

## Занятие № 1

# ВВЕДЕНИЕ

1. Роль и место дисциплины в системе подготовки авиационного техника.
2. Основное содержание предмета.
3. Краткий обзор развития электрооборудования самолетов и вертолетов.
4. Основные технико-экономические требования предъявляемые к электрооборудованию.

**1.** Предмет «Приборы и электрооборудование ЛА» играет важную роль в системе подготовки авиаспециалистов. Знание этого предмета позволяет более грамотно обслуживать самолет. Сегодня самолеты летают на больших высотах с большой скоростью, осуществляют полеты по сложному маршруту с выходом в заданную точку (аэродром) посадки днем и ночью в простых и сложных метеоусловиях.

Для обеспечения безопасности полетов их регулярности осуществляется контроль двигателей, систем самолета, а в аварийных случаях и предупреждение экипажа (световое, речевое, звуковое). По этому авиационное и радиоэлектронное оборудование (А и РЭО) всегда должно быть исправно и готово к работе. С помощью авиационного оборудования происходит автоматическое переключение на дублирующую или аварийную системы, также могут быть выданы рекомендации экипажу по принятию нужного решения.

При подготовке самолета к вылету он включается под ток и техник-механик должен знать как это сделать. Предполетная подготовка осуществляется на самолете под током от автономного аэродромного питания или от своей ВСУ.

**2.** Предмет изучается в двух семестрах, первый семестр самолет второй вертолет и заканчивается экзаменом. Рассматривая вопросы обеспечения БП с использованием А и РЭО. Изучаются источники электроэнергии их включение и проверка, включение систем самолета и приборов, особое внимание обратим на приборы контроля двигателей и систем (манометров, термометров, тахометров).

**3.** Электрооборудование ВС по назначению отдельных элементов подразделяется на три основные группы:

1) Источники, преобразователи эл.энергии и их пускорегулирующая аппаратура. В эту группу входят генераторы постоянного и переменного тока, химические источники энергии (аккумуляторные батареи), преобразователи преобразуют постоянный ток в переменный, выпрямители выпрямляют переменный ток в постоянный, трансформаторы трансформируют энергию одного вида в другой. В комплексе с источниками работает пускорегулирующая аппаратура регуляторы напряжения, защитная аппаратура: автоматы защиты от повышения напряжения, защита от

обратных токов, от перегрузок и коротких замыканий.

2) Системы передачи и распределения электроэнергии. В эту группу входят: электрическая сеть включающая в себя провода, жгуты, шины. Аппаратура управления кнопки, выключатели, переключатели, реле, контакторы. Монтажно-установочное оборудование включающее в себя разъемы, РК, РУ. Контрольно-измерительная аппаратура амперметры, вольтметры, частотомеры.

3) Потребители электроэнергии. В эту группу входят осветительные и светосигнальные устройства, электроприводы (насосов, кранов) а также эл.запуска двигателей. Электрооборудование систем самолета ТС, ППС, ПОС, ГС и т.д., приборное и радиооборудование.

**4. Основные требования предъявляемые к электрооборудованию:**

- надежность и безотказность работы защита от перегрузок и коротких замыканий (КЗ), блокировки;
- минимальная масса и габариты экономия горючего, больше груза;
- механическая прочность подверженность динамическим нагрузкам;
- электрическая прочность требования к качеству изоляции;
- термическая прочность работа при повышенных температурах;
- химическая стойкость к керосину, маслу, влаге и другим жидкостям;
- удобство и безопасность в обращении расположение в кабине;
- независимость работы от положения самолета в пространстве;
- независимость работы от давления, температуры и влажности;
- защита от радиопомехмагнитных компасов и радиостанций;
- быстрая готовность к работе;
- простота ухода и эксплуатации;
- низкая стоимость.

**Тема: «Общие сведения об электрооборудовании и его роль в обеспечении безопасности полетов»**

**Занятие № 2**

1. Основные и дублирующие системы электроснабжения.
2. Роль электрооборудования в обеспечении полетов.
3. род тока и величина напряжения источников тока на ВС.
4. Системы передачи и распределения электроэнергии.

**1.** Для повышения надежности электроснабжения каждое ВС имеет двухкратное дублирование. В качестве источника эл. энергии используются генераторы и их количество соответствует количеству маршевых двигателей.

Если на самолете установлены генераторы постоянного тока АН-24, МИ-8Т то они включены параллельно, поэтому при отказе одного из генераторов потребители ни секунды не останутся без энергии.

Если на самолете установлены генераторы переменного тока ЯК-42, МИ-8МТВ то все потребители равномерно распределены между генераторами и каждый генератор питает только свои потребители (канал), а в случае отказа его потребители автоматически подключаются к работающим.

На самолетах и вертолетах также имеется вспомогательная силовая установка (ВСУ) ЯК-42 – ТА-6В, АН-24 – ТГ-16 или РУ-19А\300, МИ-8МТВ – АИ-9В. На этих ВСУ установлены генераторы которые могут использоваться в случае отказа основных генераторов.

В случае отказа всей системы электроснабжения на самолете ЯК-42, МИ-8МТВ имеются аварийные источники по две аккумуляторные батареи. На этих батареях воздушное судно может пролететь 15-20 минут.

**2.** От бесперебойной работы электрооборудования зависит нормальная работа двигателей и систем самолета. В течение полета с помощью электрооборудования экипаж контролирует работу этих систем в виде индикации и сигнализации.

Сигнализация визуальная трехцветная:

- зеленый цвет нормальная работа;
- желтый цвет предупреждение, но считается нормальной работой;
- красный отказ.

Сигнализация звуковая: сирена, зуммер. Речевая информация РИ-65 на МИ-8МТВ «пожар двигателей».

Для расшифровки данных при авиа происшествиях на ВС установлена система автоматической регистрации параметров полета.

**3.** На самолетах используется постоянный и переменный ток. Система постоянного тока выполнена однопроводной (+) – изолированный провод, а минус (-) это корпус. Преимущество это параллельная работа всех источников постоянного тока и одновременно зарядка аккумуляторов, а при отказе борт сеть будет питаться от аккумуляторов.

На самолетах с основной системой переменного тока нужно обеспечить стабильную частоту 400Гц, для этого на самолете ЯК-42 применен гидропривод ГП-21 для поддержания оборотов генератора постоянными при изменении режима работы двигателей от малого газа (МГ) до (МАХ).

В бортовой сети самолета ЯК-42 используются следующие напряжения:

Переменный ток:

- трехфазный 200В 400Гц -- источники генераторы ГТ-30НЖЧ12, ГТ-40ПЧ6;
- однофазный 115В 400Гц – основной источник трансформатор ТР1/2, аварийный статический преобразователь ПОС-1000А;
- трехфазный 36В 400Гц – основной источник трансформатор ТС-310СО4А, аварийный статический преобразователь ПТС-800АС;
- однофазный 36В 400Гц – трансформатор понижающий ТР-115/36.

Постоянный ток:

- выпрямительные устройства ВУ-6Б выдают 28.5В – основные источники;
- аккумуляторные батареи 2 штуки 20НКБН-40 аварийные источники 26В.

От аэродромных источников:

- ШРАП- 400 3Ф питает переменным трехфазным 200В 400Гц;
- ШРАП 500К питает постоянным током 28.5В.

**4.** Системы передачи и распределения эл.энергии и эл.сети на ВС выполнены так, чтобы обеспечить потребители питанием даже при нерасчетных режимах полета. Каждая из систем выполняет свою функцию в зависимости от назначения:

- питательная подводит питание от источника до ЦРУ;
- первичная распределительная подводит питание от ЦРУ к РУ;
- вторичная распределительная подводит питание от РУ к потребителям.

Участок эл.сети от РУ и питающий один потребитель через один АЗС называется фидером.

