратной манипуляции приведена на рис.11; она получается при отсутствии напряжения смещения на лампе Л2.

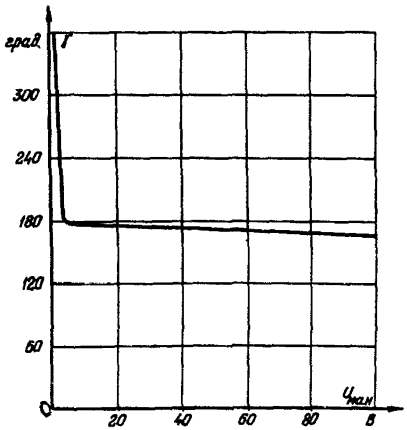


Рис.11. Характеристика обратной манипуляции

Специальная фазировка цепей манипуляции. Допустимые уровни чувствительности приемников выбраны и заданы Эксплуатационным циркуляром № 9-I/74 [Л1] с учетом отстройки от максимального уровня помех, зависящего от рабочего напряжения и конструкции фазы провода защищаемой ВЛ.

В тех случаях, когда из-за значительного затухания ВЧ тракта не может быть получен необходимый запас по перекрываемому затуханию в канале, есть возможность повысить чувствительность приемника, применив специальную фазировку манипуляции. (Подробно этот вопрос рассмотрен в [Л2].).

Специальная фазировка учитывает не только согласование фаз между полукомплектами защиты, но и такое подключение цепей манипуляции, которое позволяет совместить по фазе импульсы ВЧ передатчика в аварийных режимах с пакетами максимальных помех, вызванных коронированием защищаемой ВЛ.

Повышение чувствительности приемника допустимо при отсутствии помех со стороны ВЧ каналов прилегающей сети.

Остаточное напряжение высокой частоты на выходе передатчика. Задающий генератор работает непрерывно на заданной частоте. Поэтому в паузах манипулированного сигнала или при одновременной подаче команды на "Пуск" и "Останов" передатчика на выходе передатчика имеется остаточный ВЧ сигнал.

Технические условия допускают значение остаточного напряжения 0,1 В, что соответствует уровню сигнала -10 дБ. В то же время на большинстве ВЛ уровень распределенных помех на входе приемопередатчика значительно меньше этого значения.

Практически остаточное напряжение может достигать значения в несколько десятых долей вольта. Приложенное к выходу УМ или к выходу ФЛ, т.е. к месту подключения приемника, оно может по значению оказаться равным или сопоставимым с напряжением порога чувствительности приемника. В этом случае приемник будет принимать остаточный сигнал своего передатчика. Если значение остаточного напряжения будет велико, то это приведет к необходимости загрубления приемника.

В тех случаях, когда по условиям работы данного ВЧ канала необходима высокая чувствительность приемника, загрубление вызывает искусственное ухудшение канала, уменьшение запаса по перекрываемому затуханию.

Для максимального использования возможностей приемника необходимо остаточное напряжение на выходе передатчика свести к минимуму.

1.3.3. Приемник. Частотой настройки приемника называется частота на входе приемопередатчика, на которую максимально реагирует приемник. Настройка приемника осуществляется фильтром приемника - двухконтурной избирательной системой $L6$, $C61$ и $L5$, $C57$ с емкостной связью через конденсаторы $C58$, $C59$, $C60$.

Полоса пропускания. Для того чтобы контуры приемника не вносили угловых и временных искажений больше допустимых значений, по-

лоса пропускания фильтра приемника для дифференциально-фазных защит должна быть не меньше значений, приведенных в табл.1.

Таблица

Допустимые значения полос пропускания фильтров приемников

Диапазон частот, кГц	Полоса пропускания, Гц	
	Дифференциально-фазная защита	Направленная защита
40-80	1200-1400	800-1000
81-130	1200-1400	Не более 1% частоты настройки
131-500	Не более 1% частоты настройки	Не более 1% частоты настройки

Полоса пропускания фильтра определяется при неизменном напряжении на первичной обмотке входного трансформатора приемника (Тр7) по двум значениям частот, при которых напряжение на выходе фильтра приемника составляет 0,7 максимума. Полоса пропускания фильтра зависит от значения емкости связи и добротности контуров. На частотах настройки до 100 кГц из-за высокой добротности контуров при необходимой полосе пропускания фильтра 1300 Гц зависимость напряжения на выходе фильтра приемника от частоты приобретает двугорбость. В этом случае частоте настройки соответствует средняя частота полосы пропускания фильтра, определяемая в этом случае по частотам, у которых амплитуда на выходе составляет 0,7 максимальной амплитуды горба.

На рис.12 приведены частотные зависимости напряжения на выходе фильтра приемника.

Настроенный фильтр приемника не должен иметь двугорбости частотной характеристики. Допускается работа с двугорбой характеристикой, если амплитуда сигнала в провале между горбами составляет не менее 0,9 максимальной амплитуды.

Частота настройки приемника при одночастотной настройке должна отличаться от частоты принимаемого сигнала не более чем на 0,1%.

При двухчастотной настройке приемник настраивается на частоту дальнего передатчика.

На трехконцевых ВЛ, где для устранения биений применена расстройка частот передатчиков на ±0,5 кГц, полоса пропускания фильтра должна быть не менее 2 кГц.

Чувствительностью приемника называется способность приемника реагировать на сигналы заданных частот.

Характеристики чувствительности приемника УПЗ-70 $I_{пр}=f(U_{вх})$ приведены на рис.13 и 14.

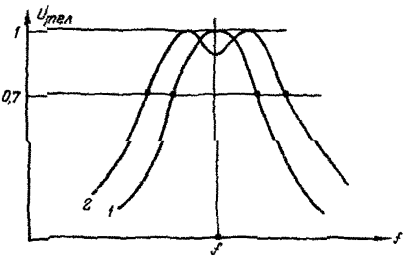


Рис.12. Частотная характеристика приемного фильтра:
1 – при критической связи между контурами; 2 – при связи больше критической

Напряжение $U_ч$ называется порогом чувствительности приемника и характеризует отстройку от помех, вызванных коронированием ВЛ и помехами от других ВЧ каналов, работающих на частотах, близких к рабочей частоте данного приемника.

Следует отметить, что от искровых помех, вызванных переключениями в сети высокого напряжения, частичными пробоями изоляции, нарушением контактов или неисправностью разрядников на грозозащитных тросах, приемник УПЗ-70 практически не отстроен. Такие помехи, уровень которых на входе приемника имеет более +30 дБ, при отсутствии сигнала заданной частоты вызывают хаотические всплески на выходе приемника длитель-

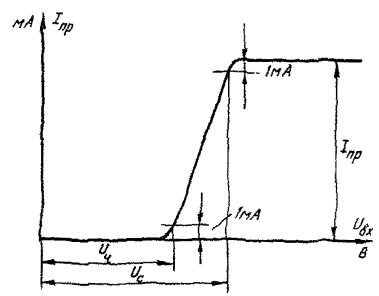


Рис.13. Характеристика чувствительности приемника при работе с направленной защитой

ностью, обычно не превышающей 1-2 мс. Всплески помех чередуются с частотой 100 Гц.

Напряжение U_C, при котором приемник полностью реагирует на принимаемый сигнал, характеризует границу нормальной работы, называемую порогом насыщения приемника (для диффазной защиты - порогом запирания). При напряжении на входе приемника, большем U_C, избыток принимаемого сигнала характеризует эксплуатационный запас (запас по перекрываемому затуханию в канале).

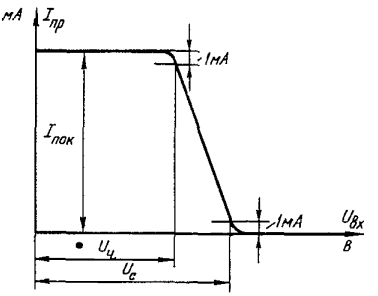


Рис.14. Характеристика чувствительности приемника при работе с дифференциально-фазной защитой

Значения напряжений на входе приемопередатчика, которые находятся в пределах между напряжениями $U_ч$ и U_C, определяют зону ненадежной работы приемника. В этой зоне приемник реагирует на сигнал, но может не обеспечить нормальную работу релейной защиты. Приемник УПЗ-70 позволяет, согласно техническим условиям, получить отношение $\frac{U_C}{U_ч} < 1{,}5$. Это отношение называется крутизной характеристики чувствительности приемника. Значение 1,5 указывает на то, что зона ненадежной работы приемника составляет 4 дБ. Увеличение крутизны позволяет получить при одинаковой отстройке от помех бо́льшие запасы по перекрываемому затуханию в канале. Крутизна характеристики зависит от точности настройки приемника, правильности выбора его полосы пропускания, от отношения витков катушки трансформатора Тр7 и напряжения отсечки на детекторе (дифференциально-фазной защиты).

По техническим условиям на приемопередатчик УПЗ-70 приемник имеет возможность регулировки напряжения порога запирания в пределах 0,5-5 В. Реальные возможности несколько шире. Так, минимальное напряжение порога чувствительности у большей части приемников УПЗ-70 составляет около 0,1-0,2 В.

Напряжение порога чувствительности определяется для каждого конкретного ВЧ канала с учетом следующих требований:

- приемник должен реагировать на принимаемый сигнал с запасом по перекрываемому затуханию, приведенным в табл.2;

- приемник не должен воспринимать линейных помех. Минимально допустимые значения уровней и напряжений порога чувствительности приведены в табл.3. Значения напряжений даны ориентировочно для работы передатчика с линейным фильтром (для $Z_{вх}$ = 50 Ом) и для работы с последовательным контуром в выходной цепи передатчика ($Z_{вх}$ = 600 Ом). Точное значение напряжений определяется расчетом;

- остаточное напряжение высокой частоты на выходе передатчика должно быть не менее чем в 3 раза ниже напряжения порога чувствительности;

- на ВЛ, где запас по перекрываемому затуханию в канале больше максимальных значений, приведенных в табл.2, приемник следует загрублять.

Таблица 2

Запас по перекрываемому затуханию (дБ) в ВЧ каналах с аппаратурой УПЗ-70

Район по гололеду	Минимально допустимый	Нормальный	Максимальный
Первый	I0	I3	20
Остальные районы	I5	I8	25

Значения уровней порога чувствительности в табл.3 приведены для полосы пропускания приемного фильтра Δf = 1400 Гц. На частотах выше 200 кГц, где полоса шире, необходимо загрублять приемник на значение $\Delta p_ч = \ell g \frac{\Delta f}{1400}$.

Расчет порога чувствительности приемника. Необходимый уровень

Таблица 3

Допустимые значения уровней и напряжений порога чувствительности для приемников релейной защиты по условиям отстройки от линейных помех

Схема присоединения, тип защиты	Измеряемые параметры	Уровень, дБ. Напряжение, В				500–750 кВ
		35–110 кВ	154–220 кВ	330 кВ		
				один провод в фазе	два провода в фазе	
Средняя фаза, дифференциально-фазная защита	Уровень порога чувствительности	-10	-2	+11	-4	+2
	Напряжение порога чувствительности $Z_{вх}$= 50 Ом	0,06	0,17	0,7	0,14	0,27
	То же, $Z_{вх}$ =600 Ом	0,17	0,4	1,9	0,35	-
Крайняя фаза, дифференциально-фазная защита	Уровень порога чувствительности	-10	-5	+8	-6	-1
	Напряжение порога чувствительности $Z_{вх}$= 50 Ом	0,06	0,12	0,55	0,11	0,18
	То же, $Z_{вх}$= 600 Ом	0,17	0,3	1,4	0,27	-

порога чувствительности (дБ) определяется по формуле

$$p_ч = p_{пер} - (a_{тр} + A_{зап} + \Delta p_{пр}),$$

где $p_{пер}$ – уровень мощности передатчика противоположной стороны ВЛ;

$a_{тр}$ – затухание ВЧ тракта канала;

$A_{зап}$ – необходимый запас по перекрываемому затуханию в канале;

$\Delta p_{пр}$ – разница в уровнях порога чувствительности и порога запирания (насыщения приемника).

$$\frac{U_с}{U_ч} = 1{,}5,$$

что соответствует 4 дБ.

Напряжение порога чувствительности определяется по формуле

$$U_ч = 0{,}063 \frac{Z_п \sqrt{Z_к}}{Z_п + Z_к} \cdot 10^{\frac{1}{20} p_ч},$$

где $Z_п$ – входное сопротивление приемопередатчика на данной частоте;

$Z_к$ – входное сопротивление ВЧ кабеля в полностью собранной схеме ВЧ канала на данной частоте.

Любая фаза, направленная защита	Уровень порога чувствительности	-20	-15	-2	-17	-12
	Напряжение порога чувствительности $Z_{вх}$ = 50 Ом	0,02	0,1	0,17	0,03	0,06
	То же, $Z_{вх}$ = 600 Ом	0,05	0,04	0,4	0,08	–

При предварительной настройке, когда может быть неизвестно $Z_К$, его значения принимаются равными 100 Ом. При этом

$$U_{ч100}=0{,}63\frac{Z_П}{Z_П+100}\cdot 10^{\frac{1}{20}P_ч}.$$

При двусторонней проверке после проведения измерений $Z_К$ проводится коррекция значения напряжения порога чувствительности:

$$U_ч=U_{ч100}\,K,$$

где

$$K=\frac{U_ч}{U_{ч100}}=\frac{\sqrt{Z_К}(Z_П+100)}{10\,(Z_П+Z_К)}\ .$$

Практически в большинстве случаев K находится в пределах 0,9–1,1.

Пример 1. Определить напряжение порога чувствительности приемника защиты ДФЗ-503, предназначенного для работы по ВЛ 500 кВ на частоте 165 кГц.

$P_{пер}$ = 30 Вт; $\rho_{пер}$ = 45 дБ (данные технических условий на приемопередатчик УПЗ-70 для напряжения питания 220 В и диапазона частот 40–200 кГц).

$A_{зап}$ = 18 дБ (нормальное значение запаса по перекрываемому затуханию в канале для районов, подверженных гололедообразованию).

$\Delta\rho_{пр}$ = 4 дБ (для коэффициента крутизны приемника 1,5).

$a_{тр}$ = 22 дБ (данные линейных измерений).

$$\rho_ч = 45-(22+18+4) = +1\ \text{дБ}.$$

$Z_П$ = 42 Ом (измеренное значение входного сопротивления приемопередатчика на заданной частоте).

Для $Z_К$ = 100 Ом при $Z_П$ = 42 Ом по графику, приведенному в приложении 1, уровню +1 дБ соответствует напряжение $U_{ч100}$ = 0,16В.

$Z_к$ = 180 Ом (значение, измеренное при двусторонней проверке).

$$U_ч = U_{ч\,100} \cdot K = 0{,}16 \cdot 0{,}86 = 0{,}14 \text{ В}.$$

Выводы:

- напряжение порога чувствительности 0,14 В (уровень + 1 дБ) допустимо для ВЛ 500 кВ, если канал организован по крайней фазе (см.табл.3) или применена специальная фазировка цепей манипуляции;

- для получения нормального запаса по перекрываемому затуханию в канале необходимо иметь порог чувствительности приемника выше заданного техническими условиями;

- мощности передатчиков должны быть максимальными;

- напряжение на выходе непущенного передатчика должно быть не более 50 мВ;

- необходима тщательная наладка всех элементов канала для того, чтобы получить запас по перекрываемому затуханию в канале, близкий к нормальному.

Пример 2. Определить необходимое напряжение порога чувствительности приемника защиты ПЗ-2/2, предназначенного для работы по ВЛ 110 кВ на частоте 320 кГц.

$a_{тр}$ = 12 дБ (данные проекта).

$P_{пер}$ = 20 Вт; $p_{пер}$ = +43 дБ (данные технических условий на приемопередатчик УПЗ-70 для напряжения питания 220 В, диапазона частот 300-500 кГц).

$A_{зап}$ = 13 дБ (нормальное значение запаса по перекрываемому затуханию в канале для районов, не подверженных гололедообразованию).

$\Delta p_{пр}$ = 4 дБ.

$$p_ч = 43 - (12+13+4) = +14 \text{ дБ}.$$

Для увеличения запаса по перекрываемому затуханию в канале или возможности работы с пониженной мощностью передатчика следует принять уровень порога чувствительности +8 дБ.

$Z_л$ = 650 Ом (измеренное значение входного сопротивления приемопередатчика на заданной частоте).

Для $Z_к$ = 100 Ом (см.график приложения I) уровню +8 дБ соответствует $U_{ч100}$ = I,4 В.

$Z_к$ = 70 Ом (измеренное значение при двусторонней проверке).

$$U_ч = U_{ч100} \cdot K = I,4 \cdot 0,9 = I,2 \text{ В}.$$

Выводы:

- значение напряжения порога чувствительности обеспечивает значительный запас по отстройке от линейных помех и от нормального остаточного напряжения на выходе передатчика;

- в данном канале,имеющем незначительное затухание, необходимо обратить внимание на возможность возникновения нулевых биений на входе приемника при одновременном пуске двух передатчиков;

- применение передатчика с повышенной чувствительностью (+8 дБ) относительно расчетной (+I4 дБ) позволяет допустить работу его с пониженной до 5-I0 Вт мощностью при сохранении заданного значения запаса по перекрываемому затуханию в канале I3 дБ.

Избирательность приемника. Схема приемника УПЗ-70 выполнена таким образом, что при правильной настройке он имеет наибольшую чувствительность в полосе частот, вблизи заданной частоты. По мере удаления от заданной частоты чувствительность приемника падает. Если учесть, что входное сопротивление приемопередатчика вблизи заданной частоты меняется в очень широких пределах, то избирательные свойства приемника, т.е. степень отстройки приемника от сигналов других частот, можно определить только по характеристике уровней чувствительности приемника. Эта характеристика представляет собой зависимость уровня порога чувствительности от частоты.

Для проверки рабочей характеристики уровней чувствительности приемника необходимо измерить напряжение порога чувствительности на ряде частот, перевести значение напряжения в каждой измеренной точке в уровни с учетом изменения входного сопротивления приемопередатчика и входного сопротивления кабеля.

Большое число измерений и расчетов, необходимых для построения реальной характеристики, является причиной того, что она проверяется редко. В некоторых случаях на магистральных ВЛ, оснащенных большим количеством ВЧ каналов, очень полезно иметь эту

характеристику. Она позволяет не только точно определить степень отстройки от соседних частот, но и в некоторых случаях выявить резервную полосу частот, которую можно использовать для организации дополнительных ВЧ каналов.

Подобные расчетные характеристики (рис.15 и 16) приведены в [Л.3] . На этих графиках изображена зависимость значения минимально необходимой отстройки Δf соседнего (мешающего) ВЧ канала от уровня мощности мешающего сигнала $P_{меш}$ на входе приемника УПЗ-70. С помощью этих графиков при проектировании определяется степень влияния ВЧ передатчиков окружающей сети на приемник УПЗ-70. Уровень мощности мешающего сигнала $P_{меш}$ может быть определен с учетом значения мощности соседнего передатчика и значения затухания между этим передатчиком и входом приемника УПЗ-70. На графике отмечается точка, соответствующая расстройке и уровню мешающего сигнала. Если точка находится выше кривой, то приемник при правильной его настройке не должен реагировать на такую помеху.

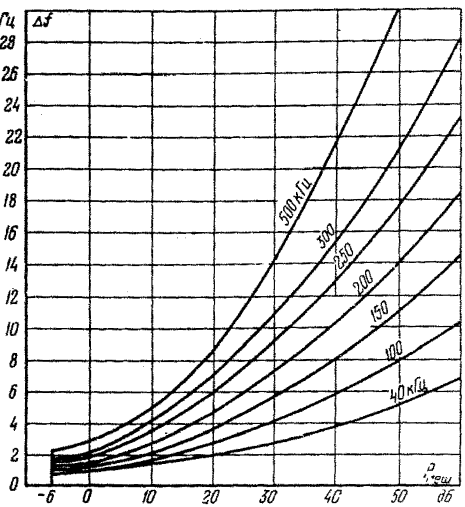


Рис.15. Характеристики допустимых уровней мешающего сигнала для приемника УПЗ-70 при работе с линейным фильтром на одной частоте или с разносом частот до 2 кГц

Для оценки избирательности приемника при наладке и эксплуатационных работах служит характеристика избирательности

$$I_{пр} = \varphi(f\ кГц),$$

которая проверяется при постоянном сигнале на входе приемопередатчика (в окончательно собранной схеме), уровень которого вы-

ше уровня порога насыщения (запирания) приемника на 10 дБ. Эта характеристика необходима для оценки качества настройки приемника и стабильности его работы в процессе эксплуатации.

