Троицкий авиационный технический колледж - филиал

федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования «Московский

государственный технический университет гражданской авиации»

**ЭЛЕКТРОННОЕ ПОСОБИЕ**

по дисциплине «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ САМОЛЁТА АН-24»

на тему «Энергетика постоянного и переменного тока»

специальность: 25.02.03

Троицк, 2023г

Разработал:

Преподаватель Стриженюк Я.М.

Электронное пособие рассмотрено и утверждено

на заседании цикловой комиссии АиРЭО

Протокол № \_\_\_ от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023г

Председатель цикловой комиссии \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Стриженюк Я.М.

**ВВЕДЕНИЕ**

Электрическую энергию на летательных аппаратах (ЛА) применяют для приведения в действие системы запуска авиадвигателя, органов управления и специального оборудования, питания радио и радиотехнических устройств, вычислительных и счетно-решающих машин, электрических пилотажно-навигационных систем и приборов, для наружного и внутреннего освещения и обогрева.

Электрооборудование современных ЛА – сложный комплекс различных приборов, машин и устройств.

Элементы электрооборудования обладают большой эксплуатационной надежностью, имеют высокие технические показатели и обеспечивают высокое качество работы, постоянно готовы к действию, удобны в установке и обслуживании, имеют сравнительно небольшую массу и габариты.

Идея широкого использования электроэнергии на ЛА была выдвинута нашим соотечественником, выдающимся электротехником и изобретателем А. Н. Лодыгиным. В 1869 г. им был спроектирован электролет с приводом двух воздушных винтов от электродвигателя, питание которого предполагалось от специальных аккумуляторов, предусматривалось и освещение в ночное время.

Создатель первого в мире самолета знаменитый русский изобретатель и ученый А. Ф. Можайский в 1879 г. предложил использовать энергию электрической искры для воспламенения горючей смеси в разработанном им авиадвигателе. Высокое напряжение, необходимое для искрового разряда, получалось с помощью индукционной катушки, питаемой от аккумулятора.

В 1913 г. на самолет «Илья Муромец» было установлено световое оборудование. Оно включало в себя лампы накаливания для освещения приборов внутри кабины и сигнальные огни на концах плоскостей для опознавания самолета.

Электрооборудование ЛА по назначению отдельных его элементов подразделяют на три основные группы:

- источники, преобразователи электроэнергии и их пускорегулирующие устройства;

- системы передачи и распределения электроэнергии;

- потребители электроэнергии.

В первую группу входят:

- генераторы постоянного и переменного токов;

- химические источники тока;

- преобразователи электрической энергии;

- выпрямители, трансформаторы, умножители напряжения и др. устройства;

- устройства для защиты генераторов от перенапряжений, перегрузок и обратных токов;

- устройства обеспечивающие равномерное распределение активных и реактивных мощностей между параллельно работающими генераторами;

- регулирующая аппаратура в которую входят регуляторы напряжения и частоты.

Во вторую группу входят:

- электрическая сеть (различные провода и жгуты);

- аппаратура управления защиты и коммутации;

- аппаратура распределительных устройств;

- монтажно-установочное оборудование (разъемы, распределительные устройства, пульты и т. п.);

- контрольно-измерительная аппаратура.

В третью группу входят:

- осветительные и светосигнальные устройства;

- электропривод (электродвигатели, электромагниты и другие устройства, предназначенные для введения в действие исполнительных механизмов ЛА);

- противообледенительные и обогревательные устройства, холодильные установки;

- пусковые устройства для запуска авиационных двигателей;

- установки автоматического управления, вычислительные машины;

- средства связи и радиоаппаратура (навигационная и локационная);

- системы электрозажигания, электроприборы, аппаратура аэросъемки.

На ЛА, эксплуатируемых в гражданской авиации, применяют системы электроснабжения, работающие как на постоянном токе, так и на переменном токах.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[Система постоянного тока 7](#_Toc152764606)

[Система переменного тока 8](#_Toc152764607)

[Система трёхфазного переменного тока напряжением 36 В частотой 400 Гц 9](#_Toc152764608)

[Агрегаты электрооборудования постоянного тока 9](#_Toc152764609)

[Подключение аэродромных источников в бортовую сеть самолёта постоянного тока 14](#_Toc152764610)

[Включение АКК в бортсеть 16](#_Toc152764611)

[Включение СТГ-18 в бортсеть 16](#_Toc152764612)

[Основные отличия схемы источников питания на самолётах с ТГ-16 и РУ-19 17](#_Toc152764613)

[Агрегаты электрооборудования переменного тока 18](#_Toc152764614)

[Работа схемы 24](#_Toc152764615)

[1. Подключение аэродромного источника 24](#_Toc152764616)

[2. Включение ПО-750 24](#_Toc152764617)

[3. Включение ГО-16ПЧ8 26](#_Toc152764618)

[Источники электроэнергии переменного трёхфазного тока 28](#_Toc152764619)

[Источники электроэнергии переменного трёхфазного тока 29](#_Toc152764620)

[Предполётная проверка и контроль работы в полёте 30](#_Toc152764621)

[Пт-200 Ц 31](#_Toc152764622)

[Работа схемы трёхфазного тока напряжением 36В частотой 400Гц 31](#_Toc152764623)

**РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ**

**ЭНЕРГЕТИКА ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

# **Система постоянного тока**

Общие сведения

Электрооборудование самолета Ан-24 принадлежит к числу его наиболее ответственных систем, так как обеспечивает:

— выработку электроэнергии постоянного и переменного тока, необходимого для электропитания почтя всех самолетных систем, агрегатов радио- и аэронавигационного оборудования;

— запуск и ведение контроля за работой силовой установки (двигателей и их систем);

— дистанционное управление электрифицированными агрегатами шасси, противообледенительной, противопожарной, гидравлической, топливной и масляной систем;

— освещение, сигнализацию работы (отказа) оборудования.

Степень электрификации самолета высокая. В системе постоянного тока 3 генератора по 18кВт каждый. Генераторы двигателей включены параллельно, генератор ВСУ тоже может быть включен параллельно.

Система постоянного тока является основной (первичной). Напряжение в системе постоянного тока 28,5 В (на клеммах генератора к потребителю подходит 27В). Такая величина выбрана для того, чтобы при максимальном понижении напряжения генератора (в основном за счет его загрузки), которое допускает регулятор, не происходило разряда аккумуляторных батарей.