## Занятие № 2

1. Компоновка кабины самолета.
2. Авиационные провода.
3. Коммутационная аппаратура.
4. Защитная аппаратура.

1. Компоновка кабины самолета представлена следующим образом: два кресла левое командира воздушного судна (КВС), правое помощника командира воздушного судна (ПКВС). От них слева и справа соответственно левый и правый пульты с горизонтальными и вертикальными панелями. На потолке кабины между летчиками расположен верхний пульт со щитками систем самолета. В носу кабины расположена приборная доска поделенная на левую, среднюю и правую панели.



Рис 1. Кабина самолета Як-42.

2. В электрических сетях применяются провода с повышенными электрическими и механическими свойствами. Они обладают хорошей изоляцией мало подверженной внешним факторам.

Основным проводом применяемым в авиационной промышленности является провод марки БПВЛ, БПВЛЭ. Б - бортовой, П - провод, В - виниловый, Л - лакированный, Э - экранированный. Выпускается сечением

0.35 – 0.95мм с числом проволок в жиле от 7 до 37 штук. Диаметр проволок от 0.25 до 0.68мм и используются для монтажа сетей низкого напряжения и применяются при температурах от  $-60^{\circ}$  до  $+70^{\circ}$ .



Рис 2. Провод БПВЛЭ.

Теплостойкие провода БПТ-250, БПТЭ-250. Б – бортовой, П – провод, Т – теплостойкий выдерживает температуру  $250^{\circ}\text{C}$ . Изоляция из фторопласта с оплеткой из стекловолокна пропитанная кремнийорганическим лаком. Выпускаются сечением от 0.37 до 70мм.



Рис 3. Провод БПТ-250

Теплостойкий провод СФК, СФКЭ специальный фторопластовый изолирован кремнийорганическим лаком. Применяется для присоединения термопар. Эксплуатируется при температурах от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+250^{\circ}\text{C}$  с кратковременным повышением до  $400^{\circ}\text{C}$ .



Рис 4. Специальный провод фторопластовый СФК.

**3.** Коммутационная аппаратура обеспечивает включение и выключение электрических цепей. Разделяется на аппаратуру прямого и дистанционного действия.

Аппаратура прямого действия на неё воздействует непосредственно человек, к ней относятся выключатели, переключатели, кнопки, кнопки-лампы.

Выключатели ВГ-15, ВНГ-15. В – выключатель, Н – нажимной, Г – герметичный нажимного действия пропускает ток до 15А. Имеет одну рабочую позицию.



Рис 5. Выключатель ВНГ-15.

Переключатель ПНГ-15 имеет нефиксированные рабочие позиции от 2 и более.



Рис 6. Переключатель ПНГ-15.

Кнопки применяются для кратковременной коммутации электрической энергии. Кнопка КП-5 с подсветкой в неё вмонтирована лампа накаливания СМ-37.



Рис 7. Кнопка лампа КП-5.

КП-5 кнопка размыкания устанавливается в салонах ВС бывают с красными и синими колпачками.





Рис 8. Кнопка размыкания КГ-5.

Аппаратура дистанционного действия к ней относятся контакторы, реле, концевые выключатели КВ.

Реле является элементом автоматики и имеет несколько контактов нормально-разомкнутых (НР) и нормально-замкнутых (НЗ) типа ТКЕ.



Рис 9. Реле типа ТКЕ.

Контакторы имеют 1-2 замыкающихся контактов и используются в силовых электрических цепях с большими токами на самолете используется КМ-50 с током срабатывания до 50А.



Рис 10. Контактор КМ-50.

4. При эксплуатации электрических цепей возможны повреждения при коротком замыкании (КЗ) или перегрузкой. В этом случае происходит возгорание изоляции от больших токов. Для предотвращения этого устанавливается защита, в которую входят предохранители и автоматы.

СП-1, 2...40 - стеклянный предохранитель рассчитан на токи 1-40А. срабатывание определяется по перегоранию проволоки внутри стеклянного корпуса при прохождении большого тока.



Рис 11. Стеклянный предохранитель СП 5.

ПМ 0.5, 1..15-20...150 предохранитель малогабаритный, малоинерционный рассчитан на токи от 0.5 до 150А. Срабатывание определяется по выскакиванию кнопки из корпуса.



Рис 12. Предохранитель ПМ 20.

ИП 50, 150 инерционные предохранители защищают цепи постоянного тока. Устанавливаются в цепях с большими пусковыми токами, т.е. с электродвигателями. При перегрузках большие токи нагревают нагревательный элемент тепло через стержень передается на легко плавкий

элемент который расплавляется.



Рис 13. Инерционный предохранитель ИП-150.

ТП-400, 600 тепловой предохранитель, используется в силовых цепях для защиты от коротких замыканий. При определенной величине тока нагревается тело предохранителя и легкоплавкая вставка расплавляется, цепь разрывается.



Рис 14. Термопредохранитель ТП400.

Биметаллические автоматы защиты в зависимости от кинематической схемы механизма замыкания контактов делятся на автоматы со свободным расцеплением АЗР и без свободного расцепления АЗС.

АЗС—можно принудительно удерживать контакты при токе выше допустимой величины.

АЗР—механизм не позволяет принудительно удерживать контакты. При прохождении большого тока биметаллическая пластинка нагревается и прогибается вместе с подвижным контактом в обратную сторону и будет

находиться в этом положении пока не остынет.



Рис 15. Автомат защиты без расцепления АЗС.



Рис 16. Автомат защиты с расцеплением АЗРГК.

### Занятие № 3

1. Система постоянного тока.
2. Подключение самолета Як-42 к аэродромному источнику постоянного тока.
3. Роль системы постоянного тока в обеспечении безопасности полетов.

1. Для питания потребителей постоянным током на самолете имеется система электроснабжения постоянным током состоящая из двух каналов левого и правого бортов. В системе имеются основные источники постоянного тока **ВУ-6Б** – 2штуки и аварийные источники аккумуляторные батареи **20 НКБН-40** – 2штуки.

**ВУ-6Б** – выпрямительное устройство мощностью 6кВт работают каждое на свой канал (борт) и выпрямляют переменный 3-х фазный ток напряжением 200В 400Гц в постоянный напряжением 28.5В.



Рис 1. Выпрямительное устройство ВУ-6Б

**20 НКБН-40** аккумуляторная батарея работает также на свой канал (борт) и подключается к сети автоматически при отказе или отключении ВУ-6Б и питают сеть напряжением 24В.



Рис 2. Аккумуляторная батарея 20 НКБН-40.

