

Некоторые типичные и возможные неисправности приемопередатчиков ПВЗ-90М... при эксплуатации

1.	Неисправности в БП.....	2
2.	Неисправности в ЛФ.....	3
3.	Неисправности в МУС.....	3
4.	Неисправности в УПР.....	4
5.	Неисправности в ПРМ1.....	4
6.	Неисправности в ПРМ2.....	4
7.	Неисправности в ГСЧ.....	5
8.	Неисправности в АК.....	6
9.	Неисправности в УК.....	6
10.	Неисправности в ДП.....	6

1. Неисправности в БП

Типичнейшей неисправностью,

сплошь и рядом встречающейся в БП является **выход из строя электролитических конденсаторов блока** (причём, как правило, чаще всего «подводят» низковольтные конденсаторы во вторичных (выходных) цепях БП). Причиной тому является повышенная температура при работе БП, которая вызывает ускоренное старение упомянутых элементов и как следствие – потерю электрической ёмкости или повышенные утечки, или то и другое одновременно.

Внешнее проявление

таких неисправностей может выражаться, например,

- в неустойчивой работе ГСЧ (вплоть до невозможности «войти в синхронизм»),
- в чрезмерно частых ложных срабатываниях сигнализации АК и общем снижении помехоустойчивости АК (правда, она – помехоустойчивость АК - и так не на высоте!) – это при старении сглаживающих конденсаторов вторичных напряжений БП (С25...С29),
- или в отказах БП “запускаться” при включении питания поста (С9, С10).

Методы предотвращения отказов -

- замеры пульсаций выходных вторичных напряжений БП (вольтметром ВЗ-38 или ВЗ-55) при каждом удобном случае (а не только во время планового ТО!) и сравнение полученных значений с данными протокола наладки конкретного поста (и с нормативными величинами). При получении неудовлетворительных результатов - менять соответствующие конденсаторы, не дожидаясь отказа!
- если есть желание продлить сроки работы БП «от замены до замены» конденсаторов, а главное, если есть такая возможность, то взамен вышедших из строя можно устанавливать дорогие импортные «банки» с маркировкой 85°C или, ещё лучше (но ещё дороже) - 105°C¹. Если такой возможности нет, то применяйте конденсаторы с большей номинальной ёмкостью и большим допустимым напряжением, если, конечно, их удастся «втиснуть» в нужное место.

О других неисправностях БП:

- Не так уж и редко (хотя и не слишком часто) случается **выход из строя оптопар VK1, VK2** (одного из их элементов). Результатом является работа сигнализации НЕИСПРАВНОСТЬ БП (светит красный светодиод) при фактическом присутствии всех вторичных напряжений блока. Устраняется эта неисправность заменой вышедшей из строя оптопары.
- **Выход из строя стабилизаторов VD20, VD21, VD22** (с одновременным перегоранием предохранителей F3, F4). Внешне это выглядит приблизительно так: «пропадает» питание поста, предохранители «БАТ» оказываются «сгоревшими»; установленные новые предохранители моментально перегорают.

Вообще говоря, это следует считать не неисправностью, а правильной работой защиты приёмопередатчика от перенапряжений в питающей сети (ШУ) – стабилизаторы VD20, VD21, VD22, «жертвуя собой», защищают БП поста от возможных серьёзных повреждений. Конечно, по-хорошему здесь вместо этих стабилизаторов (Д817Г) должны были бы находиться т. наз. ограничительные диоды, способные выдерживать без разрушения значительные токи – в этом случае происходило бы только перегорание предохранителей. Однако, на сегодняшний день такие приборы, особенно высоковольтные, весьма дефицитны (порой складывается впечатление, что они существуют только в проспектах и справочниках, но не в реальной действительности).

Но, в любом случае, здесь данное техническое решение (т. е. применение в схеме VD20, VD21, VD22) следует считать скорее неудачным, т. к. во-первых, работа такой «защиты» моментально приводит в нерабочее состояние основную защиту ЛЭП, а во-вторых, практический опыт эксплуатации свидетельствует о достаточно высокой стойкости БП ПВЗ-90М... к возможным импульсным перенапряжениям в цепях опертока подстанции (особенно когда приёмопередатчик запитан через специальный фильтр²). Поэтому **у всех**

¹ В настоящее время электролитические (оксидные) конденсаторы такого класса, вероятно, выпускаются и отечественной промышленностью, правда, автор пока таких не встречал.