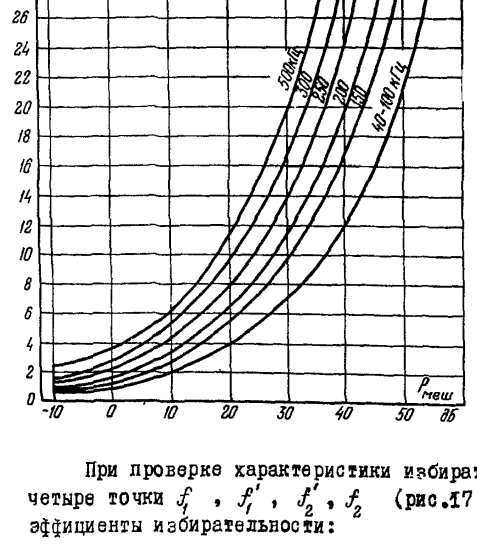


Рис.16. Характеристики допустимых уровней мешающего сигнала для приемника УПВ-70 при работе без линейного фильтра и при разносе частот передачи и приема не менее 10%

При проверке характеристики избирательности фиксируются четыре точки f_1, f_1', f_2', f_2 (рис.17 и 18) и определяются коэффициенты избирательности:

$$K_1 = \frac{f_2' - f_1'}{2 \cdot f_0} \cdot 100\% \geqslant 0{,}5\%;$$

$$K_2 = \frac{f_2 - f_1}{2 f_0} \cdot 100\% \leqslant 2{,}5\%$$

и коэффициенты симметрии

$$K_{c1} = \frac{f_2' - f_1'}{2 f_0} = 0{,}8 \div 1{,}2;$$

$$K_{сг} = \frac{f_2 - f_0}{f_0 - f_1} = 0{,}7 \div 1{,}4.$$

При точной настройке приемника, правильном выборе его характеристики и соблюдении коэффициентов реальная характеристика $p_ч = \varphi(f\,кГц)$ получается, как правило, с лучшей избирательностью, чем типовая, приведенная на рис.15 и 16.

В реальных условиях симметрия характеристики избирательности зависит не только от качества настройки приемника, но и от симметрии характеристик ФЛ. Наиболее значительны влияния симметрии характеристик ФЛ при двухчастотной и трехчастотной настройке ВЧ канала. Если из-за этого влияния коэффициенты симметрии не соответствуют приведенным нормам, симметрию настройки приемника следует проверять при выведенном из работы ФЛ. Расстройка приемника для улучшения коэффициентов симметрии характеристики избирательности нецелесообразна.

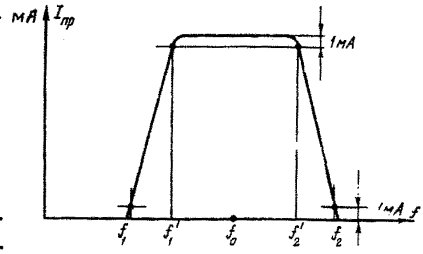


Рис.17. Характеристика избирательности приемника при работе с направленной защитой

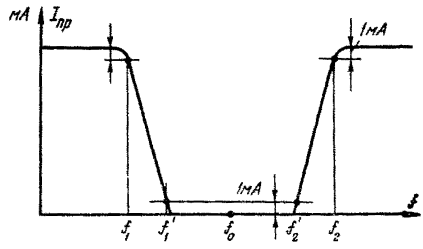


Рис.18. Характеристика избирательности приемника при работе с дифференциально-фазной защитой

1.3.4. Общие характеристики приемопередатчика. Питание приемопередатчика УП8-70 осуществляется от аккумуляторной батареи с номинальным напряжением 220 или 110 кВ.

Нормальное эксплуатационное напряжение обычно составляет соответственно 230-235 и 120-125 В. Наладка выполняется с учетом

значения нормального эксплуатационного напряжения.

В последние годы получили распространение полупроводниковые зарядно-подзарядные агрегаты, дающие значительные пульсации в цепях постоянного тока.

Пульсации влияют на характеристики приемопередатчика и на всю защиту в целом, в связи с чем эксплуатация приемопередатчика УПЗ-70 при питании от зарядно-подзарядных агрегатов без аккумуляторной батареи недопустима.

Максимально допустимое значение пульсаций питающего напряжения не должно превосходить 1,5% (3 В при напряжении аккумуляторной батареи $U_{бат}$, равном 220 В).

Ток накала радиоламп. От правильной установки тока накала в большой степени зависит длительность надежной работы радиоламп.

Установка тока накала должна проводиться по амперметру (класса не ниже 1) при нормальном для данного объекта напряжении аккумуляторной батареи.

На вновь вводимых объектах, на подстанциях без дежурного персонала и там, где не может быть обеспечена стабильность напряжения на батарее в пределах ±5%, ток накала рекомендуется устанавливать в следующих пределах:

- для ламп 6 П3С - 0,82-0,84 А;
- для ламп 6 Ж1П - 0,165-0,170 А.

Нормально ток накала устанавливается соответственно 0,85-0,87 и 0,170-0,175 А.

Режим работы приемопередатчика по напряжениям постоянного тока. Типовые режимы для различных условий работы приемопередатчика приведены в таблицах приложения 2.

При возможных отклонениях режимов от типовых должны быть обеспечены:

- необходимые для данного канала внешние характеристики;
- устойчивость работы при отклонениях питающего напряжения;
- запасы по мощности рассеяния, токам, напряжениям деталей схемы (позволяющие обеспечивать многолетнюю надежную работу приемопередатчика).

Токи в каскадах измеряются по прибору И-2 блока УМ, напряжения - вольтметром, имеющим внутреннее сопротивление не менее 4 кОм/В. Минусовой вывод вольтметра необходимо подключать в том блоке, в котором проводятся измерения.

Режим работы приемопередатчика по напряжениям переменного тока. Значения напряжений переменного тока в основных точках схемы позволяют судить об отклонениях каскадов от нормальной работы в процессе эксплуатации.

Измерения проводятся ламповым вольтметром при неманипулированном сигнале. При измерениях необходимо низкопотенциальный конец вольтметра подключать к низкопотенциальной точке внутри проверяемого блока. Длина измерительных концов должна быть минимальной. Типовые режимы приемопередатчика УПЗ-70 приведены в приложении 2.

1.3.5. Характеристики высокочастотного канала.

Заданная частота. При проектировании или выдаче технического задания на организацию ВЧ канала выбираются рабочие частоты передатчиков и приемников с учетом действующих ВЧ каналов и радиостанций; кроме того, должны учитываться перспективы развития сети. Для оптимального использования частотного диапазона выбор частоты осуществляется проектной организацией в соответствии с [Л.3] и частота согласовывается с главным инженером энергосистемы, которой принадлежит оборудование присоединения данной ВЛ.

Изменение заданной частоты должно быть предварительно согласовано со всеми заинтересованными сторонами.

В настоящее время, когда широко внедряются ВЧ каналы защиты, телеуправления и телеотключения, несоблюдение установленного порядка использования частот ВЧ спектра может привести к тяжелым авариям в энергосистеме.

Рабочая фаза ВЧ канала. Как правило, ВЧ канал организуется по схеме фаза-земля. При этом заградители и конденсаторы связи на обеих сторонах линии физически связаны по проводу фазы ВЛ. Фазы оборудования высокого напряжения по концам линии имеют наименования: А - желтая (Ж), В - зеленая (З) и С -красная (К). В некоторых случаях, наиболее часто встречающихся на линиях межсистемных связей и связей сетей различных ведомств, имеет место несовпадение наименования фаз и даже обратное чередование фаз.

Для примера в табл.4 приведены обозначения физически связанных фаз трех участков сетей центра Европейской объединенной системы.

Таблица 4

Пример обозначения фаз физически связанных энергосистем

Обозначение фаз ВЛ при синхронной работе энергосистем			Энергосистема
А(Ж)	В(З)	С(К)	Присоединения 110, 220, 500 и 750 кВ УДП
А(Ж)	С(К)	В(З)	Сети 110-220 кВ Мосэнерго
В(З)	С(К)	А(Ж)	Сети Калининэнерго

Как видно из табл.4, фазе *А* линии Калининэнерго соответствует фаза *В* Мосэнерго и фаза *С* подстанций УДП. Всего может быть шесть вариантов фазировки, причем при обратном чередовании фаз (АСВ) совпадение наименования одной фазы не обозначает совпадения наименований двух других фаз. Проекты, как правило, не учитывают несовпадения наименования фаз.

Физическая связь по проводу фазы ВЛ между концами ВЧ канала не всегда обязательна. Например, на нетранспонированных ВЛ аппаратура на противоположных концах линии может быть подключена к разным крайним фазам. При этом в определенной области частот характеристики ВЧ тракта могут оказаться лучшими. Такое включение ВЧ канала должно быть задано проектом.

При наладке желательно уточнять фазировку до ввода ВЛ в эксплуатацию, так как это позволяет окончательно определить места подвески заградителей и установки фундамента под конденсатор связи.

Затухание ВЧ тракта канала. Логарифмическое отношение мощности, выдаваемой передатчиком в ВЧ кабель, к мощности, выделенной на нагрузке 100 Ом на приемной стороне, называется затуханием ВЧ тракта канала $a_{тр}$ (дБ) и определяется по формуле

$$a_{тр} = 10 \lg \frac{P_{пер}}{P_{100}},$$

где $P_{пер}$ - мощность передатчика, Вт;

P_{100} – мощность сигнала данного передатчика на нагрузке 100 Ом на приемной стороне, Вт.

Рассчитанное значение $a_{тр}$ должно быть приведено в проекте ВЧ канала. Для эксплуатационной оценки исправности ВЧ аппаратуры данного канала следует исходить из измерений, приведенных в протоколе наладки.

Запасом по перекрываемому затуханию в канале называется разность между нормальным уровнем сигнала на входе приемопередатчика и предельным уровнем, при котором еще обеспечивается действие защиты:

$$A_{зап} = P_{пер} - (P_c + a_{тр}),$$

где $P_{пер}$ – уровень мощности передатчика;
P_c – уровень сигнала, соответствующий уровню порога запирания (насыщения) приемника на частоте дальнего передатчика.

Допустимые значения $A_{зап}$ приведены в табл.2.

Согласование элементов ВЧ канала необходимо для получения наиболее выгодного режима работы всего ВЧ канала, а также максимального использования возможностей аппаратуры и исключения излишних потерь мощности ВЧ сигнала.

Следует рассмотреть три вида согласования:

– согласование выходного каскада передатчика с нагрузкой. Условием оптимального согласования, при котором передатчик отдает максимальную мощность в ВЛ, является равенство внутреннего сопротивления выходного каскада передатчика и входного сопротивления ВЧ кабеля, являющегося нагрузкой передатчика. Это согласование осуществляется изменением коэффициента трансформации трансформаторов выходной части передатчика (Тр2, Тр4, Тр5).

Входное сопротивление ВЧ кабеля (Ом) определяется по фор-

$$Z_к = \frac{U_{вых}}{I_{вых}}$$

и в реальной схеме не равно его волновому сопротивлению из-за неточности согласования ВЧ тракта. Обычно значение $Z_к$ не вы-

ходит за пределы 50-200 Ом. В качестве эквивалента входного сопротивления ВЧ кабелей при эксплуатационных измерениях принят резистор с активным сопротивлением 100 Ом (R 7Т);

- согласование ВЧ кабеля и ВЛ, т.е. участков ВЧ тракта с разными волновыми сопротивлениями. Условием оптимального согласования является отсутствие отражений и связанное с ним увеличение затухания ВЧ тракта. Это согласование осуществляется с помощью фильтра присоединения. При измерениях, когда необходимо заменить входное сопротивление ВЛ эквивалентом, используются резисторы с активным сопротивлением: для ВЛ 110-330 кВ с одним проводом в фазе - 400 Ом; для ВЛ 330-750 кВ с расщепленной фазой - 300 Ом. Резисторы должны иметь достаточную мощность рассеяния:

- согласование входного сопротивления ВЧ кабеля с входным сопротивлением приемопередатчика. Из-за того что при согласовании приемопередатчика с ВЧ кабелем преимущество отдается передатчику, приемник остается несогласованным.

При приеме ВЧ сигнала входное сопротивление приемопередатчика является нагрузкой для сигнала, приходящего от дальнего передатчика, и в значительной степени определяет напряжение чувствительности приемника при заданном уровне чувствительности.

Входное сопротивление приемопередатчика зависит от характеристики ЛФ, который настраивается по максимальной мощности, выдаваемой передатчиком в ВЛ. При оптимальной настройке ЛФ его входное сопротивление при одночастотной настройке канала находится в пределах 30-70 Ом. При двухчастотной настройке канала и разнице частот передатчика и приемника 0,5-1,5 кГц входное сопротивление приемопередатчика составляет 40-200 Ом. При применении последовательного контура вместо дифференциально-мостикового ФЛ и при частотах передатчика и приемника, отличающихся на 10% и более, входное сопротивление приемопередатчика составляет более 400 Ом.

При наладочных работах следует учитывать, что с изменением отпаек на трансформаторах Тр2, Тр4, Тр5 при согласовании выхода передатчика изменяется входное сопротивление приемопередатчика и, следовательно, чувствительность приемника.

Отраженный сигнал. Высокочастотный сигнал передатчика, передаваемый приемнику по ВЧ тракту, проходит через неоднородности

(несогласованные участки): переход с ВЛ на ВЧ кабель, транспозиции, ответвления на ВЛ и пр. Неточное согласование участков канала приводит к тому, что часть мощности сигнала отражается от места неоднородности и возвращается на передающий конец.

Скорость распространения сигнала близка к скорости света, и запаздывание отраженного сигнала составляет 12^0 на 100 км ВЛ (за 360^0 принят один период частоты 50 Гц).

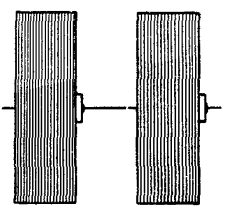


Рис.19. Вид манипулированного ВЧ сигнала на выходе передатчика с отраженным сигналом

На рис.19 приведен вид манипулированного ВЧ сигнала с отражением. При одночастотной настройке приемопередатчиков в канале приемник может реагировать на сигнал своего передатчика, отраженный от дальнего конца ВЛ, а на ВЛ протяженностью более 100 км отраженные сигналы начинают заметно влиять на фазную характеристику дифференциально-фазной защиты. Исключение влияний отраженного сигнала достигается двухчастотной настройкой приемопередатчиков в канале, когда передатчики имеют разные частоты, а приемники настроены на частоту дальнего передатчика и не реагируют на отраженный сигнал.

Биения частот на входе приемника. При одночастотной настройке приемопередатчиков в канале одновременный пуск передатчиков вызывает биения с частотой, равной разности частот кварцевых резонаторов. Амплитуды ВЧ сигналов на входе приемников при этом в зависимости от соотношения напряжений частот, между которыми происходят биения, могут изменяться в широких пределах.

Равенство амплитуд двух одновременно работающих передатчиков приводит к тому, что в каждый период биений на некоторое время суммарная амплитуда ВЧ напряжения становится равной нулю. Приемник воспринимает это, как исчезновение ВЧ сигнала, что может вызвать ложное срабатывание защиты (рис.20).

При двух- и трехчастотной настройке приемопередатчиков в

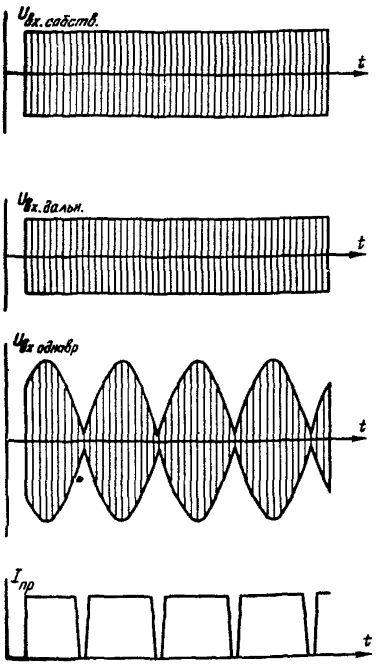


Рис.20. Биения на входе приемника для случая, когда амплитуда напряжения на входе приемника при пуске собственного передатчика близка к амплитуде напряжения, принимаемого от дальнего передатчика

канале приемник не реагирует на биения, если разница частот передатчиков составляет более 300 Гц.

Глава 2. НАЛАДКА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО КАНАЛА С ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКАМИ УПЗ-70

2.I. Приемопередатчик УПЗ-70

2.I.I. Приемопередатчики УПЗ-70 выпускаются отрегулированными на заданную частоту, напряжение питания, защиту (ДФЗ-50I или направленную защиту). Внешние параметры и характеристики отрегулированы по максимальным требованиям технических условий.

Многообразие реальных условий работы ВЧ канала не учитывается, поэтому задача наладки аппаратуры в энергосистемах сводится к регулировке основных характеристик и параметров для защиты конкретной ВЛ.

Если в процессе наладки обнаруживаются поврежденные элементы или возникает необходимость в подстройке узлов схемы, следует воспользоваться материалами, приведенными в главе 3.

2.2. Подготовка к наладке

2.2.1. Ознакомление с фактическим исполнением ВЧ канала. По проекту, фактической поставке аппаратуры и эксплуатационным материалам данного участка сети на обоих концах ВЛ необходимо проверить следующее:

- назначение ВЧ канала, тип панели защиты, расположение аппаратуры;
- напряжение питания;
- протяженность ВЛ, напряжение, фазу обработки, фазировку, расчетное затухание канала;
- типы аппаратуры обработки, правильность монтажа, рабочие заземления конденсаторов связи, фильтров присоединения, ВЧ кабелей приемопередатчиков, разделительных фильтров;
- электрические характеристики и наладочную документацию аппаратуры обработки (заградителей, фильтров присоединения);
- состояние ВЧ аппаратуры, подключенной к одной фазе с приемопередатчиком защиты, к соседним фазам ВЛ и к фазам ВЛ в прилегающей сети. При этом проверяется соответствие заданных частот, полос рабочих частот, мощности передатчиков, чувствительность приемников, назначение соседних ВЧ каналов.

Предварительный осмотр аппаратуры позволяет до начала работ по наладке выявить и устранить возможные несоответствия и недоделки и в целом экономит время, необходимое для наладки ВЧ канала.

2.2.2. Проверка монтажа. При проверке монтажа необходимо обратить внимание на следующее:

а) релейная часть и приемопередатчик защиты должны быть расположены на одной панели или на стоящих рядом панелях. При этом приемопередатчик должен быть расположен с учетом удобства

ежедневного обслуживания дежурным персоналом и проведения наладочных и эксплуатационных работ. Для соблюдения эстетики желательно располагать шкафы приемопередатчика УПЗ-70 на данном объекте на одинаковой высоте;

б) при наладке и эксплуатационных работах необходим доступ к верхней и боковым стенкам шкафа. Блок реостатов при транспортировке установлен на верхней крышке шкафа. При монтаже блок реостатов должен быть снят и установлен с задней стороны панели. Цепи блока реостатов подключаются к выводам 1-5 выходной сборки выводов. При питании от батареи 110 В блок реостатов может быть оставлен на верхней крышке шкафа;

в) при подсоединении цепей выходной сборки выводов не следует пропускать в общем жгуте ВЧ кабель и провод заземления приемопередатчика. В некоторых случаях заметные угловые погрешности могут быть из-за наводок на цепь манипуляции, поэтому желательно цепи манипуляции выделить и подавать по отдельному кабелю. Цепи "Останова" также подвержены влияниям. При необходимости осуществлять "Останов" контактом, расположенным дальше соседней панели, следует ввести в схему дополнительное промежуточное реле, останавливающее передатчик. Это реле следует расположить на той панели, где установлен приемопередатчик;

г) элементы на задней стороне панели (блок реостатов, разделительный фильтр) должны быть расположены так, чтобы был удобен доступ к деталям для настройки, регулировки и измерений;

д) все цепи должны иметь маркировку, принятую на устройствах релейной защиты данного объекта.