**ВУ-6Б** и **20 НКБН-40** подключаются к шинам соответствующих распределительных устройств:



Рис 3. Распределительное устройство

## Структурная схема системы постоянного тока

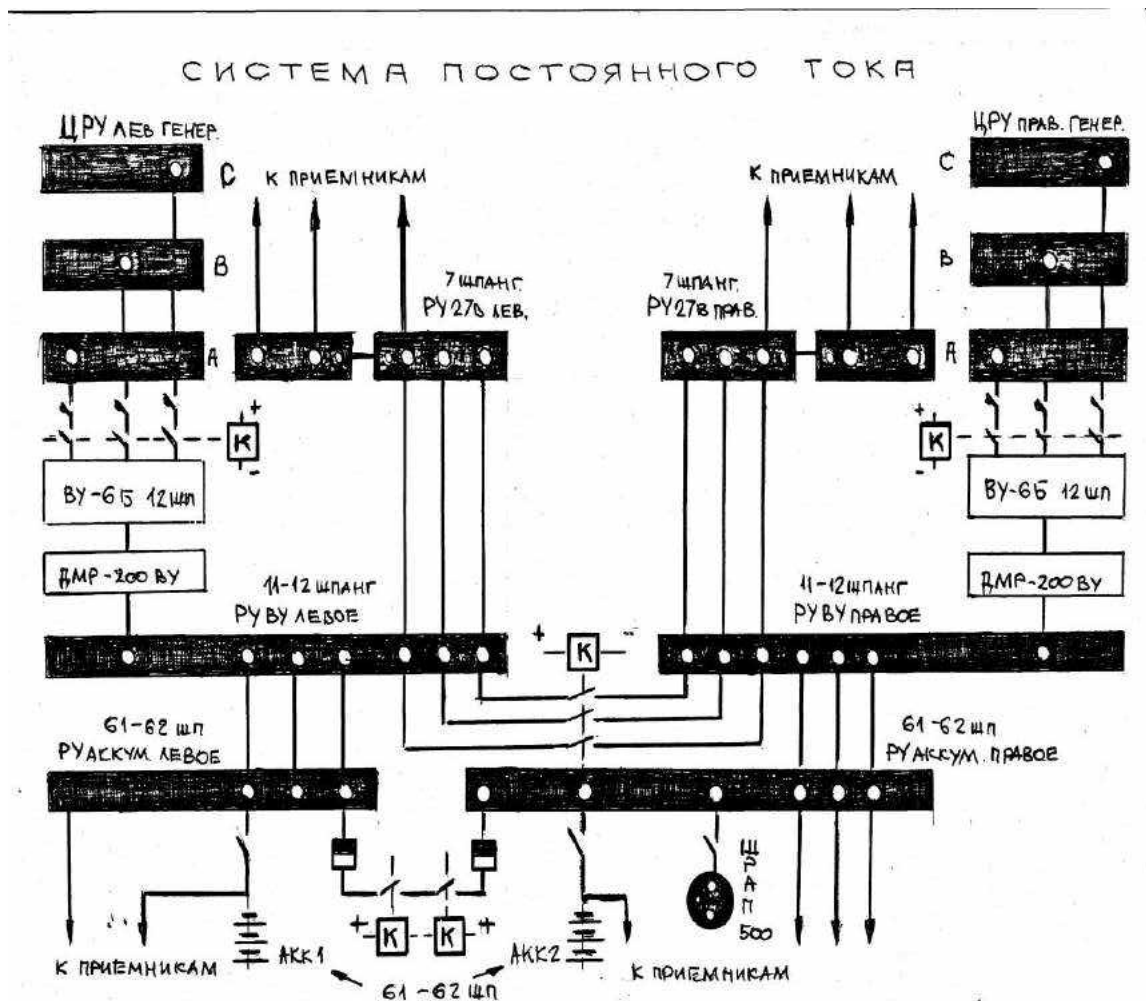
К ВУ-6Б подключаются распределительные шины РУ ВУ (лев, прав) шпангоут № 11-12 под полом.

К РУ ВУ подключаются распределительные шины РУ 27В (лев, прав) шпангоут № 7 слева и справа.

РУ левого АКК подключается к левому аккумулятору шпангоут № 61-62 слева.

РУ правого АКК подключается к правому аккумулятору шпангоут № 61-62 справа.

Панели АЗР (левая, правая) в кабине.



В нормальном режиме оба канала работают отдельно, а при отказе любого из ВУ происходит объединение каналов через РУ ВУ, но так как мощности одного ВУ не хватает, то происходит частичное отключение нагрузки (основное освещение и освещение пассажирских мест.)

Объединение шин РУ АКК происходит при подключении аэродромного источника питания и при запуске ВСУ.

В системе постоянного тока предусмотрены электрические **блокировки** исключающие одновременное включение аэродромного источника постоянного тока АКК и ВУ.

**Органы управления** и сигнализации работы источников постоянного тока расположены на среднем верхнем пульте: щиток «ЭЛЕКТРОСИСТЕМА». Контроль за напряжением на вертикальной панели правого пульта: щиток «ЭЛЕКТРОСИСТАМА». Контроль тока АКК и ВУ по амперметру правее правой приборной доски.

**Сигнализация** на средней панели приборной доски: центральный сигнальный огонь «ЦСО», желтое табло «ЭЛЕКТРО», красное табло «ПИТАНИЕ ОТ АКК».

2. При техническом осмотре и предполетной подготовке самолет подключается к аэродромному источнику постоянного тока. Для этого на правом борту по полету между шпангоутами 61-62 имеется вилка для подключения штепсельного разъема аэродромного питания ШРАП-500К.



Рис 4. Розетка и вилка ШРАП-500К.

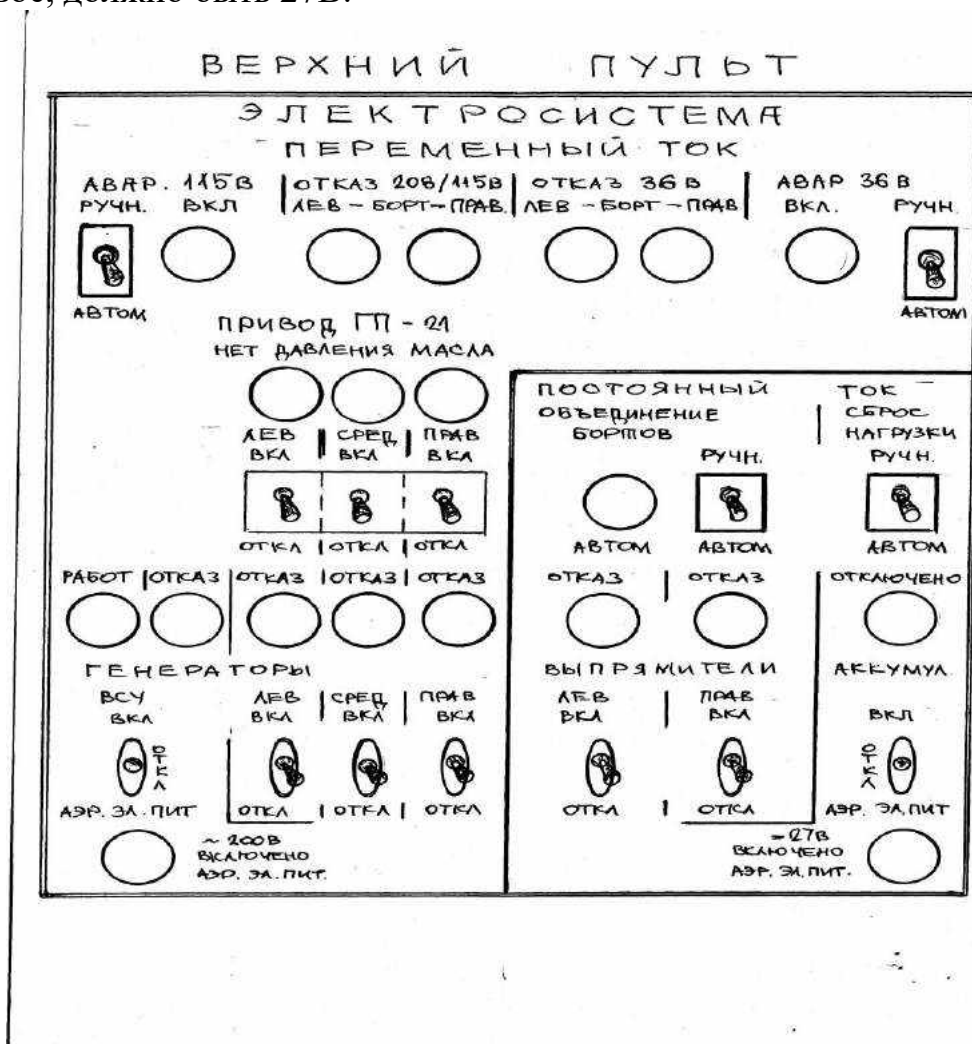
Перед подключением произвести обход самолета с визуальным осмотром на предмет повреждений и подтекания жидкостей, зайти в кабину и проверить чтобы все выключатели были выключены. Выйти из кабины и проверить ШРАП на предмет повреждения изоляции, оплавления гнезд розетки в руках, (на самолете вилка), нет трещин и сколов изолятора. ШРАП должен входить плотно для обеспечения хорошего контакта.