² В «Смоленскэнерго» для этой цели последнее время использовались сетевые фильтры типа ФС-4 – особенно рекомендуется применение устройств подобного рода на подстанциях с «выпрямленным» опертоком.

приемопередатчиков ПВЗ-90М1... рекомендуется удалять стабилитроны VD20, VD21, VD22 блока питания – по возможности на стадии наладки (доработок).

- В эксплуатации также наблюдались ряд случаев отказов БП по причине не слишком высокого качества печатных плат – нарушения нормальной работы блока из-за отсутствия (пропадания) контакта в металлизированных отверстиях, соединяющих дорожки печатного монтажа с разных сторон платы.¹ – Положение часто усугубляется тем, что такие отверстия широко использованы для монтажа радиодеталей, что затрудняет или вообще делает невозможным визуальный контроль состояния паек и «переходов». (Типичные тому примеры: монтаж конденсаторов С8, С9, С26, С27, С29)

Предупреждение ремонтникам:

при любых неисправностях БП не стоит сразу «бросаться» менять микросхему DA1 или силовой транзистор VT1 – здесь они выходят из строя редко!

2. Неисправности в ЛФ

- **Выход из строя диода VD7 (КД922А).** Внешне такая неисправность выглядит как якобы «отсутствие тока выхода», причём как по встроенному прибору блока ПРМ-2, так и по замерам ВЧ вольтметром в гн. «Iвых». Возможные замены: КД922Б; 2Д922А,Б; КД521А...Г; 2Д522Б ; КД522А,Б – после замены рекомендуется проверить калибровку встроенного прибора бл. ПРМ2 (при нажатой кн. ТОК ВЫХОДА), при необходимости - откорректировать.
- **Электрический пробой сквозь печатную плату** блока в местах «пересекающихся» дорожек – в случаях, когда не была сделана соответствующая доработка (см. Часть 1 Методических рекомендаций...).
- **Возможны повреждения катушек индуктивности или (и) конденсаторов контуров ЛФ, повреждения дифференциального трансформатора** при пусках передатчика на «холостой ход» - т. е. при ненагруженной эквивалентом или линией клемме ЛФ – в режиме полной выходной мощности МУС (т. е. когда дополнительная обмотка ТЗ блока МУС не используется). Также вероятно возникновение аналогичных повреждений, если в результате неисправностей ГСЧ или ЛФ несущая частота совпала с собственной резонансной частотой одного из контуров фильтра и при этом был осуществлен пуск передатчика.
- **Электрический пробой между центральной стойкой крепления печатной платы к основанию и проходящими рядом с ней выводами катушек индуктивности фильтра** (проявляется только в тех ЛФ, где в конструкции применены металлические стойки², «одетые» в ПХВ трубку). Методы борьбы или предотвращения³ такой неисправности:
 - усиление изоляции центральной стойки, или
 - удаление центральной стойки⁴

3. Неисправности в МУС

- вероятней всего возможные неисправности МУС могут быть **связаны с невысоким качеством изготовления печатной платы** блока, особенно в части металлизированных переходных отверстий, в том числе и используемых для монтажа деталей. Весьма показателен тому недавний пример, когда была частично нарушена коммутация эмиттера VT4 (с него берется питание предоконечного каскада МУС). Вследствие того, что одна часть схемы связана с эмиттером VT4 дорожкой с «нижней» стороны платы (сторона паек), а другая со стороны

¹ Один из подобных случаев, заключавшийся в нарушении целостности «земли» вторичных цепей БП, выглядел как «пробой» микросхемы – стабилизатора 5В (DA3 – KP142EH5A), вызывающий работу защиты от превышения напряжения в канале 5В.