2.2.3. Опробование работы приемопередатчика. При первичном опробовании приемопередатчика следует сохранить заводскую регулировку.

Опробование следует выполнять в приведенной ниже последовательности:

а) провести внешний осмотр механического состояния блоков и элементов схем. Детали должны быть надежно закреплены и не иметь внешних повреждений, ненадежных контактов, паек, оторванных проводов и т.п.;

б) проверить надежность штепсельных разъемов блоков. Расстояние между плоскостями вставки и колодки разъема при затянутых крепежных винтах лицевой панели блока не должно превышать 2-2,5мм.

Это расстояние с достаточной точностью можно определить, поместив шарик пластилина между плоскостями вставки и колодки. При необходимости следует отрегулировать установку разъемов;

в) установить съемные детали-предохранители, радиолампы и кварцевый резонатор. Перед установкой радиолампы должны быть проверены и испытаны в соответствии с приложением 3;

г) проверить сопротивление и прочность изоляции. Для этого следует объединить между собой все выводы, нормально связанные с оперативным постоянным током, измерить сопротивление изоляции на землю мегомметром 1000 В (сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм); приложить между объединенными цепями постоянного тока и землей испытательное напряжение 1000 В переменного тока 50 Гц в течение 1 мин; убедиться в отсутствии пробоев повторной проверкой мегомметром;

д) проверить установку перемычек в соответствии с типом защиты; напряжением питания и пр. Назначение перемычек и их включение приведено в заводской документации;

е) выполнить имитацию внешних связей передатчика и приемника, если опробование проводится без подключения связей с панелью релейной защиты. Контакты в цепи управления заменяются тумблерами, цепи манипуляции получают питание от сети 50 Гц через разделительный трансформатор, цепи БИ пуска питаются от отдельного источника постоянного тока (E = 10-15 В), в анодную цепь приемника защит ДФ8 включается резистор с активным сопротивлением 300-500 Ом, а в цепь дистанционных и направленных защит - 3600 Ом;

ж) включить напряжение питания и отрегулировать цепи накала;

з) опробовать работу передатчика и приемника и определить соответствие параметров, приведенных в заводском паспорте приемопередатчика, фактическим. При этом необходимо проверить следующее:

- частоту передатчика;
- мощность передатчика при нагрузке на 100 Ом без манипуляции;
- напряжение на выходе приемопередатчика при остановленном передатчике;
- работу манипулятора при напряжении 50-100 В;
- соответствие напряжений и токов, измеренных прибором приемопередатчика при пущенном и остановленном передатчике;

- наличие модуляции при включении переговорного устройства;
- работу сигнальных реле.

При повреждении элементов схемы или значительном расхождении результатов опробования с данными, приведенными в заводском паспорте, следует предъявить рекламацию заводу-изготовителю и потребовать выполнения гарантийных обязательств.

2.3. Наладка приемопередатчика

2.3.1. Выбор рабочей схемы приемопередатчика. Схема приемопередатчика УПЗ-70 позволяет использовать его с рядом ВЧ защит, выпускавшихся и подготовленных к выпуску.

С точки зрения связей приемопередатчика с панелями защит есть следующие варианты использования схемы приемопередатчика УПЗ-70:

1) дифференциально-фазные защиты ВЛ 330-750 кВ: ДФЗ-401, ДФЗ-402, ДФЗ-201, ДФЗ-501, ДФЗ-503, ДФЗ-504 (в дальнейшем тексте обозначены как ДФЗ-500);

2) дифференциально-фазные защиты ВЛ 110-220 кВ: ДФЗ-2, ДФЗ-201;

3) дистанционные защиты с ВЧ блокировкой: ПЗ-157, ПЗ-158, ПЗ-159, ПЗ-2/2, ЭПЗ-1636-67, ЭПЗ-1643-49 (в дальнейшем тексте направленные защиты или ДЗ).

Защита ДФЗ-201 может работать в двух вариантах: ДФЗ-2 и ДФЗ-500. Это оговаривается проектом. Прежде чем выбирать рабочую схему приемопередатчика УПЗ-70, необходимо уточнить в проекте, какой из вариантов предусматривается. Возможности схемы не ограничены приведенными выше типами защит.

При применении приемопередатчика УПЗ-70 следует исключить из работы те элементы схемы, в которых для конкретных условий нет необходимости. Упрощение схемы повышает надежность ее работы.

В таблицах 5-9 приведены исходные данные, по которым выбирается рабочая схема приемопередатчика УПЗ-70 для принятых и наиболее распространенных режимов работы. После изменения схемы опробуется работа передатчика и приемника и при необходимости корректируется ток накала.

Таблица 5

Цепи управления передатчиком

Тип защиты	Управление передатчиком	Неиспользуемые элементы схемы	Блок	Положение перемычки
ДФ8-500	Пуск размыкающимся контактом и безынерционный пуск	-	ГЗ	П1, П2 разомкнуты; П3 - положение 1-4,2-3
	Останов замыкающимся контактом, который замыкает цепь сетка - катод Л-1 (выводы 29, 30)	-	УМ	П1, П2, П4, П5 разомкнуты; П3, П6 - замкнуты
	Манипуляция на выводы 26, 27	-	Каркас	П1 - положение 2-9, 3-8, 4-5
ДФ8-2	Пуск замыкающимся контактом, подающим анодное питание на УМ	Лампа Л-12 - генератор смещения	ГЗ	П1 замкнута; П2 разомкнута; П3 положение 1-2, 3-4
	Останов обычно не применяется. Применение оговаривается в проекте. Осуществляется контактом, замыкающим экранную сетку Л4 на минус (выводы 25, 28)	Лампа Л-1 - безынерционный пуск	УМ	П6 разомкнута; П2 замкнута; П1,П3,П4,П5 - положение зависит от режима УМ
	Манипуляция на выводы 26, 27	-	Каркас	П1 - положение 1-7, 2-6
Д3	Пуск замыкающимся контактом, подающим анодное напряжение на УМ	Лампа Л-12 - генератор смещения	ГЗ	П1, П2 замкнуты; П3 - положение 1-2, 3-4
	Останов контактом, замыкающим цепь экранной сетки Л-4 на минус	Лампа Л-1 - безынерционный пуск; лампа Л-2 - манипулятор	УМ	П6 разомкнута; П2 замкнута; П1, П3, П4, П5 - положение зависит от режима УМ

Таблица 6

Режимы работы усилителя мощности

Вид режима	Область применения УМ	Положение перемычек УМ
Усилитель мощности с шестью лампами и генератором смещения	При поданном напряжении на анод УМ, т.е. при пуске передатчика размыкающимся контактом. Пример – ДФ8-500 и ДФ8-201, где пуск размыкающимся контактом оговорен проектом. Применяется при напряжении питания 220 В	П1, П2 разомкнуты; П3, П6 замкнуты
Усилитель мощности с шестью лампами без генератора смещения. Смещение автоматическое с помощью *R*51	При подаче анодного напряжения на УМ только в момент пуска замыкающимся контактом. Пример – ДФ8-2, ДЗ и ДФ8-201. Применяется при напряжении питания 220 В	П1, П3, П4, П6 разомкнуты; П2, П5 замкнуты
Усилитель мощности с двумя или четырьмя лампами. Смещение автоматическое на резисторе *R*50	При одночастотной настройке канала на коротких ВЛ, где необходимо исключение нулевых биений. На ВЛ, где с одной стороны использована для питания приемопередатчика УП3-70 батарея 220 В, а с другой – батарея 110В. Уменьшением количества ламп в УМ выравниваются мощности передатчиков	П1, П2, П4 замкнуты; П3, П5, П6 разомкнуты
Усилитель мощности с шестью лампами, работающий без напряжения смещения	При напряжении питания 110В для ДФ8-2 (ДФ8-201) и ДЗ	П1, П6 разомкнуты; П2, П3 замкнуты

Таблица 7

Работа приемника в зависимости от типа защит

Тип защиты	Основные требования к работе приемника	Положение перемычек
ДФ8-500	При отсутствии сигнала своего и дальнего передатчика в аноде выходной лампы Л13 протекает ток покоя, равный 20 мА. Нормальный неманипулированный сигнал любого из передатчиков запирает выходную лампу Л13 до 0 мА	П1 - замкнуты 3-4; П2 - положение 1-3, 2-4; П3 замкнута только при настройке на разнесенные частоты
ДФ8-2	То же, ток покоя 10 мА	П1 - замкнуты 3-4; П2 - положение 1-3, 2-4; П3 - разомкнута
ДФ8-201	То же, нормальный ток покоя 10 мА. Если проектом оговорен пуск размыкающимися контактом и безынерционный пуск, ток покоя равен 20 мА	Аналогично ДФ8-2
ДЗ	При отсутствии сигнала своего и дальнего передатчика в аноде выходной лампы Л13 протекает ток покоя, равный 0 мА. Нормальный сигнал любого из передатчиков вызывает появление тока в аноде выходной лампы Л13, равного 15 мА	П1 - замкнуты 1-2; П2 - положение 1-2, 3-4; П3 - разомкнута
ДФ8-500	Прием собственного сигнала осуществляется через детектор Д8 только при работе ВЧ канала с разнесенными более чем на 10% заданными частотами передатчиков	П7 блока УМ - замкнуты 9-10; П3 блока Пр - замкнуты 1-2

Таблица 8

Режимы настройки приемников и передатчиков по частоте

Вид настройки	Область применения настройки	Положение перемычек
Одночастотная	Наиболее распространена при ДФ8-2, ДФ8-201 и всех направленных защитах. При ДФ8-500 применяется на ВЛ протяженностью до 100 км	П7 блока УМ разомкнута; П3 блока Пр разомкнута;(Тр7 получает сигнал с Тр2 через разъем Ш5-1а)
Двухчастотная со сближенными частотами (разница частот 0,5-2,0 кГц)	1. Применяется с дифференциально-фазными защитами на ВЛ протяженностью более 100 км для исключения влияния отражений 2. Полезна на коротких ВЛ, где необходимо исключение нулевых биений. В этом случае разница частот составляет 0,5-1 кГц	То же
Трехчастотная	Применяется с дифференциально-фазными защитами на ВЛ с ответвлением для исключения нулевых биений. Частоты передатчиков выбираются через 0,5 кГц	-"-
Двухчастотная с разнесенными частотами (разница заданных частот более 10%)	Применяется редко на ВЛ 500 кВ для исключения влияния отражений на длинных линиях	П7 блока УМ замкнута; П2 блока Пр замкнута;(Тр7 получает сигнал с Тр5)

Таблица 9

Работа выходных цепей передатчика

Вид режима	Область применения выходных цепей
С выходным дифференциально-мостиковым фильтром	На всех ВЛ 330 кВ и выше. На всех ВЧ каналах, где на одной фазе ВЛ работают несколько приемопередатчиков. Для повышения избирательности приемников
С выходным контуром $L3$, $C41$ ($L4$, $C42$)	На ВЛ 220 кВ и ниже и на кабельных линиях
С включенным звеном $0,5H_{\Pi}$ в цепь линии	Для исключения нулевых биений на входе приемника при одночастотной настройке канала

2.3.2. Поверка шкал измерительных приборов. Прибор И-1 нормально не проверяется. Если возникает необходимость, то поверку следует проводить по схеме рис.21 без подачи питания на приемопередатчик.

Показания прибора И-2 (ток выхода) сверяются с показаниями лампового вольтметра на нагрузке 100 Ом при пуске передатчика.

2.3.3. Проверка режима работы по напряжениям постоянного тока. Ее следует проводить по показаниям прибора приемопередатчика и лабораторного многопредельного вольтметра при его подключении в контрольных точках схемы. Измерения следует проводить при пуске и останове передатчика без манипуляции. Нормальные значения напряжения приведены в приложении 2.

2.3.4. Проверка режима работы по напряжениям переменного тока. Ее следует проводить в контрольных точках схемы ламповым вольтметром при пуске и останове передатчика без манипуляции. Нормальные значения напряжений приведены в приложении 2.

2.3.5. Проверка частоты задающего генератора. По схеме, приведенной на рис.22, запустить передатчик и измерить частоту при его работе с кварцевым резонатором. Затем кварцевый резонатор следует заменить эквивалентом (емкость 5100 пФ) и повторно измерить частоту передатчика. Разница частот в обоих вариантах не должна быть более 0,1%.

При использовании частотомера следует иметь в виду, что на его вход должно быть подано синусоидальное напряжение. Искаженная форма кривой исследуемого сигнала, помехи, пришедшие с ВЛ или из цепей питания, возбуждения, наводки могут значительно влиять на точность измерений.

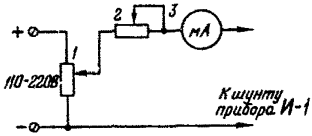


Рис.21. Схема для проверки прибора И-1:
1 - потенциометр 250 Ом, 1 А;
2 - реостат 300 Ом, 1 А;
3 - контрольный миллиамперметр

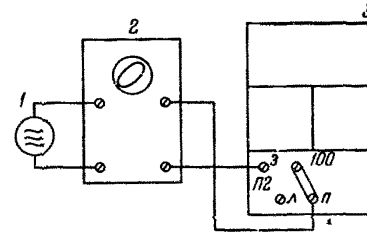


Рис.22. Схема для проверки частоты передатчика методом сравнения по фигурам Лиссажу:
1 - ВЧ генератор; 2 - осциллограф; 3 - приемопередатчик

2.3.6. Проверка настройки анодного контура Л-4. Ее следует проводить при пущенном передатчике. Допускается на время проверки отсоединение резистора $R19$. Индикатором настройки служит ламповый вольтметр, включенный между минусом и движком потенциометра $R20$. Максимальное показание вольтметра при изменении положения сердечника $L2$ соответствует настройке контура. При этом сердечник не должен находиться в крайнем или среднем положении. В случае необходимости увеличения напряжения на выходе ГЗ на частотах выше 100 кГц допустимо исключение из схемы резистора $R19$.

2.3.7. Проверка характеристик ФЛ. Для оценки качества настройки фильтра следует проверить затухание передачи или собственное затухание фильтра и входное сопротивление приемопередатчика в полностью собранной схеме со стороны ВЛ. При применении в выходной цепи вместо дифференциально-мостиковой схемы линейного контура $C41$, $L3$ достаточно проверить только правильность настройки контура и входное сопротивление приемопередатчика со стороны ВЛ.

Схема для проверки характеристики затухания передачи ФЛ (дБ) $a = \varphi(f\ \text{кГц})$ приведена на рис.23.

$$a = 10 \ell g \frac{U_{вх} U_0}{U_н^2} \frac{R_н}{R_0} .$$

При $R_н$ = 100 Ом и R_0 = 50 Ом формула упрощается:

$$a = 10 \ell g \frac{2 U_{вх} U_0}{U_н^2} .$$

Схема для проверки характеристики рабочего затухания ФЛ (дБ) $a_р = \varphi$ (f кГц) приведена на рис.24.

$$a_р = 20 \ell g \frac{U_г}{U_н} - 6 - 10 \ell g \frac{R_г}{R_н} .$$

При $R_н = R_г = 100$ Ом

$$a_р = 20 \ell g \frac{U_г}{U_н} - 6 .$$

При проверке характеристики рабочего затухания определяется затухание на заданных частотах, на частотах, соответствующих краям полосы пропускания, и на нескольких частотах, где затухание достигает 10-15 дБ. Затухание на заданной частоте должно быть менее 2 дБ, в диапазоне частот 300-500 кГц может достигать 3 дБ. Полоса пропускания фильтра определяется по двум точкам характеристики, где затухание превышает минимальное на 2,5 дБ и должно быть в диапазоне частот от 40 до 100 кГц - 3,5±0,3 кГц; от 101 до 300 кГц - 10±1 кГц; от 301 до 500 кГц - 20 ±2 кГц.

Схема для проверки характеристики входного сопротивления приемопередатчика (Ом) $Z_{вх} = \varphi(f_к кГц)$ приведена на рис.25.

$$Z_{вх} = \frac{U_{вх}}{U_0} R_0 .$$

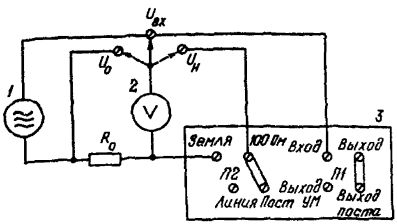


Рис.23. Схема для измерения затухания передачи ФЛ:

1 - ВЧ генератор; 2 - ламповый вольтметр; 3 - блок ФЛ приемопередатчика УПЗ-70 (выход генератора не должен иметь заземления); R_0 = 10÷50 Ом

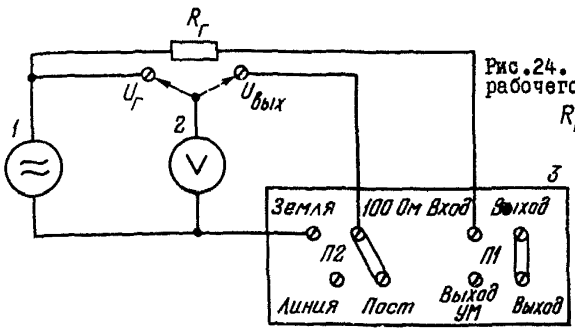


Рис.24. Схема для измерения рабочего затухания ФЛ:

$R_г$ = 100 Ом

Обозначения см. на рис. 23.

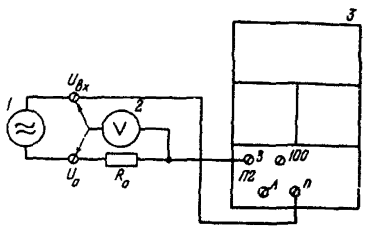


Рис.25. Схема для измерения входного сопротивления приемопередатчика:

R_0 = 10÷50 Ом

Обозначения см. на рис. 23.

При снятии характеристики приемопередатчик должен быть включен, на аноды УМ должно быть подано напряжение, приемопередатчик должен быть остановлен.

Входное сопротивление должно быть измерено на частоте настройки приемника и в нескольких точках, где отклонение частоты составляет 2-3% частоты настройки. Кроме того, измеряется входное сопротивление на частотах параллельно включенных других каналов и фиксируются частоты, где сопротивление достигает 300 Ом.

Частота, на которой получается минимальное входное сопротивление, может отличаться от заданной частоты и от частоты, соответствующей середине полосы пропускания. Минимальное входное сопротивление желательно иметь выше 30 Ом. Для исключения шунтирующих влияний входное сопротивление на частотах параллельно включенных аппаратов других каналов должно быть более 300 Ом.

2.3.8. Выбор режима работы УМ. В табл.6 указаны три возможных режима работы УМ по постоянному току:

1) с генератором смещения;

2) с автоматическим смещением при исключенном генераторе смещения;

3) без смещения.

При использовании генератора смещения напряжение на катодах должно быть равно нулю; необходимо движком потенциометра R 57 установить такое напряжение на управляющих сетках, чтобы ток в каждом из плеч двухтактного каскада при незапущенном передатчике был не более 20-30 мА на одну лампу. (При трех лампах суммарный ток в плече составляет 60-90 мА).

Второй и третий режимы следует применять при использовании контактного пуска, который подает напряжение питания на УМ.

При использовании в схеме УМ автоматического смещения следует отрегулировать сопротивление катодного резистора (R 50 или R 51) так, чтобы при пущенном передатчике напряжение на катодах ламп составляло 10-14 В.

Максимальная выходная мощность при напряжении питания 110 В может быть получена при работе УМ без смещения.

Переменное напряжение на сетках ламп УМ регулируется резисторы R 20 с учетом максимума мощности на выходе передатчика и минимума остаточного напряжения на выходе остановленного передатчика.

Если остаточное напряжение меньше 1/3 напряжения порога чувствительности, то напряжение на сетках желательно иметь с некоторым избытком, что позволяет уменьшить влияние старения ламп и по-

никения напряжения батареи на выходную мощность передатчика.

На частотах выше 250 кГц при завале частотных характеристик элементов схемы увеличение мощности передатчика может быть достигнуто изменением обмоточных данных трансформаторов УМ.

2.3.9. Измерение остаточного напряжения на выходе передатчика. Его следует измерять при нагрузке передатчика на 100 Ом и работе без манипуляции.