ШРАП имеет плюс (+) и минус (-) длинные силовые штыри и один короткий (+) управляющий. При подсоединении АЭР источника к разъему самолета расположенная рядом зеленая сигнальная лампочка загорится, это говорит о том, что полярность у разъема не перепутана, а в кабине на верхнем среднем пульте на щитке «ЭЛЕКТРОСИСТЕМА» загорится лампа «27В ПОДКЛ. ШРАП». На вертикальной панели правого пульта на щитке «ЭЛЕКТРОСИСТЕМА» галетный переключатель вольтметра установить в положение «РАП» с последующим контролем напряжения на аэродромном источнике, должно быть 27В.



На верхнем среднем пульте на щитке «ЭЛЕКТРОСИСТЕМА» в разделе постоянный ток переключатель «АКК—ВЫКЛ—АЭР. ПИТ» поставить в положение «АЭР. ПИТ».

На вертикальной панели правого пульта на щитке «ЭЛЕКТРОСИСТЕМА» проверить напряжение поставив поочередно галетный переключатель в следующие положения: РУ ВУ левое, РУ ВУ правое, РУ 27 левое, РУ 27 правое, должно быть 27В.



3. В систему постоянного тока входят АКК батареи которые являются надежными источниками постоянного тока. Вылет без АКК батарей «ЗАПРЕЩЕН». Источники постоянного тока работают параллельно, поэтому отказ одного не сказывается на работоспособности потребителей. Источники постоянного тока работают устойчиво в широком диапазоне температур от -60° до +60°С и до высоты Н=17000м. Защита сети применяемая в цепях постоянного тока обладает высокой надежностью. При отказе основных источников электроэнергии от аккумуляторных батарей получают питание: подкачивающие топливные насосы, самолетное переговорное устройство (СПУ), командная радиостанция (РК), аварийное освещение, внешнее освещение.

## Занятие № 4

1. Авиационные аккумуляторные батареи, назначение и размещение.
2. Основные технические данные.
3. Конструкция.
4. Включение в бортовую сеть, проверка величины напряжения.

1. На самолете установлены две аккумуляторные батареи 20НКБН-40УЗ:

- 20 количество банок в батарее;
- НК никель кадмиевые (активные массы участвующие в реакции);
- БН безламельнонамазные (конструкция пластин аккумулятора);
- 40 емкость каждого аккумулятора в ампер/часах;
- УЗ модификация, климатическое исполнение и категория по ГОСТ15150-69.

Аккумуляторные батареи предназначены:

- для запуска ВСУ;
- для проверки электрооборудования на стоянке при отсутствии аэродромного источника питания (кратковременно и при токе до 10А);
- для питания бортовой сети самолета в полете при отказе (отключении) основных источников выпрямительных устройств ВУ-6Б на время 10-20 мин;

Аккумуляторные батареи установлены между шпангоутами 61-62 слева и справа в специальных отсеках устанавливаются на направляющие фиксируются и доставляются в отсек.

2.

Основные технические данные

- номинальное напряжение  $U_n = 25.5В$ ;
- напряжение разряженной батареи  $U_p = 20В$ ;
- электрическая емкость при разряде током 10 А и при  $t = 25^{\circ}C$  в начальный период эксплуатации составляет 40А/ч;
- температурный диапазон работоспособности  $-60^{\circ} + 60^{\circ}C$ ;
- температура электролита от  $-5^{\circ}$  до  $+50^{\circ}C$ ;

3. По конструкции батарея представляет собой металлический контейнер в котором в два ряда размещаются 20 аккумуляторов, каждый аккумулятор имеет собственную емкость (банку) из полиамидной смолы, между ними изоляционный материал.



Рис 1. Аккумулятор никель кадмиевый



Рис 2. Аккумуляторная батарея 20НКБН-40УЗ.

Один аккумулятор состоит из блоков пластин, каждая отрицательная пластина расположена между двумя положительными для полного использования потенциала отрицательных пластин.

Для предотвращения короткого замыкания (КЗ) между разноименными пластинами ставится сепаратор из текстолита с отверстиями для прохождения электролита.

Пластины это стальные рамки (решетки) которые заполняются активными массами. Активная масса (+) гидратаокисел никеля, а активная масса (-) трубчатый кадмий. Плюсовые и минусовые пластины одного аккумулятора помещаются в сосуд из полиамидной смолы. Аккумуляторы изолированы друг от друга пленкой из винилпласта и спецгрунтовкой.

Все 20 аккумуляторов помещены в стальной контейнер на боковых стенках которого размещены смотровые окна для контроля уровня электролита. Общие (+) и (--) выведены на розетку электрического разъема и через него соединяются с бортсетью.

В каждый аккумулятор заливается электролит (щелочь) 20% раствор едкого калия или едкого лития. Концентрация электролита при разряде остается неизменной т. к. в процессе реакции электролит не расходуется.

Заряд аккумулятора ведется до тех пор пока ему не будет сообщено требуемое количество (А/ч) согласно паспорта. Выделение газов не является признаком конца зарядки, а при бурном закипании уменьшить ток. Щелочной аккумулятор лучше перезарядить чем не дозарядить. Температура свыше 45<sup>0</sup>С приводит к повышенному разрушению активной массы.

Щелочной аккумулятор перед кислотным имеет:

- большую механическую прочность;
- малочувствителен к толчкам и сотрясениям;

- меньшая масса;
- большое внутреннее электрическое сопротивление, поэтому менее чувствителен к коротким замыканиям (КЗ).

4. Проверка напряжения батарей производится под нагрузкой 100А для этого необходимо:

1. Выключатели «АКК—ВКЛ—ОТКЛ» (лев, прав) установить в положение «ОТКЛ».
2. На верхнем среднем пульте переключатель «АВАР. ОБОРУД. БОРТ АВТОМ—РУЧН» в положение «РУЧН» и переключатель «АКК. ВКЛ—ОТКЛ—АЭР. ПИТ» в положение «ВКЛ. АКК».
3. На вертикальной панели правого пульта переключатель вольтметра в разделе постоянный ток установить в положение «АКК. ЛЕВ»
4. Правее правой панели приборной доски переключатель амперметра установить в положение «АКК.ЛЕВ».
5. Включить на левой и правой панелях АЗР выключатели «ФАРЫ ЛЕВ. ФЮЗ», «ФАРЫ ПРАВ. ФЮЗ», «ФАРЫ ЛЕВ. КРЫЛО», «ФАРЫ ПРАВ. КРЫЛО».
6. На верхнем среднем пульте установить переключатели:
  - «ФАРЫ ФЮЗ. ВЫПУСК--УБОРКА» в положение «ВЫПУСК».
  - «ФАРЫ КРЫЛ. ВЫПУСК--УБОРКА» в положение «ВЫПУСК».
  - «ФАРЫ ФЮЗ. ПОСАДКА—ОТКЛ--РУЛЕЖ» в положение «ПОСАДКА».
  - «ФАРЫ КРЫЛ. ПОСАДКА—ОТКЛ—РУЛЕЖ» в положение «ПОСАДК».
7. Включить выключатель «АКК. ЛЕВ» при этом на верхнем среднем пульте загорится:
  - ГЕНЕРАТОРЫ ОТКАЗ (ЛЕВ. СРЕД. ПРАВ);
  - ВЫПРЯМИТЕЛИ ОТКАЗ (ЛЕВ.ПРАВ);
  - БОРТА ОБЪЕДИНЕННЫ;
  - ПИТАНИЕ ОТ АКК табло на правой панели приборной доски.
8. Контроль тока и напряжения по амперметру и вольтметру (время контроля не более 6сек):
  - ток нагрузки 87.5 - 100А;
  - напряжение не менее 24В.
9. Выключить выключатель «АКК. ЛЕВ» сигнализация гаснет.
10. Переключатели амперметра и вольтметра поставить в положение «АКК. ПРАВ».
11. Включить выключатель «АКК. ПРАВ», на среднем верхнем пульте загорится сигнализация как в п.7.
12. По А и V проверить параметры правой батареи.
13. Выключить выключатель «АКК. ПРАВ», выключатели фар в положение «УБОРКА», «ОТКЛ».
14. Выключить выключатели фар на панелях АЗР.