Система постоянного тока на самолёте выполнена однопроводной. Мощности одного генератора хватит для питания всего самолёта без ограничения. Генератор ВСУ может запитать без ограничений при подготовке к вылету.

В качестве основных генераторов применяются стартер-генератор СТГ-18-ТМО (2шт установленных по одному да каждом двигателе). Переключение делает аппаратура запуска. Если стоит ТГ-16, то на нём стоит генератор ГС-24А, если стоит РУ-19А-300, то стоит генератор ГС-24Б.

В переднем правом электроотсеке самолета устанавливаются две аккумуляторные батареи 12-САМ-28 (2 шт если ТГ-16 и 3 шт если РУ-19).

На стоянке самолёт подключён к аэродромным источникам постоянного тока при помощи разъёмов ШРАП-500К. Расположены между фюзеляжем и правым двигателем на правой мотогондоле двигателя со стороны фюзеляжа. Для подключения используется 2 разъёма, если запуск двигателя и 1 - если техническое обслуживание.

# **Система переменного тока**

Общие сведения

Второй системой электроснабжения самолета является система однофазного переменного тока напряжением 115 В и частотой 400 Гц. Источниками электроэнергии однофазного переменного тока сложат два синхронных генератора ГО16-ПЧ8 установленные на двигателях (верхняя коробка приводов), и преобразователь ПО-750 2-й серии, установленный в правом переднем электроотсеке самолета.

Бортовую сеть питает только левый генератор, а правый вырабатывает энергию, но в бортовую сеть не включён. Включается автоматически при отказе первого генератора. Преобразователь включается автоматически при отказе двух генераторов.

На стоянке самолёт подключается к аэродромному источнику однофазного переменного тока 115 В частотой 400 Гц при помощи разъёма ШРА-200ЛК.

Бортовая сеть может запитываться на стоянке либо от аэродрома, либо от своих источников. Параллельная работа не предусмотрена, поэтому в схеме имеется блокировка, исключающая параллельную работу.

При подключении переменного тока, самолёт по постоянному току должен быть подключён.

# **Система трёхфазного переменного тока напряжением 36 В частотой 400 Гц**

Общие сведения

Она предназначена для питания пилотажно-навигационного оборудования. В качестве источников применяются преобразователи трёхфазные ПТ-1000ЦС ( 2шт-один основной, один резервный). В зависимости от модификации самолёта применяются преобразователи ПТ-125 в одном экземпляре или два ПТ-200, которые в полёте всё время работают и питают своё оборудование. Аэродромных источников нет, только самолёт.

Размещение агрегатов электрооборудования на самолете обеспечивает:

- возможность работы агрегатов в соответствии с их целевым назначением;

- удобство при осмотре и замене этих агрегатов, их регулировку и настройку по возможности без снятия с самолета;

- минимальную протяженность электрических проводов.

# **Агрегаты электрооборудования постоянного тока**

1. Стартер-генератор СТГ-18-ТМО (П: 700 и 741)

Расположен на верхней коробке приводов справа по полёту.

Стартер-генератор СТГ-18ТМ представляет собой шестиполюсную машину постоянного тока теплостойкого исполнения и предназначен для работы в двух режимах:

а) при работе в генераторном режиме - для питания бортсети самолета напряжением 28,5 В. Ток нагрузки-600А. Режим работа продолжительный, обдувается воздухом набегающего потока через воздухозаборник на капоте двигателя сверху. Для нормального охлаждения необходимо 200 литров/секунду воздуха. На земле в связи с недостаточным охлаждением нагружать можно током 200А не более 20 минут.

б) при работе в стартерном режиме - для запуска двигателя. Напряжение, подаваемое на стартер изменяется по программе запуска от 5-7В до 60В. Напряжение подаётся от двух ШРАП-500, которые в начальный момент подключены параллельно, а потом последовательно. Напряжение подаётся от генератора ВСУ, оно тоже изменяется по программе запуска. Режим работы повторно-кратковременный, делается перерыв, если первый запуск не удался.

2. Генератор ГС-24А (П: 730)

Установлен на ВСУ. ВСУ расположено за двигателем справа.

Предназначен:

а) в генераторном режиме – для питания бортовой сети самолёта напряжением 28,5 В. Контроль и регулировка осуществляется на щитке энергетики. Ток 600А, мощность 18кВт, режим работы 1.5 часа.

б) в стартерном режиме – для запуска турбогенераторной установки ТГ-16. Напряжение запуска до 30В от АКК или аэродромного источника, ток 500А, напряжение меняется по программе запуска.

в) режим запуска двигателя СТГ. Для питания СТГ в этом случае напряжение регулируется на нём по программе запуска до 60В. Ток максимальный до 1000А. Контроль по амперметру на вертикальной панели левого пульта «Ток запуска».

3. Генератор ГС-24Б

Работает в 3х режимах:

1) Генераторный режим для питания бортсети;

2) Генераторный режим для питания СТГ;

3) Для запуска РУ19.

По конструкции: шестиполюсная машина постоянного тока.

\*Генераторный режим для питания бортсети напряжением 28,5В, ток 300А, мощность 9кВт, режим работы продолжительный.

\*Стартерный режим запуска РУ19, напряжение питания до 30В (изменяется по программе запуска), ток 800А, режим работы повторнократковременный.

\* Режим для питания СТГ, запуск АИ-24, напряжение до 67В (изменяется по программе запуска), ток 800А.

4. Аккумуляторные батареи 12-САМ-28 (П: 715, 716)

12 количество последовательно соединенных в батарее элементов, стартерная авиационная моноблочная, 28 ёмкость в а/ч при 5-часовом режиме разряда.

Расположена в электро отсеке правый борт, шп.4-5.

Основные данные

Напряжение 24В при токе нагрузки 12А.

Величина тока зависит от включаемой нагрузки при запуске до 800А.

Перед вылетом на борту проверяется напряжение батарей раздельно током нагрузки 12А. В качестве нагрузки применяется насос бака-кессона ЭЦН-14Б. Вначале включаются выключатели нагрузки, а потом сам аккумулятор.