Остаточное напряжение должно быть менее 0,1 В и менее 1/3 напряжения порога чувствительности приемника. При двухчастотной настройке канала допустимо остаточное напряжение более 0,1 В, если напряжение порога чувствительности приемника на частоте передатчика превышает больше чем в три раза остаточное напряжение. Для измерения остаточного напряжения следует пустить передатчик от кнопки "Пуск" и затем остановить его подачей минуса батареи на вывод "Останов".

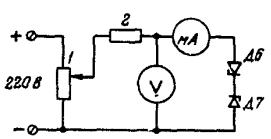


Рис.26. Схема для определения напряжения срабатывания стабилитронов Д6, Д7:

1 - потенциометр 250 Ом, 1А; 2 - резистор 20 кОм, 1 Вт

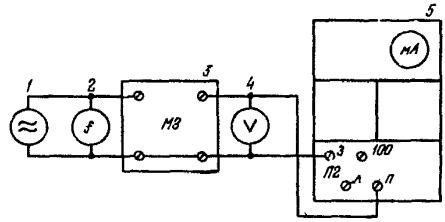


Рис.27. Схема для настройки приемника и для проверки характеристики чувствительности:

1 - ВЧ генератор; 2 - частотомер; 3 - магазин затуханий; 4 - ламповый вольтметр; 5 - приемопередатчик

2.3.10. Определение напряжения срабатывания стабилитронов Д6, Д7 и выбор отпайки включения. С помощью схемы, приведенной на рис.26, следует проверить начало роста тока через каждый стабилитрон Д6, Д7.

Напряжение стабилизации для диода Д817Г должно быть 100 В; ток в этой схеме равен 0,5-2,0 мА.

Необходимо проверить значения напряжений на отпайках трансфор-

матора Тр2 при пущенном передатчике; при этом трансформатор Тр2 должен работать на холостом ходу. Напряжение, попадающее на диоды, должно быть в два-три раза меньше напряжения стабилизации. Желательно включать диоды на ту же отпайку трансформатора Тр2, на которую подключен линейный вывод.

2.3.II. Проверка настройки и полосы пропускания приемника. Для исключения влияния ФЛ на измерения его следует вывести из работы перемычкой П1. Схема измерения приведена на рис.27. Выходным индикатором служит ламповый вольтметр, включенный на телефонную обмотку трансформатора Тр6 (шкала I В).

При плавном изменении частоты проверяются показания индикатора. Уровень на входе приемопередатчика устанавливается таким, чтобы максимальное показание индикатора было близко к полному отклонению шкалы.

Отсчет частоты производится в трех точках: в точке, где показание индикатора максимально, и в двух точках, где оно составляет 0,7 максимального. Разность частот, соответствующих последним двум точкам, есть полоса пропускания.

При правильной настройке максимальное показание индикатора соответствует частоте настройки приемника и она расположена в середине полосы пропускания.

2.3.I2. Измерение и регулировка чувствительности приемника. Их следует выполнять в полностью собранной схеме приемопередатчика. Схема измерения приведена на рис.27. Напряжение порога чувствительности приемника рассчитывается согласно п.I.3.3. и устанавливается регулировкой числа витков катушки трансформатора Тр7, напряжением отсечки детектора в дифференциально-фазной защите или напряжением на катоде лампы Л13 в направленной защите. После чего измеряется напряжение порога запирания (насыщения) приемника. Чувствительность приемника должна соответствовать расчетной с точностью ±10%. Значение крутизны характеристики чувствительности приемника должно быть менее I,5, меньшее значение свидетельствует об искажении характеристики чувствительности или о некачественной настройке контуров приемника.

Если при регулировке изменялось подключение контуров приемника к виткам катушки трансформатора Тр7, то после окончательного измерения чувствительности необходимо убедиться в отсутствии рас-

стройки приемника и еще раз проверить полосу пропускания контуров.

2.3.13. Измерение избирательности приемника. Его следует проводить в полностью собранной схеме приемопередатчика.

При работе приемопередатчика с дифференциально-мостиковым ФЛ избирательность проверяется с помощью схемы, приведенной на рис.28, в следующем порядке:

- на частоте настройки приемника на вход приемопередатчика подается напряжение $U_{вх}$, равное $3U_c$;

- ламповый вольтметр переключается на резистор 100 Ом со стороны выхода измерительного ВЧ генератора, и измеряется напряжение E. Во время снятия характеристики это напряжение необходимо *поддерживать постоянным*;

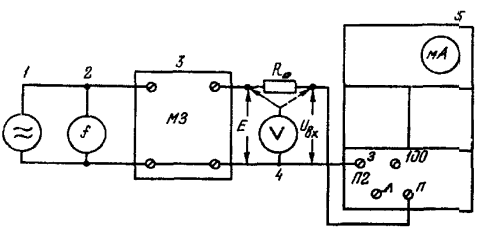


Рис.28. Схема для проверки характеристики избирательности приемника при работе передатчика с дифференциально-мостковым ФЛ:

I - ВЧ генератор; 2 - частотомер; 3 - магазин затухания; 4 - ламповый вольтметр; 5 - приемопередатчик

- проверяются четыре точки характеристики (см.рис.17 и 18); ток приемника измеряется прибором И-1;

- определяются коэффициенты избирательности и симметрии настройки приемника.

При работе с линейным контуром на выходе передатчика входное сопротивление приемопередатчика практически не меняется при изменении частоты. Избирательность проверяется с помощью схемы, приведенной на рис.27, в следующем порядке:

- на частоте настройки приемника на вход приемопередатчика подается напряжение, равное $3U_c$, значение которого в дальнейшем поддерживается постоянным;

- проверяются четыре точки характеристики;

- определяются коэффициенты избирательности и симметрии настройки приемника:

$$K_1 \geq 0,5\%; \qquad K_2 \leq 2,5\%$$

$$0,8 \leq K_{C1} \leq 1,2; \; 0,7 \leq K_{C2} \leq 1,4.$$

Если из-за влияния ФЛ коэффициенты симметрии не удовлетворяют нормам, то коэффициент симметрии настройки приемника следует проверить при выведенном ФЛ.

2.3.14. Проверка цепей Пуск" и"Останов" приемопередатчика. При проверке их необходимо:

- проверить четкость пуска передатчика от кнопок, пускового реле переговорного устройства и пусковых цепей релейной части защиты;

- при пущенном передатчике проверить действие цепей останова в схеме релейной защиты(Останов" Л-1 или Л-4).

- при работе приемопередатчика УПЗ-70 с защитами ДФ8-500 и ДФ8-201 проверить действие и чувствительность безынерционного пуска.

При налаженных пусковых цепях релейной защиты на вход панели в зависимости от схемы релейной панели подается ток или напряжение частоты 50 Гц. Проверяется напряжение (или ток) срабатывания реле, пускающего передатчик, и пускового реле в отключающей цепи защиты.

Выводится из действия контактный пуск и проверяется начало действия безынерционного пуска передатчика и полный пуск.

Напряжение, соответствующее началу безынерционного пуска передатчика, должно быть больше напряжения срабатывания реле, пускающего передатчик. Напряжение, соответствующее полному безынерционному пуску, должно быть меньше напряжения срабатывания пускового реле в отключающей цепи защиты.

Замедление возврата безынерционного пуска проверяется при отключении пускового напряжения (тока) на входе панели. Значение этого напряжения должно быть в три-четыре раза больше значения напряжения уставки пускового реле. После отключения пускового напряжения сигнал высокой частоты на выходе передатчика должен исчезнуть через 0,2-1,0с, что четко наблюдается на экране осциллографа.

2.3.15. Проверка работы манипуляторного устройства. Схема проверки его характеристик приведена на рис.29. Если панель защиты предварительно налажена, следует на нее подать постоянный ток и

анодную цепь приемника нагрузить на блок сравнения фаз.

Предварительно проверка может быть выполнена при нагрузке приемника на резистор с активным сопротивлением 300-500 Ом.

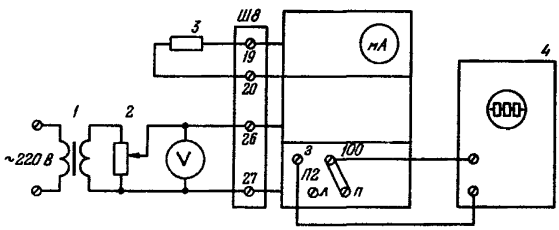


Рис.29. Схема для проверки характеристики манипуляции:

I - разделительный трансформатор; 2 - потенциометр; 3 - резистор 300-500 Ом; 4 - осциллограф

Напряжение манипуляции подается на выводы 26-27 с потенциометра через разделительный трансформатор. Ток приемника измеряется по прибору И-I. Снимается характеристика $\gamma = \varphi(U_{ман})$, на которой должны быть выделены основные точки - ширина импульса при напряжении I00 В $\gamma_{макс}$, напряжение полной манипуляции и напряжение начала манипуляции.

При нагрузке приемника на блок сравнения фаз $\gamma_{макс} = 130 \div 165^0$; на активное сопротивление $\gamma_{макс} = 165 \div 175^0$. Напряжение полной манипуляции должно составлять 7-9 В. Напряжение начала манипуляции не нормируется.

2.3.I6. Проверка взаимодействия приемопередатчика с панелью релейной защиты. Следует проверить:

- действие пусковых цепей контактного и безынерционного пуска;
- действие цепей останова;
- наличие манипулированных импульсов на выходе передатчика при подаче манипуляции от тока нагрузки;
- действие сигнальных реле при пуске передатчика;
- действие сигнальных реле при обрыве каждой цепи накала и при срыве работы генератора смещения.

2.4. Двусторонняя проверка

2.4.I. Проведение двусторонней проверки возможно в предпусковой период, когда на ВЛ заканчиваются монтажные и наладочные работы, но эти измерения являются предварительными.

Окончательные измерения двусторонней проверки должны проводиться при включенной под нагрузку ВЛ.

2.4.2. Организация двусторонней проверки. Перед измерениями в данном ВЧ канале следует окончательно просмотреть и сверить с реальной аппаратурой проектные и исполнительные схемы, проверить наличие наладочной документации на всю аппаратуру обработки: заградители, ВЧ кабели, фильтры присоединения, разделительные фильтры. Вся аппаратура и ее документация должны удовлетворять действующим нормам и требованиям.

2.4.3. Проверка фильтра присоединения и ВЧ кабеля. Проверить механическое состояние ВЧ кабеля, его разделок и муфт. Испытать изоляцию мегомметром I000 В. С помощью телефонных трубок прозвонить жилу кабеля от приемопередатчика до фильтра присоединения рабочей фазы канала. Экранирующая оболочка кабеля должна быть заземлена с двух сторон.

Проверить соединение колонки конденсатора связи и корпуса фильтра присоединения с заземляющим контуром подстанции.

Проверить затухание кабеля $a_к$ (дБ) по схеме, приведенной на рис.30.

$$a_к = 10 \lg \frac{P_{вых}}{P_{100}} .$$

Затухание кабеля на крайних частотах 40 и 500 кГц составляет соответственно для ФКБ IхI,3 - I,I - 3,7 дБ/км; для РК-I - 3-8 дБ/км; для РК-75-9-I2 - I,0-3,5 дБ/км.

Проверить затухание кабеля (a) с фильтром присоединения. Схема проверки приведена на рис.3I.

Затухание a должно быть менее $a_к$ + 3 дБ, где $a_к$ - измеренное затухание кабеля.

Все эти измерения должны выполняться только при включенном заземляющем ноже конденсатора связи. После окончания работ по данному пункту заземляющий нож необходимо отключить.

2.4.4. Наладка переговорного устройства. Для лучшей слышимости на передающей стороне канала следует отрегулировать напряжение на микрофоне потенциометром R78. На коротких ВЛ работа пе-

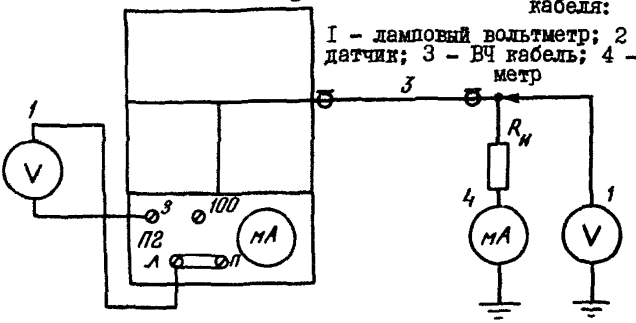


Рис.30. Схема для проверки затухания ВЧ кабеля:
1 - ламповый вольтметр; 2 - приемопередатчик; 3 - ВЧ кабель; 4 - миллиамперметр

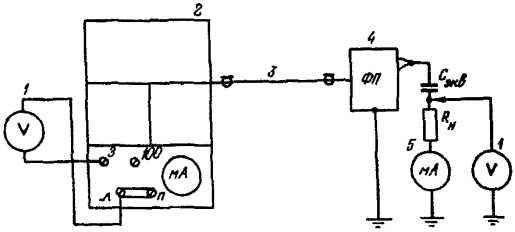


Рис.31. Схема для проверки затухания ВЧ кабеля с фильтром присоединения:
1 - ламповый вольтметр; 2 - приемопередатчик; 3 - ВЧ кабель; 4 - фильтр присоединения; 5 - ВЧ миллиамперметр

$C_{экв}$ - емкость, равная емкости конденсатора связи с точностью ±10%.

$R_н$ - для ВЛ 110-220 кВ - 400 Ом; для ВЛ 330-750 кВ - 300 Ом;

$$a = 10 \lg \frac{P_{вых}}{P_{нагр}}.$$

реговорного устройства улучшается введением в цепь линии на время разговора магазина затухания в пределах 10-20 дБ.

2.4.5. Предварительное измерение затухания ВЧ тракта канала осуществляется по схеме, приведенной на рис.32. В тех случаях, когда помехи от соседних каналов влияют на измерения приемного сигнала, следует применять избирательный указатель уровня или использовать для отстройки ФЛ (рис.33). На ВЛ протяженностью менее 50-70 км на измерение мощности передатчика влияет нагрузка противоположного конца канала. В этом случае для исключения погрешнос-

ти при определении затухания необходимо на передающем конце проводить измерения тока и напряжения выхода передатчика при нагрузке приемного конца на резистор сопротивлением 100 Ом.

Измерение затухания выполняется поочередно в обе стороны.

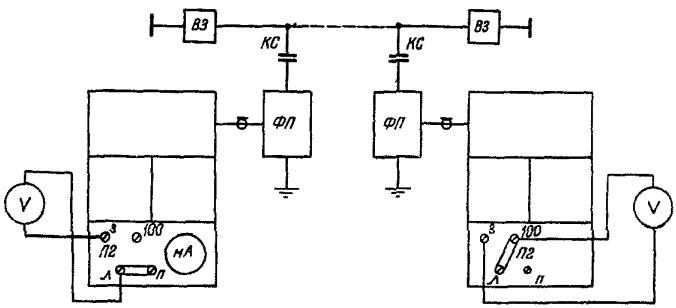
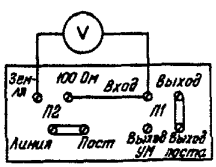


Рис.32. Схема для измерения затухания ВЧ канала

Рис.33. Схема для измерения принимаемого сигнала на нагрузке 100 Ом при использовании ФЛ для отстройки от помех



2.4.6. Согласование выхода передатчика с ВЛ. При полностью собранной схеме ВЧ канала измерить ток и напряжение неманипулированного сигнала на выходе передатчика. По полученным результатам определить мощность (Вт) на выходе передатчика

$$P = UI$$

и входное сопротивление (Ом) кабеля

$$Z_K = \frac{U}{I} .$$

Входное сопротивление составляет 70-150 Ом. Если оно выходит за эти пределы, желательно дополнительно согласовать ВЧ кабель с ВЛ изменением диапазона фильтра присоединения на одной

или обеих сторонах линии или применением других модификаций схемы фильтра присоединения [Л.5] .

Согласование выхода передатчика на нагрузку сопротивлением 100 Ом выполнено на заводе, поэтому на большинстве каналов дополнительное согласование не проводится. Необходимость в согласовании появляется там, где запас по перекрываемому затуханию в канале недостаточен, или если за счет рассогласования искажаются манипулированные импульсы передатчика. Согласование осуществляется выбором той линейной отпайки на трансформаторе Тр5, при включении которой мощность передатчика, отдаваемая в ВЛ максимальна.

Следует иметь в виду, что изменение рабочих отпаек на трансформаторах Тр2, Тр4, Тр5 вызывает изменение характеристик приемника, поэтому после согласования необходимо повторить измерения, указанные в пп. 2.3.11 - 2.3.13. По окончании согласования на обеих сторонах ВЛ следует провести окончательные измерения мощности передатчика при работе его в канале на нагрузке 100 Ом и входного сопротивления ВЧ кабеля.

2.4.7. Окончательное измерение затухания ВЧ тракта канала следует выполнять после окончания всех работ на аппаратуре обработки и согласования выходов передатчиков так же, как указано в п.2.3.5.

2.4.8. Запас по перекрываемому затуханию в канале следует измерять с помощью схемы, приведенной на рис.34, при поочередной передаче неманипулированного сигнала приемопередатчиков, установленных по концам защищаемой ВЛ. Запасу соответствует максимальное значение набранного на магазине затухания, при котором еще сохраняется нормальное значение тока приемника (для дифференциально-фазной защиты ток равен 0 мА, для направленной защиты - 15 мА). Определить запас по перекрываемому затуханию (дБ) в канале можно по формуле

$$A_{зап} = 20 \ell g \frac{U_{вх}}{U_c},$$

где $U_{вх}$ - напряжение сигнала заданной частоты на входе приемопередатчика;

U_c - напряжение порога запирания (насыщения) приемника на частоте передатчика.

При этом значение $A_{зап}$ будет определено достаточно точно при условии, если передатчик и приемник настроены правильно, а напряжение помех на входе приемопередатчика не превышает 25% $U_{вх}$

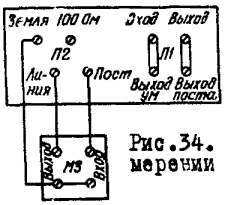


Рис.34. Включение магазина затуханий при измерении запаса по перекрываемому затуханию в канале

Допустимые значения запаса по перекрываемому затуханию в канале приведены в табл.2. Если запас по перекрываемому затуханию в канале избыточен, следует несколько снизить выходную мощность передатчика (если при этом облегчается режим его работы) или уменьшить чувствительность приемника. При этом должны быть проверены и зафиксированы изменившиеся характеристики приемника и передатчика.

При окончательном измерении запаса по перекрываемому затуханию в канале следует отрегулировать показание прибора И-I на шкале $U_{вх.пр}$ (входное напряжение приемника). При приеме нормального сигнала от дальнего передатчика (для защиты дифференциально-фазной защиты - манипулированного сигнала) стрелка прибора должна находиться примерно в середине зачерненного сектора. Это регулируется потенциометром $R64$. Если снять зависимость показания прибора И-I от значения введенного в ВЧ канал затухания, то можно в процессе эксплуатации оценивать изменения затухания или значения запаса по перекрываемому затуханию в данном ВЧ канале. Измерение $U_{вх.пр}$ желательно выполнять при ежедневном обмене импульсами на протяженных ВЛ в районах, подверженных гололеду, где гололед или иней может значительно влиять на затухание тракта ВЧ канала. Кроме того, измерение этого значения помогает определить уменьшение мощности противоположного передатчика, расстройку приемника и др.

2.4.9. Измерение принимаемого сигнала на входе приемопередатчика дает возможность определить примерное значение запаса по перекрываемому затуханию в канале в процессе эксплуатации.

В тех случаях когда линейная помеха соизмерима с принимаемым сигналом, желательно измерить уровень принимаемого сигнала селективным измерителем или напряжение принимаемого сигнала на линейной обмотке трансформатора Тр7.

В ВЧ каналах с одночастотной настройкой приемопередатчиков при значении затухания ВЧ тракта менее 8-10 дБ могут возникнуть нулевые биения на входе приемника. Отношение напряжения сигнала своего передатчика к напряжению сигнала дальнего передатчика, измеренному на линейной обмотке трансформатора Тр7, должно быть более 1,5. При большом значении принимаемого сигнала необходимо уравнять мощности передатчиков и, если этого недостаточно, ввести в цепь ВЧ кабеля звено затухания, имеющееся в комплекте приемопередатчика.