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ ПРАВОГО ПУЛЬТА

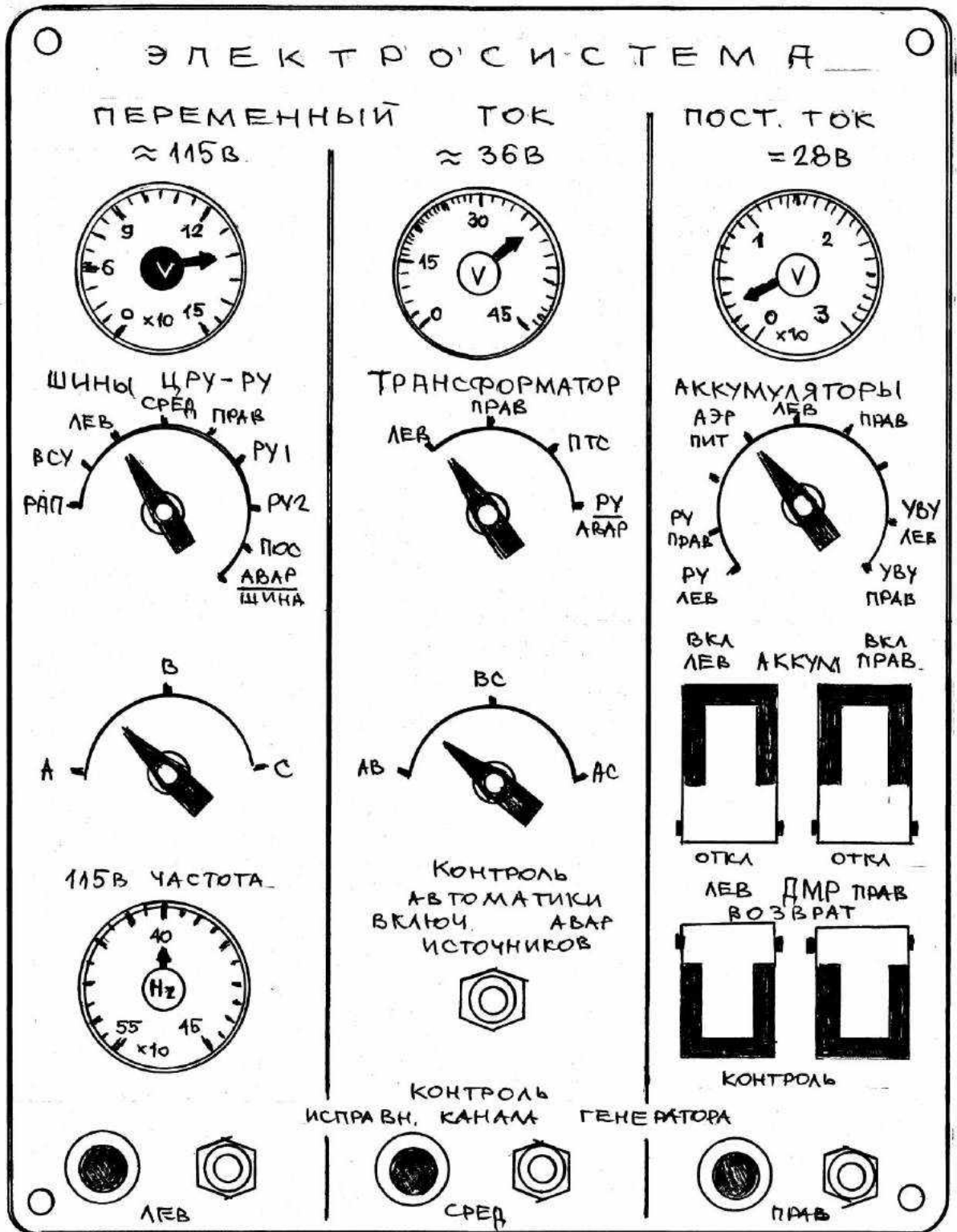


Рис 3. Щиток «Электросистема».

## Занятие № 5

1. Выпрямительное устройство ВУ-6Б. Назначение, размещение, основные технические данные, конструкция, включение и проверка работы.
2. Стартер—генератор ГС-12ТО.

1. Выпрямительные устройства являются основными источниками постоянного тока на самолете их 2 штуки ВУ-6Б мощностью 6кВт барабанного типа. ВУ предназначены для выпрямления переменного трехфазного тока напряжением 200В 400Гц от генераторов в постоянный ток напряжением 28.5В. В сети постоянного тока ВУ может быть использовано как при одиночной, так и параллельной с аккумуляторной батареей работе.

В нормальных условиях полета каждое ВУ работает на свой канал (лев.прав. борт), а в случае отказа одного из них происходит объединение бортов и на верхнем среднем пульте на щитке «ЭЛЕКТРОСИСТЕМА» в разделе постоянный ток загорается лампа «ОБЪЕД. БОРТ».

На самолете ВУ расположены в переднем техотсеке между шпангоутами 11-12 под полом.



Рис 1. Выпрямительное устройство ВУ-6Б.

Основные технические данные:

- входное напряжение 200В 400Гц;
- выходное напряжение 30В, а под нагрузкой 28.5В;
- потребляемый переменный ток из сети 15А;
- нагрузка по постоянному току 200А;
- мощность 6киловатт;
- режим работы длительный.

### Перегрузочные характеристики:

- при токе потребления до 300А до 5 минут;
- при токе потребления до 400А до 5 секунд;
- при токе потребления 1400А скачок;
- повторные перегрузки не раньше чем через 1 минуту.

ВУ цилиндрической формы, крепится на 4-х амортизаторах для гашения динамических нагрузок. В конструкцию входит понижающий трехфазный трансформатор питающийся от сети 200В 400Гц, пониженное с него напряжение до 30В поступает на 2-х полупериодный выпрямитель собранный на полупроводниковых диодах по трехфазной мостовой схеме. Для уменьшения уровня помех в цепях постоянного тока включен Г-образный емкостно-индуктивный сглаживающий фильтр. В линии включения двигателя вентилятора АДС-130 также включен фильтр. Вентилятор охлаждает выпрямительные диоды, направление продуваемого воздуха указано на корпусе стрелкой.