Что делать при проверке:

1) На щитке АЗС в топливной системе включается АЗС-2 «Выработка топлива левое крыло 1гр»

2) Также включить АЗС-2 «Сигнализация давления топлива левая группа»

3) На средней панели приборной доски на топливном щитке включить выключатель насоса в положение «Автомат»

4) На щитке энергетики галетный переключатель вольтметра поставить в положение «АКК-1»

5) Там же главный переключатель «Борт-аэродром» поставить в положение «Борт»

6) На РК кабины экипажа включить первый (выключатель) аккумулятор.

7) Посмотреть по вольтметру, должно быть 24В

8) Выключить первый аккумулятор и включить второй и провести замер напряжения.

5. Регулятор напряжения РН-120

Это регулятор для ГС-24Б в отсеке ВСУ, если стоит ГС-24А то стоит регулятор РН-180.

6. Дифференциально-минимальное реле ДМР-600 (П: 743)

Дифференциально-минимальное реле ДМР-600Т предназначено для автоматического включения генератора в бортсеть самолета и отключения его от сети. Расположено в ЦРУ левый (правы) на потолке пассажирского салона шп.16-17.

Реле выполняет следующие основные функции:

— подключает генератор к сети, когда его напряжение превышает напряжение сети на установленную величину. Поэтому оно и называется дифференциальным (разностным);

— отключает генератор от сети, когда его напряжение становится ниже напряжения сети и в генератор из сети идет обратный ток определенной величины;

— предотвращает включение генератора в сеть при неправильной полярности напряжения на его клеммах;

— позволяет осуществлять ручное (неавтоматическое) дистанционное отключение генератора.

Напряжение питания до 30В, ток 600А, режим работы длительный.

7. Выносное сопротивление ВС-25Б (П: 705, 748)

Расположено на щитке энергетики. Предназначено для работы совместно с регулятором РН с целью установки напряжения генератора 28,5В ±1,5В.

8. Автомат защиты от перенепряжения АЗП-8М (П: 706, 749)

Расположен между шп.10,11 на потолке переднего багажника.

Автомат защиты от перенапряжения АЗП-8М предназначен для автоматического отключения генератора при аварийном повышении его напряжения, которое возникает вследствие спекания угольного столба или обрыва цепи рабочей обмотки регулятора напряжения.

При кратковременных повышениях напряжения (при резком снятии нагрузки) АЗП не срабатывает, т.к в его конструкцию входит реле замедленного действия, которое даёт задержку времени 0,1 сек. Если напряжение свыше 32В, то без задержки работа происходит.

9. Приборы контроля

Для измерения тока в цепях источников постоянного тока и напряжения в основной и аварийной сетях используют три амперметра АЗ и один вольтметр В1, установленные на электрощитке энергетики

\*Амперметр АЗ состоит из измерительного прибора и шунта. Измерительный прибор АЗ представляет собой виброустойчивый магнитоэлектрический милливольтметр, который измеряет падение напряжения на шунте и шкала которого градуирована в амперах.

Падение напряжения на шунте и показания милливольтметра пропорциональны проходящему через шунт току. Для уменьшения влияния внешних магнитных полей прибор заключен в железный экран, который состоит из корпуса, задней крышки и подшкальника.

Наружный шунт ШЗ представляет собой калиброванное манганиновое сопротивление, равное 7,5-10-5 Ом, укрепленное в медных стойках. Для лучшего теплоотвода и обеспечения стабильности при различных температурах сопротивление выполнено в виде шести параллельно соединенных пластин.

Шкала измерительного прибора имеет оцифровку 1; 0; 2; 4; 6; 8; 9; 10, соответствующую сотням ампер; цена деления шкалы 50А.

\*Вольтметр В1 представляет собой миллиамперметр магнитоэлектрической системы с последовательно включенным внутри прибора гасящим манганиновым сопротивлением.

Корпус прибора — железный. Вместе с задней крышкой" и подшкальником он представляет собой магнитный экран против воздействия внешних полей.

Шкала миллиамперметра градуирована в вольтах и имеет оцифровку 0; 1; 2; 3, соответствующую десяткам вольт; цена деления шкалы 1В.

# **Подключение аэродромных источников в бортовую сеть самолёта постоянного тока**

Постоянный ток подключается при помощи разъёмов ШРАП-500К (П: 722, 723).

К первому разъёму подключается аэродромный генератор, ко второму аэродромный аккумулятор, такое подключение делается при запуске двигателей. Для технического обслуживания подключается любой источник.

В схеме включения аэродромного источника АР-1 имеется блокировочное реле 721, которое не допускает одновременного включения самолётных источников и аэродромных.

Реле 721 срабатывает по цепи:

+ управляющего штыря розетки 722, предохранитель СП-10, обмотка реле 721, замкнутые контакты 4-6 переключателя 729, и на минус.

Реле срабатывает и переключает свои контакты на противоположные, блокируя переключение СТГ.

При включении переключателя 729 в положение «Аэродром» срабатывает силовой контактор 724 по цепи: + управляющего штыря розетки, предохранитель СП-10, контакты 2-1 блокировочного реле 786 (это реле блокирует включение розетки с перепутанной полярностью), обмотка контактора 724, замкнувшиеся контакты 2-3 реле 721, замкнувшиеся контакты 6-4 переключателя 729 и на минус.

Контактор 724 срабатывает и подключает + через измерительный шунт амперметра 957, два предохранителя ТП-600 на основную шину ЦРУ ЛЕВ.

При подключении розетки 722 АР-1 срабатывает переключающий контактор 1460 по цепи: + управляющий штырь розетки, замкнутые контакты 2-1 блокировочного реле 786, обмотка контактора 1460 и минус. Он срабатывает и подключает + розетки к шине наружных средств.

В схеме включения розетки имеется сигнализация при помощи лампочек, которые загораются после срабатывания силового контактора 724:

1) лампочка 1730 «АР-1 включено» расположена на щитке энергетики;

2) лампочки 1147 и 1148 находятся одна рядом с розеткой, вторая с противоположной стороны.

В схеме включения розетки имеется контроль:

1) напряжение при помощи галетного переключателя 1183 и вольтметра 1155.

2) контролируется ток при помощи амперметра 745 «Аэродромный источник».

*Подключение в бортсеть самолёта АР-2 723.*

При включении 723 АР-2, срабатывает блокировочное реле 727 по цепи: + управляющего штыря, предохранитель СП-5, обмотка реле 727, замкнутые контакты 9-7 переключателя 729, предохранитель СП-10 и минус розетки. Реле 727 срабатывает и переключает контакты на противоположные.