2.4.10. Проверка влияния соседних ВЧ каналов. Измеряется запас по перекрываемому затуханию в канале при отключенной, а затем при подключенной параллельно аппаратуре других ВЧ каналов.

Разница измерений в этих случаях не должна превышать 1 дБ для каждого конца линии.

В том случае, когда параллельно работающие каналы включены после разделительных фильтров, влияния измеряются при включении заземления за разделительными фильтрами.

Для нормальной работы приемника УПЗ-70 необходимо, чтобы максимальный уровень влияющего канала или радиостанции был ниже уровня чувствительности приемника на частоте влияния не менее чем на 10 дБ.

Примерная оценка может быть выполнена с учетом паспортных данных приемопередатчика и переходного затухания между влияющим передатчиком и приемником УПЗ-70. Это определяет уровень влияющего сигнала на входе приемника. Типовая зависимость уровня чувствительности приемника УПЗ-70 от частоты приведена на рис.15 и 16.

Для точной оценки влияния необходимо провести измерения в реальной схеме. Для этого на входе приемопередатчика следует измерить максимальный уровень влияющего сигнала селективным измерителем уровня и сопоставить его с уровнем чувствительности приемника на частоте влияющего сигнала. Кроме того, можно сравнить напряже-

ния на телефонной обмотке трансформатора Трб при приеме помехи и сигнала, равного порогу чувствительности приемника.

2.4.II. Проверка работы приемопередатчика при понижении напряжения источника питания. Для оценки работоспособности приемопередатчика следует на всей защите в целом понизить напряжение питания на 20% относительно нормального напряжения. При этом измеряется ток приемника при пущенном и непущенном передатчике и ток выхода.

При понижении напряжения питания ток приема должен уменьшиться не более чем на 30-35%, а при работе передатчика без манипуляции - должен быть равен нулю. Ток приема при работе с направленной защитой должен обеспечивать работу приемного реле. Ток выхода должен быть достаточным для нормальной работы приемника на противоположном конце ВЛ.

В целом приемопередатчик должен обеспечивать работу ВЧ канала без существующих запасов, которые имеет аппаратура при нормальном напряжении питания. При длительном понижении напряжения питания на I5-20% возможен самозапуск передатчика, который не снижает надежности работы защиты и в некоторых случаях обращает внимание персонала на отклонение от нормы напряжения батареи.

2.4.I2. Окончательная проверка аппаратуры и ВЧ канала перед вводом в эксплуатацию. При окончательной проверке следует провести внешний осмотр аппаратуры и зажимных сборок панели, проверить надписи, необходимые для эксплуатации панели, провести обмен контрольными сигналами, измерить токи приемников и передатчиков по концам ВЛ и действие сигнализации, проверить инструкции по ежедневному обмену контрольными сигналами для дежурного персонала и выполнить запись, разрешающую ввод в работу ВЧ канала. Ввод в работу проводится в установленном порядке дежурным персоналом с разрешения диспетчера одновременно на обоих концах ВЛ. Если ввод по какой-либо причине откладывается, а аппаратура полностью налажена, необходимо начать ежедневный обмен контрольными сигналами для накопления опыта эксплуатации.

2.4.I3. Особенности двухчастотной и трехчастотной настройки канала.

При двухчастотной настройке приемопередатчиков канала приемник настраивается на частоту дальнего передатчика. При этом ФЛ

настраивается на частоту своего передатчика, а принимаемая частота располагается в стороне от средней частоты полосы пропускания ФЛ, что искажает характеристику избирательности. В этом случае симметрия настройки приемника проверяется при измерениях полосы пропускания.

Характеристика чувствительности снимается как на частоте дальнего, так и на частоте своего передатчика. Напряжение порога запирания приемника по отношению к напряжению сигнала своего передатчика должно иметь не менее чем тройной запас, так как этот сигнал попадает в приемник через фильтры вне полосы их пропускания.

Оценка биений и выравнивание сигналов передатчиков на входе приемника в этом случае не проводятся.

При двухчастотной настройке уменьшается влияние остаточного напряжения на выходе непущенного передатчика на приемник. Степень влияния этого напряжения оценивается с учетом чувствительности приемника к сигналу своего передатчика.

Трехчастотная настройка применяется на ВЛ с ответвлением, где установлен третий комплект ВЧ защиты. При этом частоты передатчиков выбираются со сдвигом 500 Гц. Перед окончательной оценкой правильности настройки ВЧ канала необходимо измерить затухание ВЧ тракта и запас по перекрываемому затуханию во всех возможных эксплуатационных вариантах (при полностью введенной ВЛ и при поочередном отключении каждого конца этой линии).

Желательно, чтобы передатчики, между которыми затухание ВЧ тракта максимально, имели разность частот настройки 1000 Гц.

Каждый из приемников настраивается на среднюю частоту дальних передатчиков. Полоса пропускания приемных контуров устанавливается не менее 2000-2500 Гц.

2.5. Оформление паспорта-протокола

Наладка всего ВЧ оборудования должна быть оформлена паспортом-протоколом, в котором приводятся окончательные измерения, соответствующие характеристикам налаженного ВЧ канала . При совместной работе по одной фазе двух или нескольких каналов общие элементы аппаратуры обработки - заградители, фильтры присоединения, ВЧ кабели, разделительные фильтры - должны находиться в ведении службы, эксплуатирующей ВЧ часть релейной защиты. Поэтому вся завод-

ская и наладочная документация, исполнительные принципиальные и монтажные схемы должны храниться вместе с документацией данной службы.

Форма паспорта-протокола приведена в приложении 4.

Глава 3. НАСТРОЙКА И РЕГУЛИРОВКА ОТДЕЛЬНЫХ БЛОКОВ И УЗЛОВ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА УПЗ-70

3.1. Указания по регулировке

3.1.1. Регулировки отдельных блоков приемопередатчика УПЗ-70 при наладочных и эксплуатационных работах и возможных перестройках аппаратуры необходимо выполнять только в тех случаях, когда характеристики приемопередатчика не соответствуют нормам, приведенным в наладочных и эксплуатационных инструкциях на аппаратуру.

Все регулировки, связанные с перепайкой элементов, следует проводить таким образом, чтобы не понизить надежности монтажных соединений, паек, не повредить печатные платы блоков.

Все изменения должны быть внесены в принципиальную схему данного приемопередатчика и отмечены в паспорте-протоколе регулируемого ВЧ канала.

Подстройка и регулировка блоков проводятся после того, как выполнены приведенные в пп.2.1.1-2.3.4 программы наладки и проверен режим работы каскадов по постоянному току.

3.2. Блок задающего генератора

3.2.1. Задающий генератор и управляющий каскад. От частоты настройки приемопередатчика зависят значения индуктивностей катушек *L1* и *L2* блока задающего генератора (табл.10).

Из данных табл.10 и приведенных на рис.35 и 36 графиков устанавливаются отводы на катушках индуктивности и значения емкостей *C7* и *C12*.

Вместо кварца устанавливается эквивалент - конденсатор емкостью 5000-6000 пФ. При исправных элементах схемы и установленном режиме по напряжению постоянного тока задающий генератор вырабатывает частоту, определяемую параметром контура. Частота гене-

Таблица 10

Данные катушек *L1* и *L2* в зависимости от частоты настройки

Наименование	Полная индуктивность, мГ					
	1,36			0,13		
Диапазоны частот, кГц	40-90	91-160	161-250	251-300	301-400	401-500
Индуктивность контура, мГ	1,36	0,4	0,2	0,08	0,13	0,13
Отводы контура	7-1	7-2	7-3	7-4	7-1	7-1
Отвод обратной связи на *L1*	4	5	6	6	4	5

ратора измеряется по схеме рис.22. Если напряжение на выходе передатчика отсутствует, то вертикальные пластины осциллографа подключаются к аноду лампы Л3. Подстройка частоты осуществляется: плавно - сердечником катушки индуктивности, грубо - изменением емкости *C7*. После подстройки контура вместо эквивалентной емкости устанавливается кварц. Частота генератора может отличаться от заданной и от частоты кварца не более чем на 0,1%.

Настройка контура *L2*, *C12* проводится при пущенном передатчике. Индикатором настройки служит ламповый вольтметр, включенный между минусом и общей точкой соединения *C14*, *R20*.

На время настройки контура *L2*, *C12*, *R19* отпаивается, и по максимуму показаний индикатора подбирается значение *C12* и положение сердечника *L2*. После окончания настройки положение сердечников катушек индуктивности должно быть зафиксировано парафином.

Следует обратить внимание на то, чтобы переходной конденсатор *C14* имел рабочее напряжение не менее 300 В. (В первых выпусках приемопередатчиков УПВ-70 этот конденсатор имел напряжение 250 В, что в некоторых случаях приводило к его повреждению).

3.2.2. Регулировка схемы управления передатчиком. Схема управления содержит лампу безынерционного пуска и манипуляторную лампу, которые одновременно управляют лампой Л4. Безынерционный пуск осуществляется подачей постоянного напряжения, а манипуляция - частотой 50 Гц, поэтому работа схемы не зависит от заданной

частоты канала. При регулировке чувствительности безынерционного пуска устанавливается рекомендованный режим по постоянному току, после чего чувствительность регулируется подбором резисторов *R1* и *R2*. Суммарное значение этих сопротивлений должно быть не менее 100 кОм. При отсутствии замедления на возврат безынерционного пуска (см.п.2.3.14) необходимо проверить значения элементов *C1* и *R3*, полярность включения и значение обратного сопротивления диода Д1. Вместо диода Д223Б могут быть применены кремниевые диоды Д208, Д203, Д204.

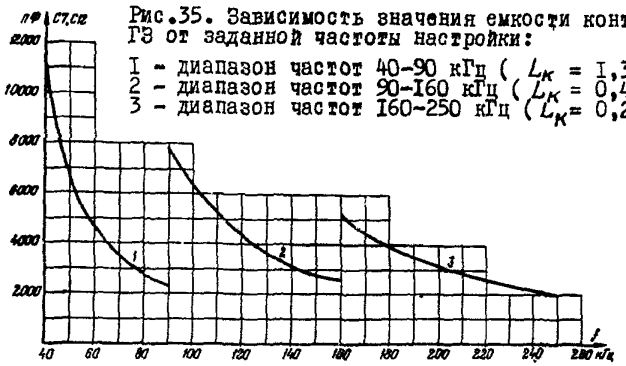


Рис.35. Зависимость значения емкости контуров блока ГВ от заданной частоты настройки:
1 - диапазон частот 40-90 кГц ($L_к$ = 1,36 мГ)
2 - диапазон частот 90-160 кГц ($L_к$ = 0,4 мГ)
3 - диапазон частот 160-250 кГц ($L_к$ = 0,2 мГ)

При рекомендованном режиме по постоянному току получается оптимальная чувствительность манипулятора. Регулировка напряжения на катоде лампы Л2 позволяет в незначительных пределах изменять напряжение полной манипуляции и регулировать напряжение начала манипуляции; при напряжениях на входе манипулятора более 10-15 В ширина манипулированного импульса не зависит от режима работы управляющих каскадов.

Для получения обратной манипуляции напряжение на катоде лампы Л2 устанавливается равным нулю. В этом случае при отсутствии напряжения манипуляции передатчик не может быть запущен ни безн-

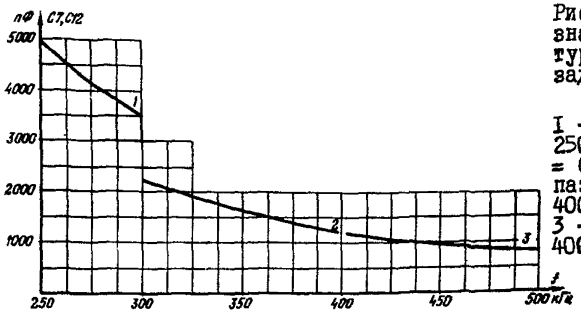


Рис.36. Зависимость значения емкости контуров блока ГЗ от заданной частоты настройки:
I - диапазон частот 250-300 кГц ($L_к$ = = 0,08 мГ); 2 - диапазон частот 300-400 кГц ($L_к$ = 0,I3 мГ); 3 - диапазон частот 400-500 кГц ($L_к$ = 0,I3 мГ)

нерционным пуском, ни контактным пуском. Характеристика манипуляции приобретает вид, показанный на рис.II. Разброс характеристик ламп практически не влияет на характеристику манипуляции.

3.3. Усилитель мощности

3.3.I. Усилитель мощности при нормальных условиях не требует специальной настройки и регулировки.

В том случае, если после работ, приведенных в п.2.3.8, усилитель не выдает указанной в технических условиях мощности и если ее необходимо увеличить, следует перемотать трансформатор TpI. Сравнительные обмоточные данные для трансформатора TpI заводского изготовления и рекомендуемые приведены в табл.II. Сердечник, марка провода и способ намотки остаются неизменными. Надежность работы УМ можно увеличить, изменив схему генератора смещения так, как приведено на рис.37.

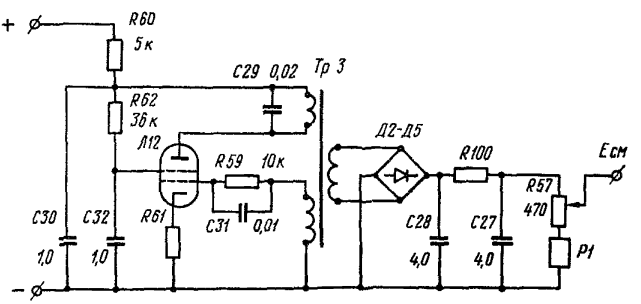


Рис.37. Принципиальная схема генератора смещения (измененная)

Это позволяет существенно облегчить тепловой режим элементов схемы и прежде всего трансформатора Тр3, кроме того, ток катода лампы Л12 уменьшается до 15-30 мА (было 30-60 мА).

3.3.2. При наличии самовозбуждений, прежде чем принимать меры для их устранения, необходимо определить места схемы, в которых имеется самовозбуждение, измерить частоту и амплитуду колебаний.

Когда возбуждением охвачено несколько каскадов, помогает поочередное изменение полярности обмоток трансформаторов схемы. Точное знание каскада, явившегося причиной возбуждения, позволяет определить меры для устранения этого явления (изменение расположения монтажных соединений, экранировка, установка дополнительных блокировочных конденсаторов и т.п.).

При установке в схему дополнительных элементов следует их показать в исполнительной схеме данного приемопередатчика и отметить в паспорте-протоколе причину возбуждения и принятые меры.

3.4. Линейный фильтр

3.4.1. В зависимости от частоты настройки приемопередатчика значения индуктивностей катушек *L*3 и *L*4 устанавливаются согласно табл.12.

3.4.2. От частоты настройки приемопередатчика также зависят данные трансформаторов Тр4 и Тр5 (табл.13).

3.4.3. На рис.38, 39, 40 приведены графики зависимости емкостей *C*41 и *C*42 от частоты и выбранного диапазона частот. В резонансной цепи, на катушке индуктивности и конденсаторах при работе передатчика развиваются напряжения до 2 кВ и протекают токи до 2-4 А. По этой причине в ФЛ установлены керамические конденсаторы К-15У, рассчитанные на пропускание реактивной мощности от 2,5 до 8 квар. Применение конденсаторов, у которых отсутствуют данные по пропускаемой реактивной мощности, может привести к повреждению ФЛ. Настройка ФЛ осуществляется по схеме, приведенной на рис.41.

При настройке ФЛ для исключения влияния реактивности трансформатора Тр5 контурные обмотки желательно шунтировать сопротивлениями 1-2 Ом.

Контур *C*42, *L*4 отключается, вместо него устанавливается перемычка. Контур *C*41, *L*3 настраивается конденсаторами на нижнюю частоту полосы пропускания. Минимальное напряжение при сопротивлении нагрузки соответствует частоте настройки контура. Настроен-

Таблица II

Сравнительные обмоточные данные трансформатора Тр1

Диапазон частот, кГц	Количество витков			Примечание
	Анодная обмотка	Сеточная обмотка	Детекторная обмотка	
40 - 200 201-500	200 144	2х50 2х36	200 144	Заводские данные
40 - 200 201-500	120 30	2х50 2х20	100 30	Рекомендуемые данные

Таблица 12

Данные катушек $L3$ и $L4$ в зависимости от частоты настройки

Диапазон частот, кГц	40-100	101-300	301-500
Значение индуктивности, мГ	1,5	0,5	0,3
Расчетная полоса, кГц	$3,5\pm0,3$	10 ± 1	20 ± 2
Частота настройки контуров, кГц	$f_0 \pm 1,7$	$f_0 \pm 5,1$	$f_0 \pm 8,5$

Таблица 13

Данные трансформаторов Тр4 и Тр5 в зависимости от частоты настройки

Показатель	Трансформаторы			
	Тр4	Тр4	Тр5	Тр5
Диапазон частот, кГц	40-200	201-500	40-200	201-500
Количество колец сердечника	2	1	2	1
I обмотка, витки	16	12	32 (отводы от середины)	24
II обмотка, витки	51	32	58	36
Отводы II обмотки	4,9,14,21,47, 49,51	3,6,9,13, 30,31	3,7,11,16,21, 25,54,56	2,4,7,10,13, 17,34,35

ный контур отключается, вместо него устанавливается перемычка; контур $C42, L4$ настраивается на верхнюю частоту полосы пропускания ФЛ. Собирается нормальная схема фильтра. Если передатчик предварительно налажен, то согласовываются витки трансформаторов Тр4 и Тр5 по максимальному значению мощности на нагрузке 100 Ом. При окончательном выборе количества витков трансформаторов и примерном равенстве мощностей при разных отпайках предпочтение отдается отпайке, где в работе находится большее количество витков.

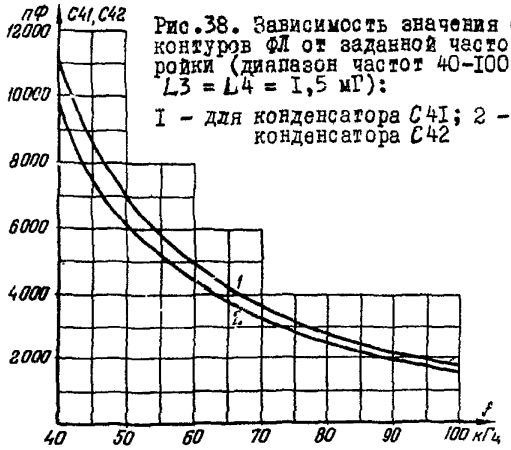


Рис.38. Зависимость значения емкости контуров ФЛ от заданной частоты настройки (диапазон частот 40-100 кГц; $L3 = L4 = 1{,}5$ мГ):
1 - для конденсатора $C41$; 2 - для конденсатора $C42$

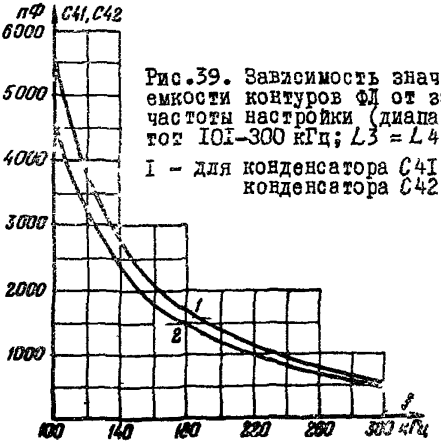


Рис.39. Зависимость значения емкости контуров ФЛ от заданной частоты настройки (диапазон частот 101-300 кГц; $L3 = L4 = 0{,}5$ мГ):
1 - для конденсатора $C41$; 2 - для конденсатора $C42$

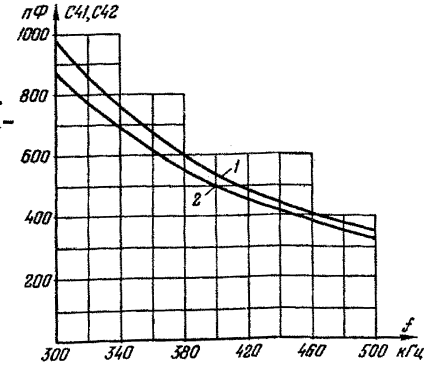


Рис.40. Зависимость значения емкости контуров ФЛ от заданной частоты настройки (диапазон частот 301-500 кГц; $L3$ = $L4$ = 0,3 мГ):

I - для конденсатора $C41$
2 - для конденсатора $C42$

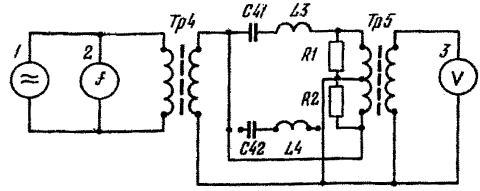


Рис.4I. Схема для настройки контура ФЛ:

I - ВЧ генератор;
2 - частотомер;
3 - ламповый вольтметр (резисторы $R1$ и $R2$ с сопротивлением I Ом устанавливаются на время настройки)

По схемам, приведенным на рис.23 или 24, проверяется характеристика $\alpha = \varphi(f$кГц), а по схеме рис.25 - характеристика $Z_{вх} = \varphi(f$ кГц).