² Металлические стойки стали применяться заводом-изготовителем в аппаратах относительно более поздних выпусков (прежде использовались фторопластовые), как максимум с 2003 г., (а то и еще раньше).

³ Если предотвращать – то лучше уж на стадии наладки приемопередатчика.

⁴ Те специалисты, кто практикует удаление стойки, уверяют, что на общую жесткость конструкции это значимого влияния не оказывает – оставшиеся стойки вполне достойно справляются с задачей удержания платы ЛФ на предназначенном ей месте.

монтажа, нарушение контакта в металлизации отверстия вызвало фактическое разделение указанных цепей. Это в свою очередь создало аварийный режим работы выходных транзисторов МУС, которые и не замедлили выйти из строя. Неоднократные попытки заменить «сгоревшие» транзисторы приводили к такому же результату до тех пор, пока не была выявлена и устранена истинная причина неисправности (т. е. пока эмиттер VT4 не был тщательно пропаян с обеих сторон платы).

- выходные транзисторы МУС могут также выйти из строя **при пусках передатчика на «холостой ход»** - т. е. на ненагруженный линией или $R_{ЭКВ}$ линейный фильтр – подобных случаев допускать не следует, особенно для передатчиков, работающих на полной мощности (с выведенной дополнительной обмоткой ТЗ блока МУС).

В наст. время завод-изготовитель в качестве выходных транзисторов использует КТ8126А1, однако при необходимости в качестве замены можно успешно применять КТ840А.

4. Неисправности в УПР

- - нет данных.

5. Неисправности в ПРМ1

- могут выражаться в самопроизвольном «ухуде» частотных характеристик ФВхПРМ и ФПЧ за пределы нормы, что объясняется старением ферритовых сердечников катушек индуктивности фильтров, вследствие чего меняется индуктивность и, естественно настройка фильтра. Единственный способ справиться с такой неисправностью – это скорректировать настройку соответствующего фильтра.

Предупреждение: Никогда не беритесь за настройку ФПЧ, если у вас нет специализированного прибора для исследования (наблюдения) АЧХ (амплитудно-частотных характеристик)!

- причиной отсутствия ВЧ сигнала на выходе ПРМ1 (гн. ФПЧ) при его наличии на входе приемника (гн. ВХОД) и после ФВхПРМ (гн. УВЧ) может оказаться неисправность гетеродина – см. бл. ГСЧ.

6. Неисправности в ПРМ2

- **Неисправность выходного транзистора приёмника VT2** – это самый большой транзистор на плате, установлен на радиаторе.

Внешние признаки: при отжатом положении кнопки «ТОК ВЫХОДА» на бл. ПРМ2 (т. е. когда встроенный прибор включен на измерение т. наз. «тока приёма») стрелка прибора постоянно показывает наличие тока приёмника вне зависимости от пущенного или остановленного передатчика. Одновременно с этим присутствуют все остальные признаки нормальной работы, т. е. при пусках передатчика появляется ток выхода, светят индикаторы ОСН и ГРУБ, «дальняя» сторона принимает сигнал и т. п..

Как представляется, наибольшему риску выхода из строя VT2 подвержен при работе приемопередатчиков в составе релейно-контактных защит (ДФЗ, ВЧ блокировка), поскольку при этом транзистор работает на индуктивную нагрузку (коммутационные перенапряжения) и при относительно высоком напряжении питания (100 вольт).

Проблема защиты VT2 от коммутационных перенапряжений в ВЧ блокировках (ЭПЗ-1643) в основном решается шунтированием выходных клемм приемника (ХТЗ/9 – ХТЗ/10) демпфирующей цепью, состоящей из последовательно включенных резистора 6,8...8,2 кОм (1 или 2 ватт) и диода (400 вольт, 100мА). Диод по отношению к полярности питания должен быть ориентирован встречно – т. е. катод следует подключать в сторону ХТЗ/9.

Что касается защит ДФЗ, то такую демпфирующую цепь применять не следует (по крайней мере, не исследовав тщательно ее реальное влияние на фазную характеристику), поскольку это неизбежно исказит форму импульсов тока в выходной цепи приемника. Таким образом, вопрос с защитой VT2 здесь остается открытым.