Срабатывает силовой контактор 725 по цепи: + управляющего штыря, предохранитель СП-5, замкнутые контакты 1-2 реле 7435, обмотка контактора 725, замкнутые контакты 1-2 блокировочного реле по перепутанной полярности 787, замкнувшиеся контакты 3-2 реле 727, замкнутые контакты 9-7 переключателя 729, предохранитель СП-10 и минус розетки.

Контактор 725 сработал и + розетки через замкнутые контакты 4-3 контактора запуска 726 подключает напряжение к + первой розетки.

При срабатывании контактора загорается сигнализация:

1) лампочка 1781 на щитке энергетики «АР-2 включено»

2) лампочки 1153 и 1154 на улице.

Контроль напряжения переключателя 1183 в положение «2».

# **Включение АКК в бортсеть**

В схеме включения АКК батареи в бортсеть имеются блокировочные реле 719, 720, которые исключают включение батареи с перепутанной полярностью. Выключатели батарей 2056 и 2057 расположены на РК кабины экипажа.

*Включение батареи 715*

Для включения батареи включается выключатель 2056 на РК КЭ и главный переключатель 729 в положение «Борт». Включение происходит по цепи: + АКК, ИП-200, обмотка контактора 717, замкнутые контакты 2-1 блокировочного реле 719, выключатель 2056, замкнутые контакты 2-1 переключателя 729 и на минус.

Контактор 717 срабатывает и подключает + батареи через измерительный шунт амперметра 928 и замкнутых контактов 1-2 контактора 1791, ИП-250 на шину РК КЭ.

Галетный переключатель вольтметра поставить в положение «Аварийная шина» должно показывать напряжение.

*Включение батареи 716*

Включение контактора 718 по цепи: + батареи, ИП-200, обмотка контактора 718, замкнутые контакты 2-1 блокировочного реле 720, выключатель 2057, замкнутые контакты 5-4 переключателя 729 и минус.

Контактор 718 сработает и подключит вторую батарею параллельно первой.

# **Включение СТГ-18 в бортсеть**

1) Питание обмотки ОВ генератора происходит по цепи: + генератора 700, ИП-30, клемма 6 ШР регулятора 704, угольный столб, клемма 1 ШР регулятора, клемма 3 Ш2 АЗП, замкнутые контакты 4-3 контактора АЗП, клемма 3 Ш1 АЗП, замкнутые контакты блокировочного реле по запуску1084, клемма Ш СТГ, ОВ и минус.

2) Включение СТГ в бортсеть по цепи: + генератора, СП-5, замкнутые контакты 1-2, 4-5 блокировочного реле 707, замкнутые контакты 2-1 блокировочного реле 709 (по раздельному включению СТГ и аэр.ист), клемма 1 Ш1 АЗП, замкнутые контакты 7-8 контактора АЗП, клемма 5 Ш2 АЗП, выключатель 708, клемма В ДМР, реле Р4 и минус.

Реле Р4 срабатывает и замыкает свои контакты 1-3, подаёт + на контактор Р1 и там дежурит. Контакты 1-2 Р4 подают + через замкнутые контакты реле Р3 (эти контакты замкнуты тогда, когда напряжение генератора больше напряжения сети), обмотка шунтовая, которая сработав замыкает контактор Р1 и + дежуривший на нём поступает на обмотку силового контактора, а – на обмотку контактора поступает через- замкнутые контакты 1-2 реле Р2.

Контактор срабатывает и на его подвижном контакте будет +. С подвижного контакта + поступает:

1) на реле Р2, оно сработав разрывает контакты 1-2 и в минусовой цепи силовых контакторов включается сопротивление R, ток в обмотке контактора уменьшается и это называется режим удержания.

2) + с подвижного контакта поступает на Р5, оно сработав размыкает контакты 1-2 и обесточивает обмотку шунтовую Р1, реле Р5 разрывает контакты 5-4 и выключает лампу 1145 «Отказ СТГ» на средней панели приборной доски.

После включения генератора проверяют наличие напряжения на шинах ЦРУ и на АВР.ШИНЕ.

# **Основные отличия схемы источников питания на самолётах с ТГ-16 и РУ-19**

В схемах с РУ-19 дополнительно подключена третья аккумуляторная батарея (7348). Батарея подключена контактором 7350 при установке переключателя 729 в положение «Борт» напряжение при включении АЗС 8082 контроля АКК.

Подключение АКК к бортовому питанию с перепутанной полярностью блокируется реле 7350.

Резервным источником питания является генератор ГС-24Б. Включение ДМР (736) генератора производится выключателем (7203). Цепь включения ДМР аналогична цепи включения ДМР СТГ-18.

Чтобы во время запуска двигателей АИ-24 повышение напряжения генератора ГС-24Б не прошло в бортсеть ,цепь включения ДМР-600 разрывается контактами реле 7200, которое срабатывает при подключении ГС-24Б на запуск АИ-24.

ГС-24Б работает в комплекте со следующей аппаратурой:

1) РН-120У

2) АЗП-8М 4й серии

3) ДМР-600Т 2й серии

4) выносное сопротивление ВС-25Б.

При установке переключателя 941 в положение «Автомат» и отключении ДМР стартер-генераторов, что соответствует аварийному обесточиванию сети. Система авар.питания включается автоматически за счёт замыкания цепей обмоток контактора 1791 и 1545, контактами реле 2054, 2055 и 8242, которые при отключении, путём снятия питания с клеммы С замыкает свои контакты.

Положение переключателя 1183 позволяет произвести замер напряжения на АКК и на ГС-24Б.

# **Агрегаты электрооборудования переменного тока**

Общие сведения

Источниками электроэнергии переменного однофазного тока напряжением 115 В 400 Гц являются два синхронных генератора ГО-16ПЧ8 (П:962, 984) и аварийный источник преобразователь ПО-750 2-й серии (П:971).

Для подсоединения питания бортсети однофазным переменным током от наземных энергетических установок на самолете установлен разъем аэродромного питания ШРА-200ЛК (П:965). На самолёте параллельная работа генераторов не предусмотрена. При включении силового контактора 958 его контакты 11-12 разрывают цепь питания обмотки контактора 979 второго генератора, таким образом генератор №1 является основным, и питает в полёте весь самолёт.

При подключении самолёта к наземной установке через разъём 965 срабатывает силовой контактор 968, который отключает шины питания аппаратуры от генератора.