При необходимости осуществляется коррекция характеристик с помощью емкостей $C41$ и $C42$. Асимметрия характеристик получается при нарушении симметрии контурной обмотки трансформатора Тр5 и различной добротности контуров фильтра.

3.5. Приемник

3.5.I. Настройка контуров приемника и регулировка его полосы пропускания. На рис.42, 43 приведены графики зависимости емкостей $C57$, $C6I$ от выбранного диапазона частот настройки.

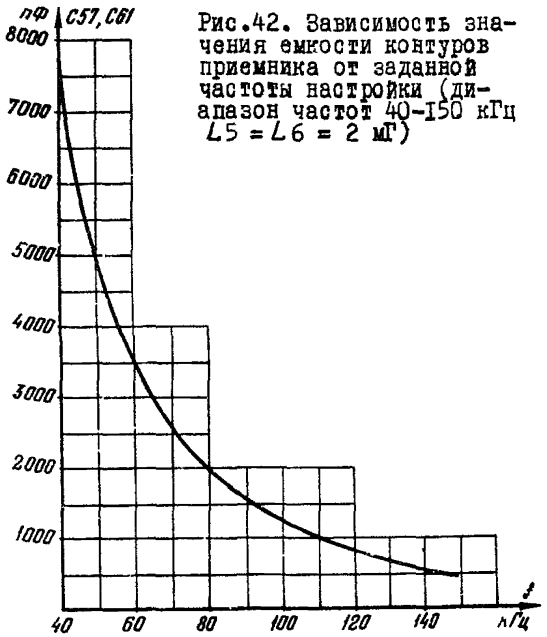


Рис.42. Зависимость значения емкости контуров приемника от заданной частоты настройки (диапазон частот 40-150 кГц $L5 = L6 = 2$ мГ)

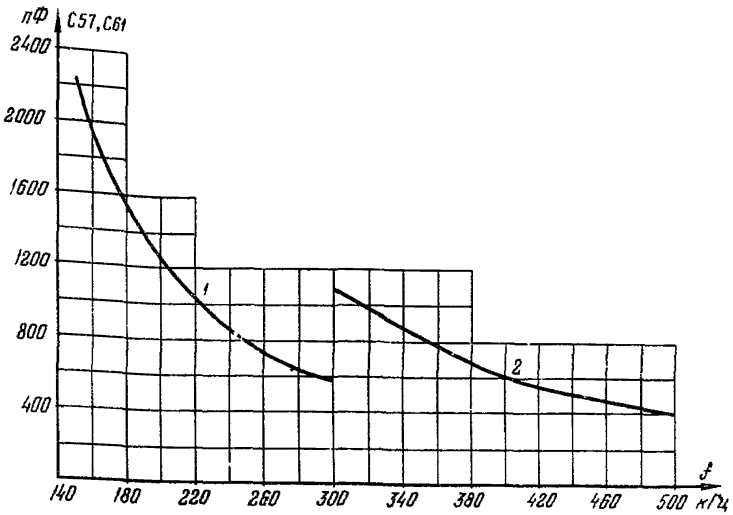


Рис.43. Зависимость значения емкости контуров приемника от заданной частоты настройки:

I - диапазон частот 150-300 кГц, $L5 = L6 = 0{,}5$ мГ; 2 - диапазон частот 301-500 кГц, $L5 = L6 = 0{,}25$ мГ

Данные катушек $L6$, $L7$ приведены в табл.I4.

Таблица I4

Данные катушек $L6$, $L7$

Диапазон частот, кГц	Индуктивность, мГ	Конденсатор связи
40 - I50	2	C58, C59
I5I - 300	0,5	C59
30I - 500	0,25	C60

Настройка приемника проводится по схеме согласно рис.27.

На измерительном ВЧ генераторе поддерживается частота настройки приемника. Для уменьшения влияния на настройку и полосу пропускания фильтра приемника выводится из работы ФЛ и исключаются колебания в задающем генераторе.

а) Предварительная настройка.

После подключения емкостей контуров согласно приведенным на рис.42, 43 графикам и включения максимальной емкости связи на индикаторе - ламповом вольтметре, включенном в телефонную обмотку трансформатора Тр6, появляется напряжение.

Последовательным подбором емкостей контуров добиваются максимального показания индикатора. По мере подстройки следует постепенно уменьшать емкость связи, а напряжение на входе приемника регулировать так, чтобы на индикаторе оно не превышало I-3В. Точность выбора конденсаторов контура при предварительной настройке может составлять 2-3% полной емкости контура.

б) Окончательная настройка и выбор полосы пропускания.

При окончательной настройке линейная обмотка трансформатора Тр7 включается на линейный отвод трансформатора Тр2. Фильтр приемника подключается к двум-трем виткам контурной обмотки трансформатора Тр7. Резисторы $R97$, $R99$ отключаются, вместо емкости связи включается резистор $R98$ (I МОм).

Плавная подстройка контуров осуществляется вращением ферромагнитных сердечников катушек $L5$, $L6$, которые изменяют индуктив-

ность на 2%. Настройку необходимо выполнять с помощью отвертки из изоляционного материала, при этом сердечник в рабочем положении не должен выходить за торцы катушки. Максимальное значение индуктивности получается при среднем положении сердечника.

Из-за того, что среднее положение сердечника, соответствующее максимальному значению, не достаточно точно определено (середина резьбы), может быть ложная настройка. Для исключения этого при точной настройке контуров необходимо для получения максимального показания индикатора пользоваться емкостями, составляющими не более 1% полной емкости контура.

Следует учитывать, что настройка на частотах выше 200 кГц зависит от положения емкостей контура и длины соединительных проводов. Кроме того, между контурами возникает емкостное сопротивление монтажа, которое можно использовать при настройке контуров приемника на частотах выше 300 кГц.

После настройки резистор *R*98 заменяется емкостью и регулируется полоса пропускания приемных контуров. Подбором емкости связи устанавливается полоса пропускания контуров, которая должна составлять 1% f_0 . Минимальное значение полосы должно быть не менее значений, приведенных в табл.1.

Полоса пропускания определяется при исключенном из схемы линейном фильтре и такой амплитуде на входе приемника, при которой максимальное показание индикатора составляет 1 В.

Для уменьшения двугорбости характеристики, которая может получиться на низких частотах, применяется шунтировка контуров приемника резисторами *R*97, *R*99. Начальное значение резисторов выбирают, исходя из эмпирического условия $R(\text{кОм}) = f(\text{кГц})$. Введение емкости связи сдвигает вниз частоту настройки контуров. После выбора полосы пропускания определяется разница частот Δf настройки приемника при связи контуров через 1 МОм и через выбранную емкость связи. На измерительном генераторе устанавливается частота $f_0 + \Delta f$ и вновь производится настройка приемника при связи между контурами через 1 МОм. Затем устанавливается выбранная емкость связи, и приемник оказывается настроенным на заданную частоту с необходимой полосой пропускания, при этом проверяется окончательно полоса пропускания и настройка приемника. Точность настройки приемника должна составлять $0{,}1\% f_0$.

Кажущаяся простота настройки приемника с помощью емкости связи (без использования резистора R98) приводит к тому, что из-за взаимного влияния первого и второго контуров настройка получается неточной, что заметно ухудшает чувствительность приемника и симметрию характеристики избирательности.

3.5.2. Регулировка характеристик приемника. Регулировка проводится согласно схеме рис.27.

При регулировке чувствительности подбирается окончательное количество витков вторичной обмотки трансформатора Тр7 и регулируется напряжение отсечки детектора или напряжение лампы Л13.

При использовании отпайки трансформатора Тр7 с количеством витков более пяти-семи заметно понижается добротность контуров и может произойти расстройка фильтра приемника. Значение напряжения отсечки при работе с дифференциально-фазными защитами должно быть в пределах 35-80 В. Значение напряжения смещения, при работе с направленной защитой на лампе Л13 не должно превышать 70-80 В.

После окончательной установки чувствительности необходимо проверить частоту настройки контуров и полосу пропускания.

На частотах выше 200-300 кГц из-за уменьшения усиления УВЧ приемника, а также напряжения на выходе фильтра приемника трудно получить напряжение порога чувствительности приемника менее 0,5В с крутизной характеристики менее 1,5.

Признаком того, что приемник работает на пределе усиления, служит небольшое значение напряжения (40 В и ниже) на выходе детектора, измеренное при пуске своего передатчика.

Глава 4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВЧ КАНАЛОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

4.1. Ежедневный обмен контрольными сигналами

4.1.1. Периодичность проверки. Ежедневный обмен контрольными сигналами между введенными в работу полукомплектами ВЧ защиты проводится дежурным персоналом не реже одного раза в сутки.

На каналах, где имеется устройство автоматического обмена сигналами, обмен контрольными сигналами проводится дежурным персоналом только перед вводом защиты в действие и при срабатывании

сигнализации неисправности. Нормы и объемы проверки автоматического контроля должны быть установлены местными инструкциями. Время между циклами автоматической проверки нормально должно составлять 6-12 ч. При работе канала в условиях гололеда и инея время между проверками может быть сокращено до 0,5-1 ч.

4.1.2. Порядок проведения проверки. У дежурного персонала должна быть утвержденная инструкция по ежедневному обмену контрольными сигналами, составленная с учетом местных условий. Ниже приведены основные положения, которые должны входить в инструкцию.

Ответственность за проведение проверки возлагается на инженерно-технический персонал, в ведении которого находится оперативное обслуживание релейных защит линий электропередачи. По окончании обмена контрольными сигналами ответственный обязан записывать время проведения проверки в оперативный журнал. Показания приборов приемопередатчика следует записывать только тогда, когда они выходят за пределы нормы.

Кроме ежедневного контроля, обмен сигналами производится в следующих случаях:

- перед вводом защиты в действие;
- после окончания работ на линии электропередачи и линейном оборудовании;
- непосредственно после включени ВЛ под нагрузку;
- после работ с заградителями, фильтрами присоединения, ВЧ кабелями данной ВЛ;
- после неправильного или сомнительного действия защиты;
- при одновременном отключении двух ВЛ.

При выявлении неисправностей и работе в условиях инея или гололеда время между проверками может быть уменьшено.

При проверке необходимо выполнять следующее:

- по щитовому прибору измерить напряжение аккумуляторной батареи, питающей приемопередатчик. Нормальное значение напряжения устанавливается с учетом местных условий;
- по щитовому прибору измерить значение тока нагрузки ВЛ. При малой или нулевой нагрузке в дифференциально-фазной защите может не быть манипуляции;
- вызвать дежурного с противоположной стороны ВЛ; вызов осуществляется по телефону или в договоренное время многократным пус-

ком передатчика. Пуск передатчика осуществляется нажатием кнопки "Пуск", расположенной на лицевой панели приемопередатчика УПЗ-70;

- измерить ток приемника по верхнему прибору УПЗ-70 при остановленных передатчиках. Переключатель прибора должен постоянно находиться в положении деления 8;

- измерить ток приемника при пуске своего передатчика. Одновременно следует измерить ток на выходе передатчика;

- измерить ток приемника при пуске дальнего передатчика;

- измерить ток приемника при одновременном пуске передатчиков (для дифференциально-фазной защиты).

На трехконцевых ВЛ проверку необходимо проводить между всеми концами линии. Следует произвести одновременный пуск на всех передатчиках.

Все показания должны быть устойчивы и соответствовать установленным нормам.

4.I.3. Порядок вывода защиты из действия и допуска к работам:

- все операции по выводу и вводу защит и ВЧ оборудования на действующей аппаратуре следует проводить с разрешения диспетчера;

- вывод и ввод защиты необходимо осуществлять одновременно на обоих концах ВЛ (на ВЛ с отпайкой - на всех концах линии);

- вывод защиты должен оформляться оперативной заявкой в установленном порядке;

- вывод защиты без заявки должен выполняться с разрешения диспетчера при действии сигнализации неисправности и при отклонении результатов измерений от нормальных значений;

- при многократном действии сигнального реле "Вызов" из-за воздействия помех вывод защиты из работы следует проводить только при согласовании с персоналом службы защиты;

- отключение питания приемопередатчика следует выполнять только с ведома персонала службы защиты;

- допуск к любым работам на действующем оборудовании ВЧ канала защиты должен осуществляться с разрешения диспетчера после вывода ее из действия на обеих сторонах ВЛ;

- допуск персонала, обслуживающего ВЧ каналы связи, телемеханики, к работе на аппаратуре, входящей в состав действующего канала релейной защиты, должен осуществляться только в присутствии персонала службы защиты.

4.I.4. Дополнительные материалы к Инструкции должны учитывать местные условия и содержать:

- таблицу допустимых показаний приборов всех приемопередатчиков данной подстанции;

- сведения о рабочих фазах ВЧ канала, заданных частотах, о совмещении каналов по одной фазе ВЛ;

- таблицу наименования и расположения накладок, выводящих защиту из работы, предохранителей или автоматов в цепях питания приемопередатчика;

- указания по технике безопасности при работах с фильтром присоединения и устройством отбора напряжения от конденсатора связи.

Кроме того, для удобства проведения ежедневной проверки рекомендуется на лицевой панели платы "Пр." каждого приемопередатчика укрепить табличку, содержащую основные сведения о данном ВЧ канале и нормы, необходимые дежурному персоналу.

Примерная табличка приведена на рис.44.

ВЛ 110 кВ. ДФ8-2
Б.Раст - Ижма 285 кГц
Фаза I

Срок замены радиоламп	6П3С 6Н1П	Май 1978г. Май 1978г.

Показания приборов при обмене сигналами, мА

Измерение	Норма	Защиту отключ.
Ток выхода	250-350	<200
Ток приемника, мА		
Передатчики остановлены	10±2	Отклонение >
Пуск своего или дальнего передатчика	0-5	>5
Одновременный пуск передатчиков	0	>0

Рис.44. Рекомендуемая форма таблички, устанавливаемой на лицевой панели блока ПР, для ежедневного контроля ВЧ канала релейной защиты

4.2. Полная плановая проверка

4.2.I. Периодичность проведения проверки. Первую полную плановую проверку следует провести в течение года после наладки и ввода в действие данного комплекта защиты. В дальнейшем полные плановые проверки проводятся в соответствии со сроками проверок устройств релейной защиты, принятыми в данной энергосистеме.

Полные плановые проверки выполняет персонал с :ужбы, за которой закреплено ВЧ оборудование каналов релейной защиты. Проверку желательно проводить одновременно на обеих сторонах ВЛ вместе с релейной частью защиты. Объем работ, предусмотренный программой, приведенной ниже, рассчитан на вывод защиты из действия на один-два рабочих дня.

4.2.2. Программа полной плановой проверки.

I. Организация проверки.

2. Проверка условий работы ВЧ канала и протоколов предыдущих проверок.

3. Подготовка комплекта радиоламп для замены.

4. Вывод защиты из действия и допуск к работе.

5. Обмен контрольными сигналами и проверка показаний приборов приемопередатчиков на всех шкалах при пущенном и остановленном передатчике.

6. Опробование работы переговорного устройства.

7. Измерение затухания ВЧ тракта канала и запаса по перекрываемому затуханию в канале.

8. Проверка механического состояния элементов схемы.

9. Замена ламп.

I0. Проверка и испытание изоляции.

II. Проверка тока накала.

I2. Проверка режимов по постоянному и переменному току.

I3. Проверка характеристик ФЛ (выполняется на ВЛ 330-750 кВ).

I4. Проверка частоты передатчика при работе с кварцем и эквивалентом.

I5. Определение напряжения срабатывания диодов Д6, Д7.

I6. Проверка настройки и полосы пропускания фильтра приемника.

I7. Проверка характеристики чувствительности приемника.

I8. Проверка характеристики избирательности приемника.

I9. Проверка характеристики манипулятора (для дифференциально-фазных защит).

20. Проверка цепей пуска и останова передатчика, измерение остаточного напряжения на выходе передатчика.

21. Опробование действия сигнализации.

22. Проверка затухания, вносимого фильтром присоединения с кабелем. При необходимости плановая проверка фильтра присоединения.

23. Измерение мощности передатчика и входного сопротивления ВЧ кабеля.

24. Измерение затухания ВЧ тракта канала.

25. Измерение запаса по перекрываемому затуханию в канале.

26. Оценка соотношения сигналов на входе приемника.

27. Проверка влияния параллельно работающих каналов и каналов прилегающей сети.

28. Обмен контрольными сигналами и окончание проверки.

29. Ввод защиты в работу.

30. Оформление паспорта-протокола.

При проведении работ, указанных в пунктах данной программы, следует пользоваться материалами, приведенными в предыдущих главах. Оценка результатов измерений и характеристик производится по протоколам наладки и предыдущих проверок с учетом установленных норм, приведенных в данной Инструкции. Допустимый разброс измерений не должен превышать 20%.

При плановой проверке должны учитываться реальные условия работы аппаратуры. В тех случаях, когда выявляется необходимость, программа проверки может быть дополнена.

4.3. Частичная проверка

4.3.1. Порядок проведения частичной проверки. Частичную проверку необходимо проводить при плановых работах. К таким работам относятся плановые и частичные проверки релейной части защиты, плановые проверки и профилактический ремонты конденсатора связи, заградителя, фильтра присоединения, разделительного фильтра, ВЧ кабеля. Кроме того частичные проверки следует проводить при излишнем действии защиты или отказе ее действия, при устранении неисправностей в ВЧ аппаратуре канала. Основные измерения частичной проверки (контроль показаний приборов приемопередатчиков, проверка затухания ВЧ тракта канала и запаса по перекрываемому затуханию в канале) просты, не требуют специальной подготовки и выполняются без вскрытия приемопередатчика.

Для упрощения организации эксплуатационных работ желательно обучить проведению этих измерений персонал службы релейной защиты, допущенный к самостоятельной проверке защит линий электропередачи.

4.3.2. Программа частичной проверки.

Любая частичная проверка должна включать:

- организацию проверки;
- проверку условий работы ВЧ канала и протоколов предыдущих проверок;
- вывод защиты из действия и допуск к работе;
- обмен контрольными сигналами и проверку показаний всех приборов приемопередатчика на всех шкалах при пущенном и остановленном передатчике;
- измерение затухания ВЧ тракта канала и запаса по перекрываемому затуханию в канале;
- измерение мощности и входного сопротивления ВЧ кабеля;
- измерение токов накала обеих групп ламп (при замене ламп);
- оформление проверки в паспорте-протоколе.

В случаях если проверка вызвана ложным действием защиты, ее отказом или устранением повреждений в аппаратуре, работы должны проводиться по программе, согласованной с центральной службой РЗАИ.

Если частичная проверка проводилась с целью отыскания повреждения, то в ходе ее должны быть не только устранены повреждения, но и установлены их причины.

После этого должны быть сняты внешние характеристики блока, в котором обнаружена неисправность, а при необходимости и внешние характеристики приемопередатчика в целом.

Приложение I

ПЕРЕВОДНАЯ ТАБЛИЦА УРОВНЕЙ МОЩНОСТИ И ГРАФИК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

I. Переводная таблица уровней мощности

Переводная таблица предназначена для удобства оценки результатов измерений, выраженных в децибеллах (дБ). Оценка относительного уровня мощности и разности уровней мощности в соответствии с международной системой единиц измерений производится в децибеллах. Ранее для этих целей использовалась единица - непер (Нп). За мощность, соответствующую нулевому уровню P_0, принята мощ-

ность, равная 10^{-3} Вт. Исходя из этого значения, для любого значения мощности можно определить его уровень (дБ) по формуле

$$P = 10 \lg \frac{P}{P_0} = 10 \lg P \cdot 10^3 .$$

При необходимости перевода значения уровней мощности, выраженных в разных единицах измерения, следует пользоваться соотношениями:

I дБ = 0,II5 Нп; I Нп = 8,68 дБ .