- **Неисправность оптопары VK1.** Самое интересное, что внешне этот дефект может проявляться точно так же, как и неисправность VT2, поэтому в таких случаях, прежде чем «не глядя» менять VT2, рекомендуется уточнить, что именно вышло из строя. Для

«локализации» источника неисправности в этих случаях можно порекомендовать такой способ:

временно припаять к плате проволочную перемычку так, чтобы «закоротить» стабилитрон VD10 (или конденсатор C22), либо закоротить затвор и исток VT2 если VT2 полевой или базу и эмиттер, если он биполярный (правда, для этого нужна твёрдая уверенность, где у VT2 база, где сток, где эмиттер и т. д., а то иначе можно угробить «живой» транзистор). Такая «закоротка» принудительно вводит VT2 в режим отсечки, поэтому, если он исправен, то при включении питания поста стрелка встроенного в ПРМ-2 прибора послушно установится на ноль (вернее, она останется на нуле). В этом случае, по всей видимости, в неисправности виновата оптопара VK1. Если же прибор покажет наличие тока и через «принудительно запертый» транзистор, то неисправен VT2.

Варианты замены VT2 приборами отечественного производства:

- полевые транзисторы КП707В2, КП724А,Б, КП725А, КП726, КП728, КП718А,В,Д;
- биполярные транзисторы: КТ8126А, КТ8170А1, в качестве временной замены: КТ940А.

При необходимости замены VT2 предпочтение следует отдавать биполярным транзисторам (кроме КТ940А). В любом случае после замены VT2 необходимо проверить и настроить ток покоя (ДФЗ) или ток «приёма» (ВЧБ) равным 20 ± 2 мА.

- **Выход из строя конденсатора С4 или С5** – соответственно перестаёт срабатывать либо основной, либо грубый приёмник. Эта неисправность проявляется в случаях, когда в качестве С4 и С5 установлены либо «левые» конденсаторы откуда-то из юго-восточной Азии (точно марку не знаю, внешне представляют собой миниатюрные диски-чечевицы светло-коричневого цвета), либо не совсем подходящие в данных цепях отечественные с буквой «Н» в маркировке (например, Н90 и т. п.). Такой дефект достаточно коварен, т. к. замечено, что он может проявляться частично и время от времени.
- **Отсутствие показаний тока выхода** (при нажатой кн. ТОК ВЫХОДА) при пущенном передатчике может оказаться следствием неисправности диода VD7 блока ЛФ (см. п. 2. выше).

7. Неисправности в ГСЧ

- **Сбои в работе ГСЧ могут быть следствием повышенных пульсаций в цепях питания** – следует учесть, что питание на ГСЧ поступает по двум каналам: «5 вольт» и «9 вольт», поэтому в таких случаях измерять уровни пульсаций от БП необходимо как по ± 5 , так и по ± 9 вольт.
- **Причиной нарушения устойчивости в петле ФАПЧ может оказаться снижение ёмкости электролитического конденсатора 1С3 или 2С3** (соответственно для канала несущей частоты и для гетеродина) – этот конденсатор работает в составе основного интегрирующего звена, преобразующего сигнал типа «меандр» (точки К1 и К2 соотв. для несущей и гетеродина) в постоянное управляющее напряжение на входе соответствующего ГУН.
- **Блок ГСЧ «не любит» холода** – известны случаи неоднократных отказов ГСЧ при грубых нарушениях условий эксплуатации (работе зимой в практически неотопляемых помещениях). В любом случае, температура окружающего воздуха при работе приёмопередатчика не должна быть отрицательной!
- **Свечение индикатора ОС ВЧ далеко не означает неисправность ГСЧ в целом**, причина может оказаться намного банальней: повышенные утечки конденсатора С13. В результате может оказаться заблокированным прохождение несущей частоты от ГСЧ к блоку МУС – пуски передатчика станут невозможны.
- Наблюдался случай **неустойчивой работы ГСЧ, связанный с низким качеством изготовления печатной платы (дефект металлизированного перехода печатной дорожки между сторонами платы)** – был обнаружен при помощи осциллографа: наблюдалось импульсное (периодическое) падение напряжения в «земляном» печатном проводнике в такт с работой одной из логических микросхем.
- Пока единственный случай неправильного функционирования ГСЧ, не связанный с вышеуказанными причинами: **сильнейшее «дрожание» несущей частоты в окрестности своего номинального значения (показания частотомера – частота в норме!, обнаруживается только осциллографом!), причем отклонения частоты несущей выходили даже за пределы полосы пропускания ЛФ, что вызывало существенное падение средней выходной мощности.**