При включении преобразователя 971, срабатывает силовой контактор 1464 отключающий шину РК115В от генератора. Таким образом контакторы 958, 979, 968, 1464 исключают параллельную работу источников переменного тока.

Питание ПОС лопастей винтов осуществляется только от генераторов двигателя, т.е обогрев работает при работающих двигателях, это исключает перегрев нагревательных элементов.

Преобразователь ПО-750 допускает проверку оборудования поочередно (кроме обогрева стекол - НЕ ВКЛЮЧАТЬ ОТ ПО-750).

В РК115В имеется предохранитель СП-10 (1605), предназначен для защиты преобразователя от перегрузок. В системе 115В имеется аварийная сеть. К ней подключены потребители которые необходимы для завершения полёта. К аварийной шине подключены:

1. Автомат дозировки топлива АДТ-24

2. Радиокомпас

3. Командная радиостанция

4. Самолётный радиоответчик

5. Приборы контроля за работой двигателей, ВСУ, систем самолёта.

*Агрегаты*

1) Генераторы однофазного переменного тока ГО-16ПЧ8 (П:962, 984)

Расположен на верхней коробке приводов слева по полёту, предназначен для питания бортсети самолета однофазным переменным током стабилизированного напряжения и частоты и представляет собой шестиполюсную синхронную машину с трехфазной обмоткой переменного тока и независимым возбуждением от бортсети постоянного тока. Обмотка возбуждения генератора расположена на роторе. Подвод тока к обмотке возбуждения осуществляется через два контактных кольца и две пары щеток. Обмотка переменного тока расположена на статоре, а концы ее выведены наружу на клеммную коробку и соединены по схеме «треугольник». Охлаждение генератора осуществляется путем продува забортным воздухом. Для подачи охлаждающего воздуха генератор имеет патрубок. Напряжение питания 115В регулируется на щитке энергетики, контроль по вольтметру. Ток 133А. Остальные параметры не контролируются.

2) Преобразователь ПО-750 2й серии (П:971)

Расположен в электроотсеке. Предназначен для преобразования постоянного тока напряжением 27В в переменный однофазный ток напряжением 115 В 400 Гц. Подключается к аварийной и основной шине. В полёте только к аварийной. Это подключение выбирается переключателем «ПО-750 Земля-Воздух» (1466), расположенный на панели переменного тока за спиной 2го пилота. Потребляемый ток 56А по постоянному току, отдаваемый 6,5А по переменному.

3) Преобразователь ПТ-1000ЦС

Расположен: основной в - электроотсеке, резервный – под полом шп. 8-9. Преобразователь ПТ-1000ЦС служит для преобразования постоянного тока напряжением 27 В переменный трехфазный ток напряжением 36 В частотой 400 Гц. Конструктивное выполнение преобразователя — закрытое, с самовентиляцией. Преобразователь состоит из электродвигателя постоянного тока, синхронного трехфазного генератора и коробки управления. Обмотки синхронного генератора соединены «звездой» с выводом средней точки. Ток нагрузки 16,1 А, отдаваемая мощность 1000ВА.

4) Силовой понижающий трансформатор ТС310СО4А

Трансформатор предназначен для централизованного питания навигационных приборов и других потребителей трёхфазным переменным током 115В. Трансформатор безотказно работает в следующих условиях:

- при относительной влажности окружающей среды до 100% при температуре 40±30С.

- при температуре окружающей среды от -60 до 800С.

- при атмосферном давлении до 90 мм рт.ст при температуре окружающей среды 300С.

- при вибрационных нагрузках с частотой от 10 до 250 Гц и ускорением до 5q и др.

5) Преобразователь ПТ-200Ц (125Ц)

Расположен в электроотсеке и служит для преобразования постоянного тока напряжением 27 В в переменный трехфазный ток напряжением 36 В частотой 400 Гц. и предназначен для централизованного питания специальных самолётных установок переменным током.

6) Коробка переключения КПР-9 3й серии

Коробка переключения КПР-9 3-й серии предназначена для автоматического переключения преобразователей ПТ-1000ЦС с основного на резервный при различных аварийных режимах основного преобразователя.

7) Коробка включения и регулирования КВР-2 2й серии (П: 959, 983)

Расположена между шп.16-17 под крылом в зализе центроплана.

Коробка включения и регулирования КВР-2 предназначена для работы в системе защиты и регулирования напряжения генераторов переменного тока ГО-16ПЧ8. В коробке предусмотрена однофазная схема регулирования и трехфазная схема защиты.

В КВР входит:

- магнитный усилитель, который совместно с выносным сопротивлением ВС-33 (П:964) и регулятором напряжения РН-600 (П:963) поддерживает автоматически ранее выставленное напряжение генераторов.

- 3 блока диодов БД17, 19, 20 на которые подаётся три фазы с генератора и при нормальной величине напряжения блоки диодов выпрямляют и включают реле Р6, Р7, Р8, которые сработав отключают реле времени ЭМВР-27Б-1.

- реле времени, которое начинает отсчёт в 6 сек с момента включения выключателя генератора (П:974, 1795).

- коммутационное реле, обеспечивающее работу КВР.

8) Регулятор напряжения РН-600 2й серии (П:963)

Расположен в зализе центроплана и предназначен для автоматического поддержания напряжения генератора переменного тока ГО-16ПЧ8 в заданных пределах (±7В) при изменении его нагрузки и скорости вращения в рабочем диапазоне. Регулятор обдувается набегающим потоком.

Регулирующим элементом регулятора является угольный столб, который включён последовательно с обмоткой возбуждения генератора. Напряжение при измерении угольного столба, а соответственно при изменении тока приводит к изменению заданного напряжения.

9) Выносное сопротивление ВС-33

Выносное сопротивление ВС-33 предназначено для работы в схеме регулирования напряжения (±7В) генератора переменного тока ГО-16ПЧ6. Работает в комплекте с КВР-2 и РН-600.

ВС-33 представляет собой проволочное переменное сопротивление поворотного типа с линейным законом изменения сопротивления. Конструктивно сопротивление выполнено закрытым.

10) Автомат защиты от перенапряжения АЗП1-1СД 2й серии (П:2050)

Расположен в пассажирском салоне на потолке между шп.23-24.

Автомат АЗП1-1СД предназначен для защиты сети переменного однофазного тока от аварийного повышения напряжения в диапазоне 126-133В.