Разностью уровней мощности (дБ) выражается затухание ВЧ тракта и его участков, запас по перекрываемому затуханию в канале

$$P_1 - P_2 = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} .$$

Следует отметить, что разности уровней напряжения справедливы только при соблюдении равенства сопротивлений нагрузки, на которых выделяются сравниваемые мощности.

Применительно к реальным параметрам ВЧ каналов защиты и телеотключения в табл.I5 приведены значения уровней мощности (дБ и Нп), соответствующие мощностям (Вт) и напряжениям, измеренным на нагрузке I00 Ом.

Если измерение напряжения выполняется на нагрузке, не равной I00 Ом, то для приведения этого напряжения к значениям, указанным в табл.I5, следует выполнить перерасчет по формуле

$$U_{100} = n U ,$$

где U_{100} – напряжение на нагрузке I00 Ом, приведенное в табл.I5

$n = \frac{10}{\sqrt{R}}$;

U – измеренное напряжение на нагрузке R .

R, Ом...	75	I00	I35	300	400	600
n...	1,I5	I	0,865	0,58	0,5	0,4I

Таблица I5

Переводная таблица

дБ	Нп	Вт	$\frac{В}{(R=100\ Ом}$	дБ	Нп	Вт	$\frac{В}{(R=100\ Ом)}$	дБ	Нп	мВт	$\frac{В}{(R=100\ Ом}$	дБ	Нп	мкВт	$\frac{мВ}{(R=100\ Ом)}$
50	5,75	I00,0	I00,0	30	3,45	I,000	I0,00	I0	I,I5	I0,00	I,000	-I0	-I,I5	I00	I00,0
49	5,64	79,5	89,2	29	3,34	0,795	8,92	9	I,04	7,95	0,892	-II	-I,26	80	89,2
48	5,52	63,I	79,5	28	3,22	0,63I	7,95	8	0,92	6,3I	0,795	-I2	-I,38	63	79,5
47	5,40	50,I	70,8	27	3,I0	0,50I	7,08	7	0,80	5,0I	0,708	-I3	-I,50	50	70,8
46	5,29	39,8	63,I	26	2,99	0,398	6,3I	6	0,69	3,98	0,63I	-I4	-I,6I	40	63,I
45	5,I8	3I,6	56,2	25	2,88	0,3I6	5,62	5	0,58	3,I6	0,562	-I5	-I,72	32	56,2
44	5,06	25,I	50,I	24	2,76	0,25I	5,0I	4	0,46	2,5I	0,50I	-I6	-I,84	25	50,I
43	4,95	20,0	44,7	23	2,65	0,200	4,47	3	0,35	2,00	0,447	-I7	-I,96	20	44,7
42	4,83	I5,9	39,9	22	2,53	0,I59	3,99	2	0,23	I,59	0,399	-I8	-2,07	I6	39,9
4I	4,72	I2,6	35,5	2I	2,42	0,I26	3,55	I	0,I2	I,26	0,355	-I9	-2,I8	I3	35,5
40	4,60	I0,0	3I,6	20	2,30	0,I00	3,I6	0	0,00	I,00	0,3I6	-20	-2,30	I0	3I,6
39	4,48	7,95	28,2	I9	2,I8	0,080	2,82	-I	-0,I2	0,80	0,282	-2I	-2,42	8,0	28,2
38	4,37	6,3I	25,I	I8	2,07	0,063	2,5I	-2	-0,23	0,63	0,25I	-22	-2,53	6,3	25,I
37	4,25	5,0I	22,4	I7	I,96	0,050	2,24	-3	-0,35	0,50	0,224	-23	-2,65	5,0	22,4
36	4,I4	3,98	20,0	I6	I,84	0,040	2,00	-4	-0,46	0,40	0,200	-24	-2,76	4,0	20,0
35	4,02	3,I6	I7,8	I5	I,72	0,032	I,78	-5	-0,58	0,32	0,I78	-25	-2,88	3,2	I7,8
34	3,9I	2,5I	I5,9	I4	I,6I	0,025	I,59	-6	-0,69	0,25	0,I59	-26	-2,99	2,5	I5,9
33	3,80	2,00	I4,I	I3	I,50	0,020	I,4I	-7	-0,80	0,20	0,I4I	-27	-3,I0	2,0	I4,I
32	3,68	I,59	I2,6	I2	I,38	0,0I6	I,26	-8	-0,92	0,I6	0,I26	-28	-3,22	I,6	I2,6
3I	3,56	I,26	II,2	II	I,26	0,0I3	I,I2	-9	-I,04	0,I3	0,II2	-29	-3,34	I,3	II,2

При выполнении расчетов для наладочных и эксплуатационных целей принято окончательный результат выражать с точностью до I дБ. Большая точность (до 0,5 дБ) необходима только при определении значения затухания в полосе пропускания фильтра.

2. График для определения напряжения чувствительности приемника при заданном уровне чувствительности

Напряжение сигнала на входных выводах приемопередатчика зависит от его входного сопротивления, входного сопротивления ВЧ кабеля и степени согласования входа приемопередатчика с кабелем.

На рис. 45 (см.вклейку) дан график определения напряжения чувствительности приемника при заданном уровне чувствительности

График рассчитан по формулам, приведенным в п.I.3.3.

Ниже приведены примеры, решаемые с помощью данного графика.

П р и м е р I. Задан уровень порога чувствительности приемника.

$$P_ч = -I \text{ дБ}.$$

Измерены $Z_П = 48$ Ом; $Z_К = I60$ Ом.

Определить напряжение порога чувствительности.

На графике проводим прямую, соответствующую уровню - I дБ; по точке пересечения координаты $Z_П = 48$ Ом определяем значение напряжения порога чувствительности $U_ч = 0{,}I8$ В.

Для $Z_К = I60$ Ом находим поправку

$$K = \frac{\sqrt{Z_К}\,(Z_П + I00)}{I0\,(Z_П + Z_К)} = \frac{\sqrt{I60}\cdot(48 + I00)}{I0\cdot(48 + I60)} = 0{,}9.$$

Пример 2. Задано напряжение порога чувствительности приемника.

$$U_{ч} = 0{,}65 \text{ В}.$$

Измерены $Z_{п} = 320$ Ом; $Z_{к} = 70$ Ом.

Определить уровень порога чувствительности приемника.

$$U_{ч100} = \frac{U_{ч}}{K}; \; K = \frac{\sqrt{70} \cdot 420}{10 \cdot 390} = 0{,}9,$$

$$U_{ч100} = \frac{0{,}65}{0{,}9} = 0{,}72 \text{ В}.$$

На пересечении координат, соответствующих $U_{ч100} = 0{,}72$ В и $Z_{п} = 320$ Ом, находим значение уровня чувствительности, близкое к + 4 дБ.

Из приведенных примеров следует, что полученная поправка незначительна. Поэтому при предварительных работах эта поправка не учитывается. Она вводится при окончательном выборе чувствительности приемника.

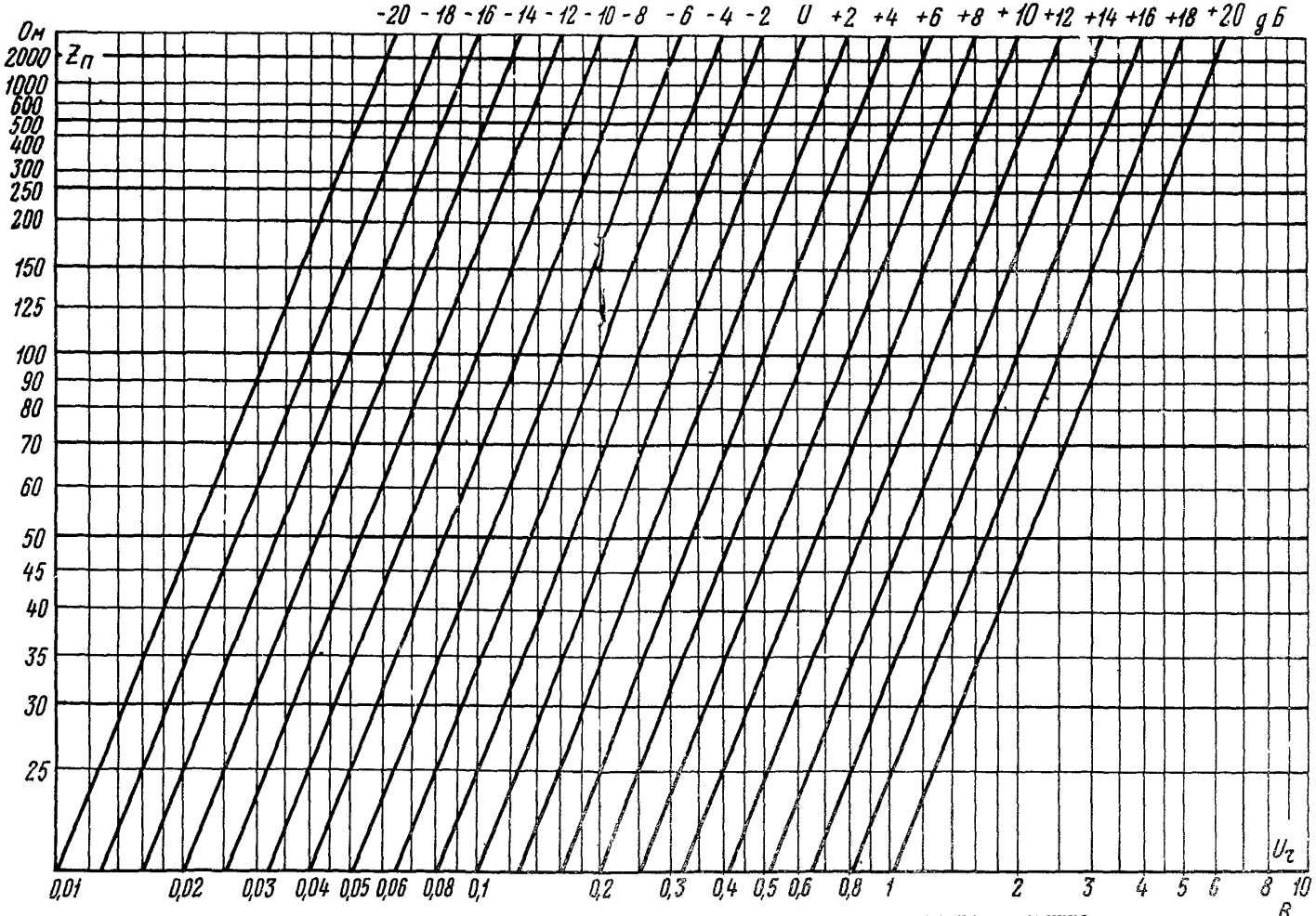


Рис.45. График определения напряжения чувствительности приемника при заданном уровне чувствительности (для $Z_н$ = 100 Ом)

Приложение 2

ТАБЛИЦЫ НОРМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ

Таблицы нормальных режимов работы приемопередатчика УПЗ-70 включают значения напряжений и токов, измеренные в различных точках схемы выносными приборами постоянного и переменного токов и приборами, установленными на самом приемопередатчике.

Результаты измерений сведены: в табл.I6 - значения токов и напряжений, измеренные приборами приемопередатчика, в табл.I7 - значения напряжений, измеренные прибором постоянного тока, и в табл.I8 - значения напряжений, измеренные прибором переменного тока.

Таблицы I6,I7,I8 составлены на основании многолетнего опыта эксплуатации ВЧ приемопередатчиков защиты, а также по результатам лабораторных испытаний, выполненных во ВНИИЭ.

Цифры, приведенные в табл. I6,I7,I8,определяют возможные границы значений напряжений, при которых обеспечиваются нормальные технические характеристики приемопередатчика УПЗ-70.

Данные в табл.I6,I7,I8 приведены для двух типов защит и двух номинальных значений напряжений аккумуляторной батареи; табл.I8 составлена для четырех частот настройки - 50, I50, 300 и 500 кГц, причем, поскольку режим по переменному току практически не зависит от типа защиты, эта таблица справедлива для обоих типов защит.

Нормальные, типовые режимы, которые отражены в табл.I6,I7,I8, в большинстве случаев будут соответствовать режимам данного конкретного приемопередатчика.

Однако табл.I6,I7,I8 следует рассматривать как справочный материал, допускающий некоторые отклонения от приведенных данных.

Необходимо, чтобы при возможных отклонениях полученных значений от нормальных обеспечивалась надежная работа всех элементов схемы приемопередатчика, сохранялась его работоспособность при колебаниях питающего напряжения, удовлетворялись внешние характеристики данного ВЧ канала.

В табл.I6,I7,I8 учтены особенности приемопередатчиков разных лет выпуска. Например, в табл.I8 режимов по переменному току данные для частот 50, I50 и 300 кГц получены применительно к приемопередатчикам без измененных обмоточных параметров трансформа-

Таблица 16

Нормальные значения токов (мА) и напряжений (В), измеренные приборами приемопередатчика

Показатель	Обозначение	Шкала	Тип защиты: Дифференциально-фазная, Напряжение батареи 110 В	Дифференциально-фазная, Напряжение батареи 220 В	Направленная, Напряжение батареи 110 В	Направленная, Напряжение батареи 220 В	Примечание
1. Ток катодов ламп Л6, Л8, Л10 УМ	$I_К$ Л6,Л8,Л10 УМ	500 мА	100-180	150-250	100-250	150-250	Передатчик пущен без манипуляции
2. Ток катодов ламп Л7, Л9, Л11 УМ	$I_К$ Л7,Л9,Л11 УМ	500 мА	100-180	150-250	100-180	150-250	
3. Ток сеток ламп УМ	$I_С$ УМ	100 мА	10-30	10-30	10-30	10-30	
4. Ток катода лампы Л5 УМ	$I_К$ Л5 УМ	100 мА	10-15	15-30	10-15	15-30	
5. Ток катода лампы Л12 генератора смещения	$I_К$ Л12 УМ	100 мА	-	30-60	-	30-60	15-30 в измененной схеме
6. Ток катода лампы Л1 безынерционного пуска	$I_К$ Л1, Л2, Л3, Л4, Г3	10 мА	-	1-3	-	1-3	Передатчик остановлен
7. Ток катода лампы Л2 манипуляции	$I_К$ Л1,Л2,Л3,Л4, Г3	10 мА	0,3-1,5	0,3-1,5	-	-	При манипуляции
8. Ток катода лампы Л3 задающего генератора	$I_К$ Л1,Л2,Л3,Л4, Г3	10 мА	2-4	3-5	2-4	3-5	
9. Ток катода лампы Л4 разделительного каскада	$I_К$ Л1,Л2,Л3,Л4, Г3	10 мА	2-4	3-5	2-4	3-5	Передатчик пущен
10. Ток катода лампы Л14 усилителя высокой частоты приемника	$I_К$ Л14 ПР	100 мА	10-15	15-30	10-15	15-30	-
11. Напряжение принимаемого сигнала	$U_{вх\,ПР}$	Устанавливается на сектор	Устанавливается на сектор шкалы при приеме сигнала дальнего передатчика				-
12. Ток анода лампы Л13 (выходной каскад)	$I_{ПР}$	25 мА	10	10 или 20	15-20	15-20	-
13. Нормальное напряжение источника питания	$U_{пит}$	250 В	110-125	220-235	110-125	220-235	-
14. Ток выхода передатчика	$I_{вых}$	0,5 А 1,0 А	0,2-0,3	0,4-0,6	0,2-0,3	0,4-0,6	Передатчик нагружен на 100 Ом

Таблица 17

Нормальные значения напряжений (В), измеренные прибором постоянного тока (передатчик пущен без манипуляции)

Показатель	Напряжение батареи				Примечание
	110 В		220 В		
	Тип защиты		Тип защиты		
	Дифференциально-фазная	Направленная	Дифференциально-фазная	Направленная	
I. Блок ГЗ					
I. Напряжение на катоде лампы Л1	I,5-3	-	2-4	-	-
2. Напряжение на экранной сетке лампы Л1	30-40	-	30-50	-	-
3. Напряжение на аноде лампы Л1	20-40	-	40-80	-	-
4. Напряжение на катоде лампы Л2	I,5-3	-	2-4	-	-
5. Напряжение на экранной сетке лампы Л2	30-40	-	30-50	-	-
6. Напряжение на аноде лампы Л2	20-40	-	40-80		-
7. Напряжение на экранной сетке лампы Л3	30-40	30-40	40-80	40-80	-
8. Напряжение на аноде лампы Л3	30-40	30-40	40-70	40-70	-
9. Напряжение на катоде лампы Л4	I5-30	I5-30	20-50	20-50	-
I0. Напряжение на экранной сетке лампы Л4	20-40	20-40	40-80	40-80	-
II. Напряжение на аноде лампы Л4	70-90	70-90	I40-I80	I40-I80	-
II. Блок УМ					
I. Напряжение на катоде лампы Л5	6-I0	6-I0	I5-20	I5-20	-
2. Напряжение на экранной сетке лампы Л5	I03-I07	I03-I07	205-2I0	205-2I0	-
3. Напряжение на аноде лампы Л5	II0	II0	220	220	-
4. Напряжение на катодах ламп Л6-Л11	0-2	0-2	I5-20	I5-20	Автоматическое смещение (введены *R*50 и *R*5I)
5. Напряжение на управляющих сетках ламп Л6-Л11 (на средней точке сеточной обмотки трансформатора Тр1)	0	0	-(25 - 35)	-(25-35)	
6. Напряжение на экранных сетках ламп Л6-Л11	II0	II0	220	220	-
7. Напряжение на анодах ламп Л6-Л11	II0	II0	220	220	-
8. Напряжение на экранной сетке лампы Л12	-	-	I30-I70	I30-I70	80-II0 } В измененной схеме генератора смещения
9. Напряжение на аноде лампы Л12	-	-	200-2I0	200-2I0	II0-I40 }
I0. Напряжение на конденсаторе С28	=	-	-(50-60)	-(50-60)	-(28-33) }
II. Напряжение на конденсаторе С27	=	-	-(25-30)	-(25-30)	-(25-30) }

Окончание таблицы 17

Показатель	Напряжение батареи				Примечание
	110 В		220 В		
	Тип защиты		Тип защиты		
	Дифференциально-фазная	Направленная	Дифференциально-фазная	Направленная	
III. Блок ПР					
1. Напряжение на катоде лампы Л14	6-10	6-10	15-20	15-20	-
2. Напряжение на экранной сетке лампы Л14	103-107	103-107	205-210	205-210	-
3. Напряжение на аноде лампы Л14	110	110	220	220	-
4. Напряжение на катоде лампы Л13	0	30-45	0	30-70	-
5. Напряжение на экранной сетке лампы Л13	25-40	50-110	30-60	60-160	-
6. Напряжение на аноде лампы Л13	95-105	50-70	200-215	150-170	-
7. Напряжение на выходе основного детектора (на R88)	50-100	60-120	60-230	70-250	-
8. Напряжение на выходе второго детектора (на R87, R88)	-	-	60-230	-	-
9. Напряжение отсечки детектора (на перемычке П2)	30-40	-	35-80	-	-
10. Напряжение питания микрофона (на движке R78)	30-50	30-50	40-60	40-60	-
IV. Блок БРН					
1. Ток накала лампы 6П3С-[illegible] (А)	0,85-0,87	0,85-0,87	0,85-0,87	0,85-0,87	-
2. Ток накала лампы 6Ж1-П (А)	0,17-0,175	0,17-0,175	0,17-0,175	0,17-0,175	-

Таблица 18

Нормальные значения напряжений (В), измеренные ламповым вольтметром
(передатчик пущен без манипуляции)