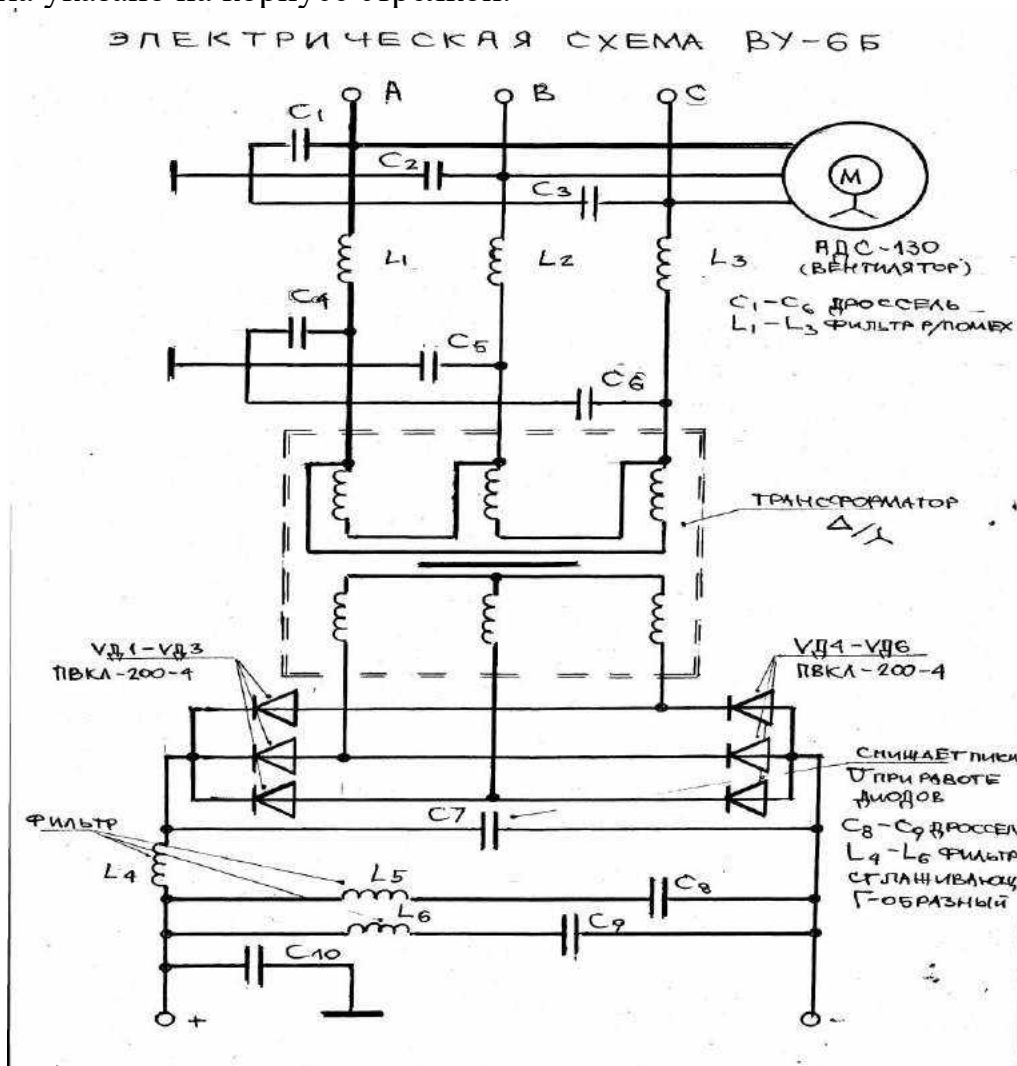


Рис 2. Электрическая схема ВУ-6Б.

### Включение и проверка ВУ-6Б:

На стоянке можно использовать ВУ для выпрямления переменного 3-х фазного тока аэродромного источника.

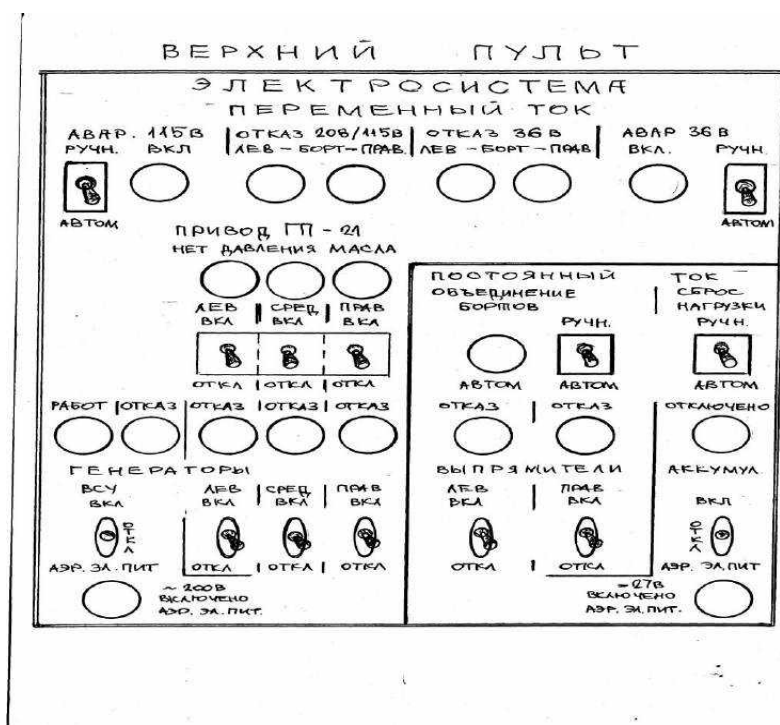
- 1) Самолет включить по постоянному току от аккумуляторных батарей (при включенном ШРАП-500К включение невозможно сработает блокировка) исключающая одновременную параллельную работу.
- 2) К самолету подключить ШРАП-400 3Ф и включить бортсеть 3-х фазного переменного тока 200В 400Гц выключателем «АЭР. ПИТ» на верхнем среднем пульте на щитке «ЭЛЕКТРОСИСТЕМА».
- 3) Там же на верхнем пульте включить выключатели ВУ ЛЕВ. ПРАВ.должны погаснуть лампочки «ОТКАЗ ВУ».
- 4) Проверить напряжение выдаваемое ВУ установив переключатель (галетник) вольтметра на правом вертикальном пульте поочередно в положения «УВУ ЛЕВ», «УВУ ПРАВ» должно быть 28.5 В.

**Примечание:** Если в линии постоянного тока или в самом ВУ произойдет КЗ, то ДМР-200 ВУ отключит данное ВУ от сети и загорится лампа «ВЫПР лев. (прав) ОТКАЗ».

Для возвращения ДМР в исходное состояние после устранения неисправности установить переключатель «ДМР лев ВОЗВР-КОНТР» в положение «ВОЗВР», а затем в нейтральное положение и ДМР будет готов к работе.

Для контроля этой защиты переключатель ставят в положение «КОНТР» и срабатывает ДМР на отключение и загорается сигнальная лампа «ВУ ОТКАЗ ЛЕВ. ПРАВ».

- 5) Выключить ВУ, АКК, АЭР.ПИТ.





2. Стартер-генератор ГС-12 ТО это обратимая электрическая машина ток 27В, а также может работать в генераторном режиме при раскрутке до номинальных оборотов.

ГС-12 ТО установлен на ВСУ ТА-6В и предназначен для запуска и холодной прокрутки ВСУ. Г—генератор, С—стартер, мощностью 12кВт, Т—теплостойкий, О—обдуваемый.



Рис 3. Генератор-стартер 12 ТО.

Технические данные в стартерном режиме:

- напряжение подаваемое на ГС 20-30В;
- потребляемый ток 600А;
- частота вращения в момент выключения 3000об/мин;
- режим работы повторно-кратковременный.

ГС состоит из корпуса с полюсами на которых расположена обмотка возбуждения, якорь с коллектором, коллекторного щита, щита со стороны привода, защитной ленты. Корпус стальной и является магнитопроводом к нему прикреплены 6 основных и 6 дополнительных полюсов с обмотками. На основных полюсах расположена шунтовая обмотка возбуждения (ОВ) на дополнительных (ОДП) и компенсационная обмотка (КО).

ОВ – создает магнитный поток машины;

ОДП – создает магнитное поле которое компенсирует реакцию якоря обмоткой КО;

Якорь генератора имеет полый и гибкий валы изготовленные из сверхпрочной стали. Гибкий вал присоединен к полуму с помощью шлицевого сочленения и гайки. Выходной конец гибкого вала выполнен со шлицами эвольвенторного профиля, что позволяет:

- предохранять редуктор ТА-6В от разрушения при заклинивании подшипников;
- снижать нагрузку на подшипники при несоосном соединении ГС с приводом и снижать динамические нагрузки на якорь.