Истинная причина неисправности так и не была найдена. Эффект дрожания удалось погасить путем подключения между выв. 4 микросхемы 1DA2 и “1“, а также выв. 5 микросхемы 1DA2 и “1“ по одному резистору по 4,3 ком каждый (после чего потребовалась настройка канала несущей ГСЧ в объеме наладки, включая настройку частоты собственных колебаний ГУН).¹

8. Неисправности в АК

Самой что ни на есть **характерной неисправностью блока АК является ложное срабатывание сигнализации о неисправностях**. Такие ложные срабатывания могут иметь самый разнообразный характер: временный, периодический, эпизодический и т. п. – как правило, закономерности выявить очень трудно, как впрочем, и дать однозначный ответ об исправности или неисправности блока АК в целом или какого-нибудь из его элементов в отдельности. В общем, для ремонта АК требуются осциллограф, время, интуиция, некоторый опыт, большое терпение и голова на плечах.

Однако всё же пару конкретных советов по этому вопросу можно-таки дать:

- В случае, когда АК начинает «вести себя неправильно» первым делом следует измерить ВЧ вольтметром пульсации напряжений 9 вольт и 5 вольт БП и сравнить полученные значения с “нормой”, а также с данными протокола наладки. – Повышение уровня пульсаций по сравнению со значениями, полученными при наладке, в два-три и более раз может быть признаком старения соответствующих электролитических конденсаторов БП (даже в том случае, если эти пульсации ниже «нормы»).
- Не следует пренебрегать также проверкой потребления тока по цепям 5 вольт, а для того, чтобы эта проверка имела смысл, следует обязательно выполнять её при наладке (чтобы потом было с чем сравнивать).

Предупреждение ремонтникам:

не стоит сразу «бросаться» менять микросхемы, как только «что-то где-то показалось» - микросхем в АК достаточно много, логика работы АК предусматривает кольцевые взаимоблокирующие (или разрешающие) связи — шансы угадать неисправный элемент ничтожны!

9. Неисправности в УК

как правило, выражаются в невозможности «поднять блинкер» и всегда связаны с выходом из строя т. наз. “твердотельных реле”. – При заменах следует обратить внимание на маркировку: здесь должны применяться приборы 5П14.9В (аналог: КР293КП9В), но завод изготовитель иногда устанавливает более низковольтные 5П14.9Б – такие элементы обязательно следует менять на приборы указанного типа!²

Кроме того, при подключении приемопередатчика к панели индуктивную нагрузку (реле, блинкеры) выходных цепей УК следует шунтировать «обратновключенными» диодами, дабы избежать перенапряжений на т. наз. «контактах» УК от самоиндукции в моменты их выключения.

10. Неисправности в ДП

- - нет данных.³

март 07

¹ Впоследствии такой способ (подключение резисторов с последующей настройкой частоты собственных колебаний) в необходимых случаях неоднократно и успешно использовался при наладках приемопередатчиков для подавления небольших дрожаний в петле ФАПЧ как несущей, так и гетеродина.

² И это следует делать еще на стадии наладки!

³ Это касается только блоков ДП, серьезно доработанных и налаженных по методике лаборатории ЦСРЗА «Смоленскэнерго». ДП в заводском исполнении функционирует неудовлетворительно. Если есть необходимость, желание, возможности, некоторое количество радиотехнических материалов и деталей, а также умелые руки то присылайте запрос на csrzalab@smolen.ru – вышлю материалы по доработкам и настройке ДП (только потом не пугайтесь J).