Показатель	Частоты настройки, кГц								Примечание
	50		150		300		500		
	Напряжение батареи, В								
	110	220	110	220	110	220	110	220	
I. Блок ГЗ									
1. Напряжение на контуре $L1, C7$	6-12	10-20	6-12	10-20	6-12	10-20	3-5	4-8	-
2. Напряжение на аноде лампы Л3	12-15	15-30	12-15	15-30	10-12	12-25	5-10	7-15	-
3. Напряжение на управляющей сетке лампы Л4	10-13	12-28	11-14	12-28	9-11	10-25	8-10	7-15	2-5 В при наличии делителя $R16, R16'$
4. Напряжение на аноде лампы Л4	5-10	10-25	5-10	10-25	5-10	10-25	3-8	5-10	-
5. Напряжение на движке потенциометра $R20$	3-6	5-10	4-7	7-15	5-10	10-25	5-8	5-10	-
II. Блок УМ									
1. Напряжение на входе УМ	3-6	5-10	4-7	7-15	5-10	10-25	5-8	5-10	-
2. Напряжение на аноде лампы Л5	30-60	100-150	30-50	70-110	25-40	70-110	25-40	60-90	-
3. Напряжение на сеточных обмотках трансформатора Тр1	8-15	15-30	8-12	15-30	8-12	15-30	10-17	15-30	-
4. Напряжение на детекторных обмотках трансформатора Тр2	-	100-150	-	70-110	-	70-110	-	60-90	-
5. Напряжение на анодных обмотках трансформатора Тр2	40-60	100-150	50-70	100-140	50-70	100-130	40-60	100-130	-
6. Напряжение на выходной обмотке трансформатора Тр2	25-30	60-90	30-35	60-90	30-35	50-80	20-25	50-80	-
7. Напряжение на анодной обмотке трансформатора Тр3	-	150-200	-	150-200	-	150-200	-	150-200	(80-110) В измененной схеме генератора смещения
8. Напряжение на сеточной обмотке трансформатора Тр3	-	15-25	-	15-25	-	15-25	-	15-25	(10-15)
9. Напряжение на выходной обмотке трансформатора Тр3	-	45-60	-	45-60	-	45-60	-	45-60	(20-30)
III. Блок ФЛ									
1. Напряжение на входной обмотке трансформатора Тр4	25-30	60-90	30-35	60-90	30-35	50-80	20-25	50-80	При $R_н$ = 100 Ом
2. Напряжение на вторичной обмотке трансформатора Тр4	12-15	25-35	15-18	30-40	15-18	30-40	10-13	25-35	

Окончание таблицы 18

Показатель	Частоты настройки, кГц								Примечание
	50		150		300		500		
	Напряжение батареи, В								
	110	220	110	220	110	220	110	220	
3. Напряжение на первичной обмотке трансформатора Тр5	10-12	20-30	12-16	25-30	12-16	25-30	7-10	15-20	При $R_н$ =100 Ом
4. Напряжение на линейной обмотке трансформатора Тр5	24-30	55-70	24-30	50-60	20-25	45-50	20-25	45-50	
IУ. Блок ПР									
1. Напряжение на первичной обмотке трансформатора Тр7	25-30	60-90	24-30	50-60	20-25	45-50	20-25	45-50	-
2. Напряжение на вторичной обмотке трансформатора Тр7	0,2-2	0,2-6	0,2-2	0,2-6	0,3-6	0,3-6	0,3-3	0,3-6	-
3. Напряжение на управляющей сетке лампы Л14	10-18	10-18	10-18	10-18	10-18	10-18	10-18	10-18	-
4. Напряжение на аноде лампы Л14	40-70	150-200	30-60	80-120	30-60	60-100	40-70	60-100	-
5. Напряжение на детекторной обмотке трансформатора Тр6	50-80	155-200	40-70	100-150	40-70	80-120	40-60	60-100	-
6. Напряжение на телефонной обмотке трансформатора Тр6	5-12	5-15	5-10	5-15	5-10	5-15	3-8	5-10	

торов, данные для частоты 500 кГц - к приемопередатчикам с измененными обмоточными параметрами трансформаторов.

Окончательно измерение режимов приемопередатчика производится после полной его проверки, наладки и снятия характеристик ВЧ канала. Измерения вносятся в таблицы, являющиеся составной частью паспорта-протокола. Это дает возможность при последующей проверке аппаратуры определить отклонения от нормальной работы блока и отыскать повреждение.

Измерения должны проводиться при нормальном эксплуатационном напряжении аккумуляторной батареи; измерения токов приборами, установленными на приемопередатчике, производятся только при вставленных блоках.

Напряжения постоянного тока измеряются вольтметром с большим внутренним сопротивлением, например тестером Ц4315, напряжение высокой частоты - ламповым вольтметром; класс точности приборов - не хуже 2,5% на постоянном токе и 4% на переменном.

Низкопотенциальный (земляной) конец вольтметра всегда должен подключаться к земляному или минусовому потенциалу, находящемуся непосредственно в блоке, в котором проводятся измерения. Длина измерительных концов должна быть минимальной.

Приложение 3

ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАДИОЛАМП

В приемопередатчик должны устанавливаться только новые, не бывшие в работе лампы.

Допускается установка ламп, срок изготовления которых не превышает 10 лет.

Перед установкой в приемопередатчик лампы должны быть проверены на испытателе ламп.

Разброс параметров новых ламп не оказывает заметного влияния на основные характеристики приемопередатчика. Исключение составляет лампа Л-1 (6Ж1П), при замене которой должна быть проверена характеристика безынерционного пуска.

Для сокращения времени вывода защиты из работы при устранении неисправностей резервный комплект новых испытанных ламп желательно хранить в шкафу каждого работающего приемопередатчика.

Для исключения возможности повторного применения использованные в приемопередатчиках лампы должны быть уничтожены (или отмечены знаком неисправности).

Порядок проверки радиоламп:

I. Прочность изоляции между электродами испытывается только для ламп 6П3С и 6П3СЕ. Мегомметром I000 В проверяется изоляция между всеми электродами ламп в холодном состоянии. После двухминутного прогрева мегомметром I000 В испытывается изоляция между нитью накала и катодом. Сопротивление изоляции должно быть не менее 50 МОм.

2. На испытателе ламп проверяются следующие параметры всех радиоламп: ток анода, крутизна, вакуум лампы. Нормы параметров приведены в инструкции к испытателю.

3. На каждой лампе, устанавливаемой в приемопередатчик, должны быть написаны значения тока анода и крутизны, а также дата установки. Надпись выполняется тушью или краской на баллоне или цоколе лампы.

3. На табличке, которую желательно укрепить на лицевой панели приемопередатчика (см.рис.44), необходимо написать дату (месяц и год) предстоящей замены радиоламп.

Срок службы радиоламп

Приемопередатчик УПВ-70 обеспечивает длительную нормальную работу канала при облегченном режиме ламп. Облегченным режимом считается режим, при котором значение постоянной составляющей тока анода ламп (при незапущенном передатчике) равно: для радиоламп 6П3 - менее 25 мА, а 6Ж1П - менее 5 мА. При этом наиболее длительная надежная работа ламп обеспечивается, если отклонение нормального напряжения аккумуляторной батареи не выходит за пределы $\pm$2-3%. Наиболее длительно допустимое время эксплуатации радиоламп 6П3С и 6Ж1П - три года, 6П3СЕ и 6Ж1ПЕ - пять лет.

Реальные нормы длительности работы радиоламп устанавливаются в энергосистемах с учетом местных условий. Например, на подстанциях без обслуживающего персонала, на подстанциях, где напряжение батареи регулярно выходит за указанные пределы, не следует допускать максимальной длительности работы радиоламп. Кроме того, желательна замена всего комплекта ламп во время первой плановой проверки.

Приложение 4

_____

Энергосистема

Подстанция _____

Линия _____

Рабочая фаза _____

Заданная частота _____

Тип защиты _____

ПАСПОРТ-ПРОТОКОЛ
ВЧ КАНАЛА ЗАЩИТЫ

Дата проверки и обьем работ	Заключение	Подпись проводившего проверку

1. Основные данные ВЧ канала

Заданные частоты		Рабочая фаза	Длина ВЛ	Тип защиты	Частоты и рабочие фазы ВЧ каналов, работающих на данной ВЛ
Передатчик	Приемник				

2. Оборудование

Наименование	Тип	Дополнительные данные
Приемопередатчик		Заводской номер
Разделительный фильтр		Место установки
ВЧ кабель		Расположение муфт
Фильтр присоединения		Наличие отборника
Конденсатор связи		Суммарная емкость
Заградитель		Тип элемента настройки

3. Проверка заградителя

Дата	Механическое состояние и испытание мегомметром			
	Силовая катушка	Конденсаторы	Индуктивности сопротивления	Разрядники

Частотные характеристики заградителя

Частота												

Частота												

Частота												

Диапазон настройки заградителя _____

4. Фильтр присоединения

Дата	Диапазон частот	Емкость конденсатора связи	Емкость ФП	Рабочая схема ФП

Проверка изоляции и механического состояния

Дата	Изоляция		Разрядник		Механическая исправность ФП, ошиновки, заземления
	Трансформатор	Конденсатор	$R_{из}$	$U_{пр}$	

Характеристика ФП

Частота												
Затухание												

Частота												
Затухание												

Проверка затухания ФП вместе с ВЧ кабелем

Дата	Замеры на передатчике			Замеры на ФП				Затухание
	$U_{вых}$	$I_{вых}$	$P_{вых}$	$C_{экв}$	$R_{нагр}$	$U_{нагр}$	$P_{нагр}$	

5. Разделительный фильтр

Дата	Механическое состояние	Сопротивление изоляции	Вносимое затухание

6. ВЧ кабель

Сопротивление изоляции

7. Проверка приемопередатчика

Дата	Механическая исправность деталей, паек, монтажа	Диоды Д6-Д7, $U_{сраб}$	Проверка изоляции		
			Прочность	Сопротивление	Тип мегомметра

Изменения в схеме, замена поврежденных узлов, деталей _____

_____

_____

Положение перемычек, оставленных в работе

Дата	Блок ГЗ	Блок УМ	ФЛ	ПР	Каркас

Отпайки на трансформаторах и индуктивностях, оставленные в работе

Дата	Блок ГЗ		Блок УМ Тр2				ФЛ Тр4		ФЛ Тр5			ПР Тр7	
	L_1	L_2	Земля	Линия	Приемник	Д6-7	I обмотка	II обмотка	Земля	Линия	Приемник	I обмотка	II обмотка

Значения емкостей контуров, оставленных в работе

Дата	Блок ГЗ		Блок ФЛ		Блок ПР		
	С7	С12	С41	С42	С61	С57	Емкость связи

Характеристики линейного фильтра:

а) затухание со стороны передатчика

Дата										
	Частота									
	Затухание									
	Частота									
	Затухание									
	Частота									
	Затухание									

б) входное сопротивление со стороны ВЛ в нормальной схеме

Дата										
	Частота									
	Входное сопротивление									
	Частота									
	Входное сопротивление									
	Частота									
	Входное сопротивление									

Установка и замена радиоламп

(регулировка тока накала проводится при нормальном для данной подстанции напряжении на батарее прибором класса не ниже I)

Дата установки	Срок (дата) следующей замены	Проверка радиоламп на испытателе	Проверка изоляции радиоламп	Напряжение питания	Ток накала	
					6П3-С	6Ж1П

Настройка передатчика

Измеренные параметры	Дата				
Частота передатчика при работе с кварцем, кГц					
Частота передатчика при работе с эквивалентом, кГц					
Настройка анодного контура лампы Л4					
Частоты дальних передатчиков					

Настройка приемника

Измеренные параметры	Дата				
Частота настройки приемника					
Полоса пропускания приемных контуров					
Уровень чувствительности на частоте настройки					
Напряжение на входе при установке на сектор предела $U_{вх.пр}$					
Опробование переговорного устройства					

Характеристики приемника

Дата	Показатель	Чувствительность к сигналу						Избирательность приемника					
		дальнего передатчика			собственного передатчика			при $U_{ген}$	f_1	f_1'	f_2''	f_2	K
	$U_{вх}$												
	$I_{пр}$												
	$U_{вх}$												
	$I_{пр}$												
	$U_{вх}$												
	$I_{пр}$												
	$U_{вх}$												
	$I_{пр}$												
	$U_{вх}$												
	$I_{пр}$												

Проверка цепей пуска и останова

Дата					
Контактный пуск					
Начало безынерционного пуска					
Полный безынерционный пуск					
Проверка цепи останова					

Просмотр работы приемопередатчика по осциллографу: четкость пуска и останова, отсутствие самовозбуждений, форма импульсов манипуляции в передатчике и приемнике

Дата					
Результаты просмотра					

Характеристика манипуляции

Дата	Ток покоя	Характеристика манипуляции									
		$U_{ман}$									
		$I_{пр}$									
		γ									
		$U_{ман}$									
		$I_{пр}$									
		γ									
		$U_{ман}$									
		$I_{пр}$									
		γ									
		$U_{ман}$									
		$I_{пр}$									
		γ									
		$U_{ман}$									
		$I_{пр}$									
		γ									

Выходные параметры приемопередатчика при пуске без манипуляции

Дата	Работа на линию						Работа на нагрузке 100 Ом		
	$I_{вых}$	$U_{вых}$	$Z_{вх}$ ВЧ кабеля	$P_{вых}$	$\tilde{U}$ помехи	$U_{вх.дальн}$*	$I_{вых}$	$U_{вых}$	$P_{вых}$

*При большом значении напряжения помехи $U_{вх.дальн}$ напряжение на входе при приеме дальнего сигнала измеряется за ФД.

Остаточное напряжение на выходе остановленного передатчика, нагруженного на I00 Ом

Измеренные параметры	Дата					
Напряжение на выходе приемопередатчика						
Напряжение на линейной обмотке Тр7						

Токи, измеренные прибором И-I приемопередатчика (без манипуляции)

Измеряемые параметры	Условия измерения	Дата				
$I_К$ Л6, Л8, Л10 УМ	Пуск					
	Останов					
$I_К$ Л7, Л9, Л11 УМ	Пуск					
	Останов					
$I_С$ УМ	Пуск					
	Останов					
$I_К$ Л5 УМ	Пуск					
$I_К$ Л12 УМ	Пуск					
$I_К$ Л1 ГЗ	Пуск					
	Останов					
$I_К$ Л2 ГЗ	Без манипуляции					
	Манипуляция					
$I_К$ Л3 ГЗ	Останов					
$I_К$ Л4 ГЗ	Пуск					
	Останов					
$I_К$ Л14 ПР	Останов					
$U_{вх.пр}$	Свой сигнал					
	Дальний сигнал					
$I_{пр}$	Ток покоя					
	Пуск					
$I_{вых}$	Без манипуляции					
	Манипуляция					
Напряжение питания	Контрольный прибор					
	Прибор ИП					

Реким работы передатчика по постоянным напряжениям (передатчик пущен без манипуляции)

Измеряемые параметры	Точки подключения прибора						
$U_к$ Л1							
$U_э$ Л1							
$U_к$ Л2							
$U_э$ Л2							
$U_к$ Л3							
$U_э$ Л3							
$U_к$ Л4							
$U_э$ Л4							
$U_к$ Л5							
$U_{см}$ УМ							

Реким работы приемопередатчика по напряжениям переменного тока

Измеряемые параметры	Условия измерения						
$U_к$ Л13	Останов						
$U_э$ Л13	Останов						
$U_к$ Л14	Останов						
$U_э$ Л14	Останов						
U отсечки	Останов						
U нагрузки детектора	Пуск без манипуляции						

Режим работы приемопередатчика по напряжениям постоянного тока (передатчик пущен без манипуляции)

Измеряемые параметры	Точки подключения прибора						
U контура ГЗ							
U_c Л4							
U_c Л5							
U обмоток Тр1:							
анодная							
сеточные обмотки							
детекторная							
U обмоток Тр2:							
анодные обмотки							
приемник							
Д6, Д7							
U обмоток Тр3:							
анодная							
сеточная							
выпрямительная							
U Тр4 II обмотки							
U обмоток Тр5:							
I обмотка							
линия							
приемник							

Измеряемые параметры	Точки подключения прибора					
U обмоток Тр6: анодная						
детекторная						
телефонная						
U_c Л14						
U обмоток Тр7: I обмотка						
II обмотка						

Типы и номера примененных при работе измерительных приборов

Прибор	Дата				
Измерительный ВЧ генератор					
Ламповый вольтметр					
Вольтамперметр					
Частотомер					

8. Двухсторонняя проверка

Затухание ВЧ канала

Режим работы		Дата					
Передача с ... :	$I_{вых}$						
	$U_{вых}$						
	$Z_{вх.к}$						
	$P_{вых}$						
Прием на...:	$U_{нагр}$						
	$R_{нагр}$						
	$P_{пр}$						
Затухание							
Передача с ... :	$I_{вых}$						
	$U_{вых}$						
	$Z_{вх.к}$						
	$P_{вых}$						
Прием на...:	$U_{нагр}$						
	$R_{нагр}$						
	$P_{пр}$						
Затухание							

Запас по затуханию

Направление передачи сигнала	Дата					
Передача						
Прием						
Передача						
Прием						

Проверка отсутствия влияния соседних ВЧ каналов

Дата						
Результаты проверки						

Обмен контрольными сигналами

Дата	Напряжение питания	Первичный ток нагрузки ВЛ	Ток выхода	Ток покоя приемника	Токи приемника при пуске			Работа сигнализации
					собственного передатчика	дальнего передатчика	обоих передатчиков	

Список использованной литературы

I. - Эксплуатационный циркуляр № Э-I/74. Определение минимального допустимого уровня порога чувствительности приемников высокочастотных каналов релейных защит. СЦНТИ ОРГРЭС, 1974, 10 с.

2. ЛЕВИУШ А.И., МИКУЦКИЙ Г.В., САПИР Е.Д. Уменьшение влияния помех от короны на работу ВЧ канала диффазной защиты. "Электричество", 1972, № 11. с.6-11.

3. - Руководящие указания по выбору частот высокочастотных каналов по линиям электропередачи напряжением 35, 110, 220, 330, 500 и 750 кВ. СПО ОРГРЭС, 1976. 232 с.

4. МИКУЦКИЙ Г.В. Высокочастотные каналы релейной защиты. Госэнергоиздат, 1959, 272 с.

5. БЕРКОВИЧ М.А., ЛИОН Г.Я., ШТЕМПЕЛЬ Е.П. Руководящие указания по эксплуатации оборудования высокочастотных каналов релейной защиты ЛЭП 110 и 220 кВ. Госэнергоиздат, 1959, 120 с.

6. МАЛЫШЕВ А.И., ШКАРИН Ю.П. Специальные измерения высокочастотных трактов, аппаратуры и каналов связи по линиям электропередачи. "Энергия", 1970, 264 с.

7. - Справочник по наладке высокочастотных устройств управления энергосистемами. Под ред.Э.С.МУСАЭЛЯНА, "Энергия",1972, 256 с.

8. МИКУЦКИЙ Г.В. Устройства обработки и присоединения высокочастотных каналов. Изд.2-е переработанное и дополненное. "Энергия", 1974, 200 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....

Глава I. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА УПЗ-70 И ВЧ КАНАЛА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ 3

I.I. Технические данные 3

I.2. Электрическая схема 6

I.3. Электрические характеристики приемопередатчика и ВЧ канала 23

Глава 2. НАЛАДКА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО КАНАЛА С ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКАМИ УПЗ-70 46

2.I. Приемопередатчик УПЗ-70 46

2.2. Подготовка к наладке 47

2.3. Наладка приемопередатчика 50

2.4. Двусторонняя проверка 65

2.5. Оформление паспорта-протокола 72

Глава 3. НАСТРОЙКА И РЕГУЛИРОВКА ОТДЕЛЬНЫХ БЛОКОВ И УЗЛОВ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА УПЗ-70..... 73

3.I. Указания по регулировке 73

3.2. Блок задающего генератора 73

3.3. Усилитель мощности 76

3.4. Линейный фильтр 77

3.5. Приемник 80

Глава 4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВЧ КАНАЛОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ 84

4.I. Ежедневный обмен контрольными сигналами 84

4.2. Полная плановая проверка 87

4.3. Частичная проверка 89

П р и л о ж е н и е I. Переводная таблица уровней мощности и график для определения напряжения чувствительности 90

П р и л о ж е н и е 2. Таблицы нормальных режимов 95

П р и л о ж е н и е 3. Эксплуатация радиоламп.... I0I

П р и л о ж е н и е 4. Паспорт-протокол ВЧ канала защиты I03

gost.e-ecolog.ru