## Занятие № 6

1. Общие сведения о системе переменного тока.
2. Система электроснабжения 200/115В 400Гц.
3. Электроснабжение переменным однофазным током 115В 400Гц.
4. Электроснабжение переменным трехфазным током 36В 400Гц.
5. Питание от генератора ВСУ ГТ-40ПЧ6.
6. Подключение самолета к аэродромному источнику переменного тока.
7. Проверка системы электроснабжения при работе двигателей Д-36.

### 1. Самолет Як-42 оборудован:

- системой электроснабжения переменного трехфазного тока напряжением 200/115В и частотой 400Гц;
- системой электроснабжения переменного трехфазного тока напряжением 36В 400Гц;

Система 200/115В 400Гц является первичной т.к. она основная все остальные вторичные:

- трехфазная 36В 400Гц;
- однофазная 115В 400Гц;
- однофазная 36В 400Гц;
- система постоянного тока.

Все системы построены по принципу двух канальности, чемобеспечивается повышение безопасности полетов.

Основными источниками питания первичной системы являются три генератора ГТ-30НЖЧ12 с приводом генератора ГП-21 поддерживающий постоянную частоту вращения роторов генераторов при изменении оборотов двигателей.



Рис 1. Генератор ГТ-30НЖЧ12.

Резервным источником питания системы 200/115В 400Гц является генератор ГТ-40ПЧ6 с приводом от ВСУ ТА-6В который может использоваться на земле и в воздухе.



Рис 2. Генератор ГТ-40ПЧ6.

Аварийными источниками являются:

-- преобразователь однофазный ПОС-1000А питает систему переменным однофазным током 115В 400Гц;



Рис 3. Преобразователь ПОС-1000А.

-- преобразователь трехфазный ПТС-800АМ питает систему переменным трехфазным током 36В 400Гц;



Рис 4. Преобразователь статический ПТС-800АМ.

На самолете каждый источник подключается к своим шинам, а защитная и коммутационная аппаратура позволяет подсоединить шины отказавшего источника к шине работающего.

В электросистему переменного тока входят:

- ЦРУ лев, сред, прав, шпангоут 59;
- РУ РАП и ВСУ все шпангоут 59 справа;
- РУ 115В №1, РУ 115В №2, РУ 36В №1, РУ 36В №2 передний технический отсек шп8-10.

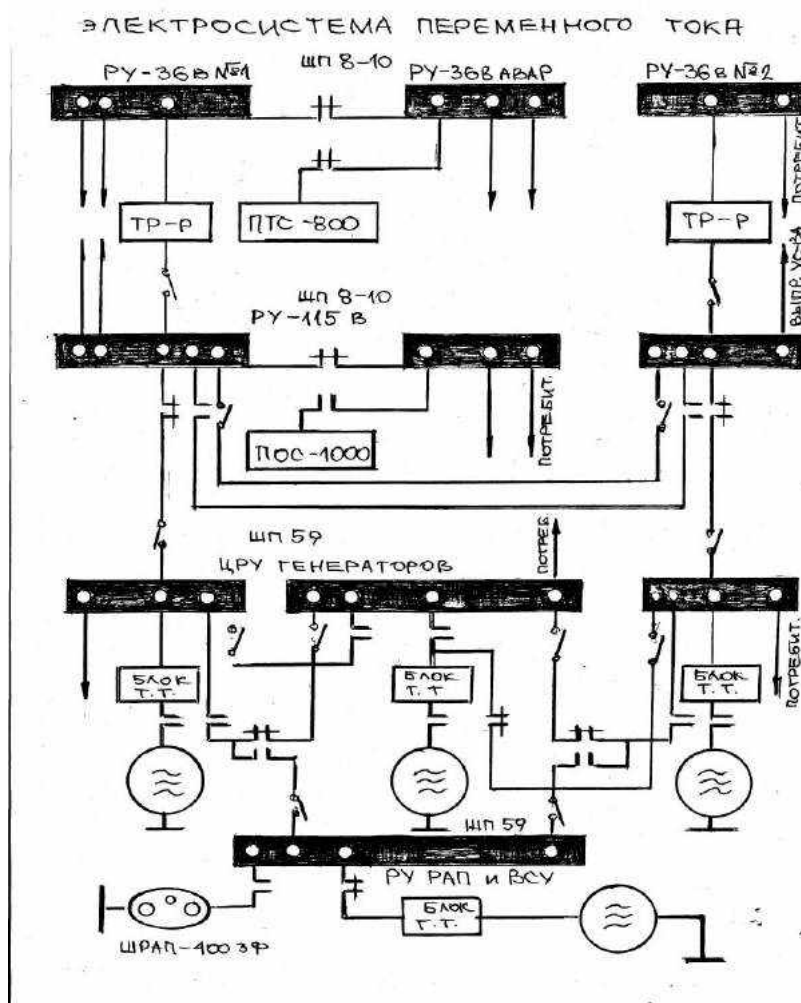


Рис 5. Электросистема переменного тока самолета Як-42.

Распределительные устройства РУ 115В №1 и №2 соединяются соответственно с ЦРУ левого и правого генератора образуя два независимых борта питания, а при отказе взаимозапитываемые.

Для питания потребителей во время проверки и ТО переменным трехфазным током 200/115В 400Гц на аэродроме подключается ШРАП-400 3Ф к вилке шпангоут 61-62 на правом борту.

2. Система электроснабжения 200/115В 400Гц состоит из трех каналов в каждый из которых входят:

- генератор ГТ-30НЖЧ12;
- блок регулирования напряжения БРН-120Т5А;
- блок защиты и управления БЗУ-376Т;
- блок трансформаторов тока БТТ-30БТ.

Каждый генератор переменного тока подключается к шинам своего ЦРУ. Каждый канал не зависит от других источников тока и они могут объединяться при отказах и при подключении к аэродромному источнику питания или генератору ВСУ.

Система имеет автоматический и визуальный контроль на верхнем и правом пультах:

- отказ канала сигнализируется лампой «ОТКАЗ ГЕНЕРАТОРА»;
- при подключении генератора ВСУ и его отказе загораются соответственно лампы «ГЕНЕРАТОР ВСУ РАБОТ» и «ГЕНЕРАТОР ВСУ ОТКАЗ»;
- контроль исправности канала проверяется нажатием кнопки «КОНТР ИСПР КАНАЛА ГЕНЕРАТОРА» и загорится лампа на правом пульте;
- при отказе в левом или правом борту электропитания загораются лампы «ОТКАЗ 200/115В ЛЕВ БОРТ» и «ОТКАЗ 200/115В ПРАВ БОРТ»;
- при одновременном отказе двух бортов загораются лампы «АВАР 115В ВКЛ» и «АВАР 36В ВКЛ», величина напряжения контролируется по вольтметрам на правом пульте

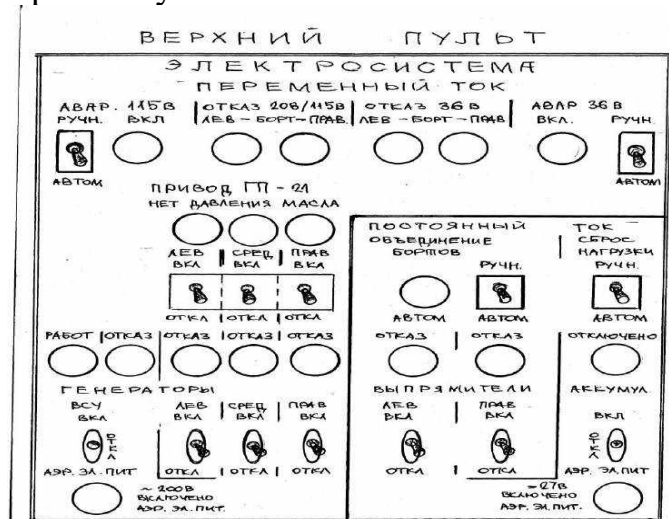


Рис 6. Щиток «ЭЛЕКТРОСИСТЕМА»