В конструкцию АЗП входит реле выдержки времени, которое обеспечивает задержку от 0,1 до 0,3 сек, в зависимости от величины напряжения. Этим исключается ложные отключения генератора. При срабатывании АЗП в случае повышения напряжения он выдаёт плюс через клемму 2ШР на реле Р13 в КВР.

11) Коробка отсечки по частоте КОЧ-1АИ 2й серии (П:2589)

Расположен в пассажирском салоне шп.22-23 на потолке. Коробка отсечки по частоте КОЧ-1АН предназначена для защиты потребителей электроэнергии переменного тока от питания током пониженной частоты. Настроена на включение 350Гц, отключение 320Гц.

В конструкцию входит резонансный контур, состоящий из дросселя и конденсаторов. Также входят два коммутационных реле, Р15 срабатывает при нормальном напряжении, замыкает свои контакты 2-3, а реле Р13 разомкнёт контакты, если частота вышла за пределы и отключит генератор по понижению частоты.

12) Штепсельный разъём ШРА-200ЛК

Силовой штепсельный разъем ШРА-200ЛК предназначен для быстрого соединения (и разъединения) электрических цепей питания наземных источников электроэнергии переменного тока 115В 400Гц с бортсетью самолета. Конструкция разъема — пылевлагозащитная. Разъем фиксируется в сочлененном положении с помощью замка (обозначается буквой «А» в шифре разъема ШРА; буквы «ЛК» в шифре означают, что разъем снабжен крышкой и предназначен для установки на левом борту, т.е. крышка открывается в сторону полета; цифра 200 — величина тока нагрузки на силовые контакты).

13) Приборы контроля

*Вольтметр ВФ-150 (П:988)*

Ферродинамический вольтметр ВФ-150 предназначен для измерения напряжения бортсети переменного тока частотой 400Гц напряжением до 150В.

*Амперметр АФ1-150*

Авиационный ферродинамический амперметр АФ1-150 в комплекте с трансформатором ТФ-150/1А предназначен для измерения силы переменного тока с частотой от 350 до 1200 Гц и напряжением не выше 250В.

Амперметры и трансформаторы тока взаимозаменяемы в пределах своего тока и шкальности.

Сопротивление соединительных проводов между трансформатором тока и амперметром не должно превышать 1 Ом.

*Частотомер ГФ-400/120*

Ферродинамический частотомер (герцметр) ГФ-400/120 предназначен для измерения частоты в сети переменного тока с номинальной частотой 400Гц и номинальным напряжением 120В. Стрелка частотомера не имеет нулевого положения, поэтому в частотомере отсутствует корректирующее приспособление.

# **Работа схемы**

## **1. Подключение аэродромного источника**

Включение электропитания 115 В 400 Гц от наземной энергетической установки при подсоединенном разъеме аэродромного питания производится путем установки переключателя «Аэродр. питание — Выкл. — ПО-750» (978) на щитке энергетики постоянного и переменного тока в положение «Аэродр. питание». Включаем АЗС-2 (977), и плюс поступает на контактор 968, минус на него подаётся с разъёма 965. Контактор сработав разрывает контакты 3-4, этим исключая параллельную работу генераторов и аэродрома, и замыкает контакты 1-2 и подаёт 115В через контакты 3-4 контактора 1464, который также исключает параллельную работу аэродрома и ПО-750. Питание аэродромного источника поступает на РК115В на основные шины, а через замкнутые контакты 3-4 контактора 970 на аварийную шину.

## **2. Включение ПО-750**

ПО-750 может работать в 2 режимах: 1 режим "воздух" он выполняется в полёте автоматически и подключается только к аварийной шине 115 В. 2й режим «земля» он подключается к основной и аварийной шине, в этом случае нельзя превышать нагрузку более 750 ВА.

Работа, схемы, подготовка.

На щите АЗС в разделе источники питания включить АЗС-2, включение «ПО-750 и аэродромного питания» (977). На щитке энергетики включить переключатель «ПО-750 - аэродромное питание» (978)в положение «ПО-750». На панели переменного тока переключатель ПО- 750 в положение «воздух», и он закрывается колпачком. В полёте ПО-750 включится автоматически, если произойдёт пропадание 115 В на основной шине в РК 115В. Включение произойдёт по цепи: + АЗС(977), замкнутые контакты переключателя 978 в положении «ПО-750», замкнувшиеся контакты 2-1 реле напряжения 11043, они замыкаются при исчезновении напряжения на основной шине в РК115В. Замкнутые контакты 6-4 переключателя 1466 в положении «воздух», клемма 4 ШР преобразователя. Преобразователь через клемму 2 ШР выдаёт + через замкнутые контакты 1-3 переключателя 1466 в положении «воздух», обмотка контактора 970 и далее минус. Контактор 970 срабатывает и размыкает контакты 4-3 и разъединяет основную шину с аварийной, а замыкание контактов 1-2 даёт питание 115 В с клеммы 6 ШР на аварийную шину.

*Включение в режиме земля*

ПО-750 включается по цепи: автомат защиты 977, замкнутые контакты переключателя 978 в положении «ПО-750», замкнутые контакты 8-7 контактора второго генератора 979, замкнутые контакты 2-1 реле 2632, клемма 4 ШР преобразователя. Он запускается из клеммы 2 через контакты 1-2 переключателя 1466 в положении «земля» и подаёт + на контактор 1464, он срабатывает и контактами 3-4 отключает первый генератор от РК 115В, а замыкание контактов 1-2 подключает к основной шине РК, а через предохранитель 1608 и замкнутые контакты 4-3 контактора 970 допитывается к аварийной шине.

## **3. Включение ГО-16ПЧ8**

Система управления и защиты генераторов переменного тока обеспечивает:

— возможность дистанционного включения возбуждения генератора и включения генератора в сеть при определенных значениях напряжения на его клеммах;

— автоматическое отключение генератора от сети и отключение его возбуждения при авариях сети переменного тока или генератора (при коротком замыкании, обрыве фазы, потере возбуждения);

— автоматическое отключение возбуждения генератора в том случае, если генератор не включился на нагрузку вследствие недостаточной величины напряжения на его клеммах (при включении неисправного генератора, включении генератора при коротком замыкании в сети переменного тока или при не вращающемся вале двигателя);

— автоматическое включение резервного генератора при аварии основного (при коротком замыкании внутри основного генератора или на участке сети от него до шин бортсети, при потере возбуждения);

— сигнализацию аварийного отключения генератора.

Включение возбуждения левого генератора

Бортовая сеть самолёта должна быть включена по постоянному току. На щитке АЗС в разделе источники питания включить АЗР-30(967) в положение «возбуждения генератора» (№1, №2). На щитке энергетики включить выключатели 974, 1795 генераторы переменного тока «ГО лев» и «ГО прав». Включение возбуждения генератора происходит по цепи: + аккумуляторной батареи, предохранитель СП-5, выключатель 974, клемма 4Ш1КВР, контакты 5-4 реле Р14, клемма 10Ш1КВР, лампочка 966 «отказ ГО» на средней панели приборной доски.

Этот же + через замкнутые контакты 2-1 реле Р5 и контакты 2-1 реле Р13, обмотка контактора Р4 и на минус (схема замкнулась). Контактор срабатывает и подаёт питание на обмотку возбуждения по цепи: + аварийная шина щита АЗС, автомат защиты 967, клемма 4Ш2КВР, замкнутые контакты 1-2, 4-3, клемма 1Ш2КВР, угольный столб регулятора 963 и обмотка возбуждения генератора и на минус. Создаётся магнитное поле на полюсах генератора.

Этот же + через замкнутые контакты 2-1 реле Р8, клемма «+» реле времени, якорь электродвигателя реле, клемма «-» реле напряжения, корпус. Электродвигатель реле времени начал работу в течении 6 секунд, за это время генератор должен включиться в бортовую сеть.

Генератор вырабатывает 3 фазы, которые поступают в коробку КВР на блоке диодов БД 17, 18, 19.

1) фаза С3 поступает на клемму 3Ш3КВР.

2) фаза С1 поступает на клемму 4Ш3КВРчерез предохранитель СП-2.

3) фаза С2 через предохранитель СП-2 поступает на клемму 5Ш3КВР.

Эти 3 фазы блоками диодов выпрямляются и подаются постоянным током на реле Р6, Р7, Р8. Если напряжение нормальное 80В и более, то эти реле срабатывают.

Реле Р8 разрывает контакты 2-1 и снимает питание с программного механизма.

Реле Р6, Р7, Р8 замыкает контакты 2-3 и + подаётся на реле Р15. Реле Р15 сработав замыкает контакты 2-3 и самоблокируется + пропускает на клемму 19Ш1КВР. Плюс с клеммы 19Ш1КВР поступает на клемму 4ШР КОЧ. В КОЧ через замкнутые контакты 2-3 реле Р15 (эти контакты будут замкнутые, если напряжение нормальное), замкнутые контакты 2-1 реле Р13 (если частота тока нормальная), клемма 5ШРКОЧ. И далее на кнопку «включения» ГО-16 на борт сеть (на щите энергетики). Кнопка нажимается и + поступает на реле 3019, оно срабатывает, контактами 2-3 самоблокируется и + с контакта 3 реле поступает на клемму 13Ш3КВР и включается реле Р14. Это реле контактами 5-6 выключает лампочку отказа 966 и замыканием контактов 5-6 выдаёт + через клемму 11Ш1:

1) на реле Р2632. Реле срабатывает, размыкает контакты 1-2 и выключает преобразователь ПО-750.

2) на контактор 958. Он срабатывает и включает генератор в бортовую сеть самолёта.

# **Источники электроэнергии переменного трёхфазного тока**

Основными источниками электроэнергии переменного трёхфазного тока на самолёте является преобразователь ПТ-1000ЦС, расположенный в переднем электроотсеке, резервным - такой же преобразователь, который размещен под полом переднего грузового отсека самолёта (между шпангоутами 8-9). На самолётах последних выпусках установлен один преобразователь ПТ-1000ЦС основной, резервным источником электроэнергии является правый генератор ГО-16ПЧ-8, от которого сеть трёхфазного тока может питаться через трансформатор, но генератор возможно включить на питание трёхфазной сети только когда от него не питается однофазная сеть, т.е когда к последней подключён левый генератор ГО-16ПЧ-8. В качестве аварийного источника от которого может питаться только авиагоризонт АГД-1 левого лётчика используется преобразователь ПТ-125Ц, установленный в переднем электроотсеке.

Электрические системы включения всех источников электроэнергии трёхфазного тока заблокированы между собой так, что эти источники возможно включить в бортовую сеть только раздельно, по одному. Электропроводка сети трёхфазного переменного тока выполнены по схеме «звезда без нулевого провода», все три провода изолированы от корпуса самолёта. Шины сети трёхфазного тока расположенный за нижней частью панели переменного тока, на этой же панели установлены предохранители типа СП, обеспечивающие защиту цепей питания потребителей электроэнергии переменного трёхфазного тока.

## **Источники электроэнергии переменного трёхфазного тока**

Трёхфазные преобразователи предназначены для преобразования электроэнергии постоянного тока бортовой сети в электроэнергию трёхфазного переменного тока напряжение 36 В частотой 400 Гц.

На самолётах где резервным источником электроэнергии трёхфазного тока является правый генератор ГО-16ПЧ-8 установлен трёхфазный трансформатор, к нему от генератора подводится переменное трёхфазное напряжение 115 В частотой 400 Гц, которое трансформатором преобразуется в переменное трёхфазное напряжение 36 В частотой 400 Гц. На этих самолётах правый генератор ГО-16ПЧ-8 является резервным источником электроэнергии трёхфазного тока только тогда, когда он не подключён к бортовой сети переменного однофазного тока. Это значит что генератор не может быть использован одновременно как источник электроэнергии однофазного и трёхфазного тока.

Основные данные преобразователя ПТ-1000ЦС

Напряжение питания 27 В

Потребляемый ток не более 60 А

Выходное напряжение 36 В

Номинальный ток нагрузки 16 А

Отдаваемая мощность 1000 ВА

Частота переменного тока 400 Гц

Режим работы длительный

Возле основного преобразователя ПТ-1000ЦС установлена релейная коробка КПР-9, которая автоматически включает резервный преобразователь. в том случае когда с электрощитка энергетики включён, но не работает основной преобразователь.

Преобразователь ПТ-125Ц питается постоянным током от аварийной шины бортовой сети, он включается автоматически только в том случае когда включён авиагоризонт левого лётчика и к сети трёхфазного тока не подключён основной или резервный преобразователь ПТ-1000 ЦС.

## **Предполётная проверка и контроль работы в полёте**

Переключатель на три положения «ПТ-1000 – Основной - Выключено –Резервный» предназначен для включения основного или резервного преобразователя. Лампочка «включён резервный ПТ-1000» с красным светофильтром горит, когда включён в работу резервный преобразователь. Вольтметр «переменный ток 36 В I-II Ф» имеет деление от нуля до 40В, цену деления в 2 В и оцифровку через 10 В. При отчёте его показания необходимо умножать на 10. Прибор постоянно подключён к бортовым шинам фазы 1-2, к фазе 1-3 или 2-3 его можно подключить с помощью двух кнопок «замер напряжения».

С целью проверки основного преобразователя необходимо включить АЗС -70 «ПТ-1000ЦС основной» на распределительной коробке РК кабины экипажа и переключатель на электрощитке энергетики установить в положении «ПТ-1000 основной». Показания вольтметра должны быть равными 36 ±2 В и при нажатии каждой кнопки «замер напряжения» они должны не выходить за эти пределы.

Для проверки автоматического включения резервного преобразователя ПТ-125Ц в случае отказа основного и резервного источников необходимо включить авиагоризонт левого лётчика и переключатель «ПТ-1000ЦС» на электрощитке энергетики, установив положение «выключено».

В полёте при нормальной его работе должен быть включён основной преобразователь, если он откажет то автоматически включится резервный преобразователь и загорится лампочка «включён резервный ПТ-1000ЦС».

В этом случае переключатели на электрощитке нужно установить в положение «резерв».

На самолётах где в качестве резервного источника электроэнергии трёхфазного тока используется правый генератор ГО-16ПЧ-8 и преобразователь ПТ-1000ЦС. Если на таком самолёте откажет левый генератор ГО-16ПЧ-8 то необходимо внимательно контролировать работу преобразователя ПТ-1000ЦС, который в этом случае не будет иметь резерва.

Когда не включается в работу основной и резервной преобразователи, нужно заменить предохранитель СП-5 «КПР-9» на распределительной коробке РК кабины экипажа.

## **Пт-200 Ц**

Состоит из электродвигателя постоянного тока и синхронного трёхфазного генератора, смонтированных в одном корпусе. Синхронный генератор возбуждается от шестиполюсного магнита. Преобразователь обеспечивает питание трёхфазного переменного тока курсовой системы ГМК-1А и авиагоризонта АГД-1, включается автоматом защиты сети «ПТ- 200» расположен на правом электрощитке. При отказе преобразователя ПТ-200 загорается лампа «отказ ПТ-200» и прекращает работу авиагоризонт АГД-1.

На борту 2 штуки. Отдаваемая мощность 200 ВА, частота 400 Гц, отдаваемый ток 3,2 А.

## **Работа схемы трёхфазного тока напряжением 36В частотой 400Гц**

Включение переменного трёхфазного тока напряжением 36в осуществляется переключателем 1141 по минусовой цепи, который находится на щитке энергетики. Переключатель 1141 ставится в положение «основное» и минус бортсети через контакты 1-2 реле Р12107 подаётся через диод 1186 на клемму 8 КПР и на клемму 5 ШР преобразователя 1136 . В преобразователе срабатывает контактор и включает преобразователь и этот же минус поступает на реле 12109, которое сработает по цепи РК кабины экипажа: АЗР-70, предохранитель СП-5, обмотка контактора 1137, обмотка реле 12109, контакты 1-2 Р12107, минус переключателя 1141. В данной последовательной цепи обмоток контакторов и реле, устанавливается ток достаточный для срабатывания реле и недостаточный для срабатывания контрактора 1137. Реле 12109 своими контактами подключает фазы ПТ-1000 к КПР.

Фаза 1: с клеммы 1 ШР преобразователя, через замкнувшиеся контакты 3-2 реле 12109, предохранитель сп-2, поступает на клемму 1 ШР КПР-9. Аналогично подключается вторая и третья фазы.

При качественном трёхфазном напряжении КПР с клеммы 9 выдаёт минус через диод 12110, на обмотку контактора 1137, он срабатывает и три фазы преобразователя подключается к шинам централизованного питания. Самолёт включён.

**Отказ ПТ-1000 основной:**

Коробка КПР 9 клеммы 7 ШР выдаёт минус на клемму 5 ПТ-1000 резервный и он запускается. 3 фазы с клемм 1, 2, 3 ШР преобразователя через замкнутые контакты в отключенном контакторе 1137 поступают на шины централизованного питания.

На некоторых моделях самолётов вместо резервного преобразователя установлен трансформатор ТС-310СО4А (стоит в переднем багажнике под полом). В этом случае при отказе основного ПТ-1000 КПР-9 клеммы 7 выдаст минус на контактор 2989. Контактор срабатывает и подключают генератор ГО-16 фазы C1, C2 и корпус на первичную обмотку трансформатора. Со вторичной обмотки три фазы через замкнутые контакты контактора 1137 поступают на шины централизованного питания

**Включение ПТ-1000 резервный** п**ереключателем 1141:**

При установке выключателя 1141 в положение «резерв» срабатывает реле 12107, которое контактами 1-2 разорвёт цепь включения основного преобразователя. Минус с переключателя 1141 сразу поступает на клемму 5 ШР резервного преобразователя. Преобразователь сразу запускается и три фазы поступают на шины централизованного питания, одновременно под выключателем на щитке загорается лампочка «включено резервное питание 36 в».

**Включение ПТ-200**

На самолёте два штуки, установлены в электроотсеке. Для питания навигационного оборудования вместе с источником централизованного питания ПТ-1000 используется два преобразователя ПТ-200. В нормальном режиме когда работает ПТ-1000 то только ГПК-52АП, ЦГВ-4 (центральная гировертикаль) и АГД правого лётчика питается от шин централизованного питания. Остальное навигационное оборудование питается в нормальном режиме работы от двух ПТ-200.

Включение преобразователя для АГД левого лётчика производится выключателем АГД на приборной доске и преобразователь только этот прибор, второй преобразователь питает АГД и ГИК. Включается выключателем на правой панели приборной доски ГИК.

В каждой системе питания преобразователи ПТ-200 имеется коробки КПР-9, они при отказе преобразователя обеспечивают питание от централизованного питания то есть от ПТ-1000 .