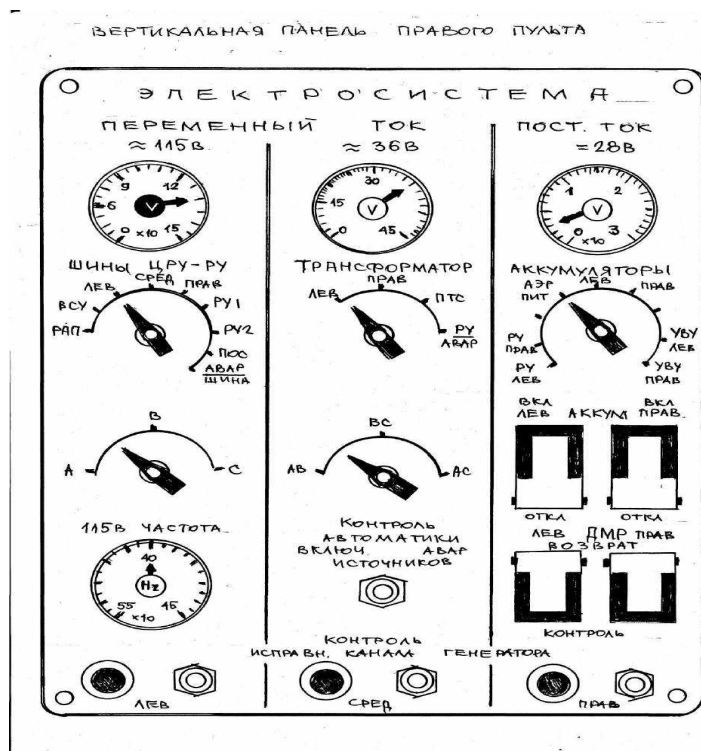


Рис 7. Щиток «ЭЛЕКТРОСИСТЕМА» правый пульт.

При подключении ШРАП-400 3Ф загораются лампочки возле разъема и на среднем пульте «200В АЭР ПИТ ВКЛ».

При нормальной работе каждый генератор переменного тока нагружен на 30% своей номинальной мощности, а система выполнена так, что единичный отказ не приводил к отключению потребителей.

При отказе ЛЕВ ГЕНЕР или ПРАВ ГЕНЕР аппаратура управления подключает их шины на СРЕД ГЕНЕР, а при отказе СРЕД ГЕНЕР на ЛЕВ ГЕНЕР. При отказе двух любых генераторов питание шин будет от работающего генератора.

При отказе трех генераторов срабатывает автомат переключения шин АПШ-3М и происходит включение преобразователей ПОС-1000А и ПТС-800АМ и разъединение основной и аварийной шин, будет работать ограниченное число потребителей.



Рис 8. Автомат переключения шин АПШ-3М.

**3.** Основным источником питания потребителей однофазным переменным током 115В 400Гц является бортовая сеть 200/115В 400Гц на которую подключены три генератора ГТ-30НЖЧ12. В дополнение к основным может использоваться генератор ВСУ ГТ-40ПЧ6 или аварийный источник ПОС-1000А.

При отказе основной системы переменного тока в полете производится запуск ВСУ ТА-6В до высоты  $H=3000\text{м}$  и включение генератора ГТ-40ПЧ6, а также при отсутствии АЭР ПИТ или не включении генератора ВСУ, необходимые потребители питаются от ПОС-1000А.

В полете при отказе основной системы 200/115В 400Гц автоматически включается ПОС-1000А и объединяются шины РУ 115В №1 и №2 и загорается лампа «АВАР 115В». ПОС-1000А можно включать вручную если не произошло автоматическое включение.

**4.** Потребители переменного трехфазного тока 36В 400Гц питаются от бортовой сети 200/115В 400Гц через два силовых трансформатора ТС-310СО4А. Первичные обмотки которых подключены к РУ 115В №1 и №2, а вторичные к РУ 36В №1 и №2



Рис 9. Силовой трансформатор ТС-310СО4А.

При отказе системы 36В 400Гц срабатывает автомат переключения шин АПШ-3М и включается ПТС-800АМ загораются лампы «ОТКАЗ 36В ЛЕВ БОРТ» и «ОТКАЗ 36В ПРАВ БОРТ» и «АВАР 36В ВКЛ». ПТС-800АМ можно включать и вручную если не включился автоматически.

**5.** После запуска ВСУ ТА-6В и выхода на номинальный режим в блоке защиты и управления БЗУ-376Т работающем в комплекте с генератором ГТ-40ПЧ6 снимается электрическая блокировка препятствующая включению генератора и он включится на шины РУ РАП и ВСУ которая через контакторы соединена с шинами ЦРУ генераторов и весь самолет будет под током. Включается генератор на верхнем среднем пульте выключателем «ГЕНЕР ВСУ» в положение «ВКЛ».



Рис 10. Блок защиты и управления БЗУ-376Т.

6. Подключить ШРАП-400 3Ф у вилки бортового разъема шпб1-62 при правильном подключении загорятся лампы у разъема и в кабине на верхнем пульте «200В ВКЛЮЧЕНО АЭР. ПИТ».

**Примечание:** Для подключения ШРАП-400 3Ф нужно включить самолет по постоянному току в положение «АКК».

На верхнем пульте переключатель «ГЕНЕР. ВСУ ВКЛ – ОТКЛ – АЭР. ПИТ» в положение «АЭР ПИТ». Срабатывает силовой контактор и подключает источник АЭР ПИТ к шинам РУ РАП и ВСУ и одновременно от этих шин отключается шина генератора ВСУ т.к. эти источники параллельно работать не могут. Аэродромный источник подключается к шинам ЦРУ ЛЕВ и ЦРУ ПРАВ. Напряжение контролируется по вольтметру на правом пульте при установке его переключателя в положение «РАП», а частота по частотомеру.

7.

1) Перед запуском убедиться что выключатели «ГЕН ЛЕВ», «ГЕНЕР ПРАВ», «ГЕНЕР СРЕДН» в положении «ОТКЛ» и горят лампы «ОТКАЗ ЛЕВ, СРЕДН, ПРАВ» и «ПРИВОД ГП-21 НЕТ ДАВЛЕНИЯ».

2) Запускаются двигатели.

3) После выхода двигателей на режим малого газа (МГ) убедиться, что не горят лампы «ОТКАЗ ГП-21» и произвести оперативный контроль исправности каналов, для чего:

-- нажать кнопку на правом пульте «КОНТР. ИСПР. КАНАЛА ГЕНЕР. ЛЕВ» и удерживать не более 15 сек и при исправном канале загорится лампа рядом с кнопкой через 8-12 сек;

-- также проверить средний и правый каналы генераторов.

4) После проверки установить переключатели «ГЕНЕРАТОРЫ» в положение «ВКЛ», лампы «ОТКАЗ ГЕНЕР. ЛЕВ. СРЕД. ПРАВ» погаснут, генераторы включились на шины ЦРУ.



## Занятие №7

1. Генераторы переменного тока.
2. Преобразователи.

1. На коробке приводов двигателей установлены генераторы ГТ-30НЖЧ12 Г – генератор, Т – трехфазный, НЖ – нагнетаемый жидкостный, 30кВа – мощность, Ч – частота вращения 12000 об/мин.



Рис 1. Генератор ГТ-30НЖЧ12.

Предназначен для питания потребителей в полете переменным трехфазным током 200/115В 400Гц и приводится во вращение гидроприводом ГП-21.

ГП-21 это гидропривод который обеспечивает постоянные обороты генератора при изменении оборотов двигателя от малого газа до взлетных, тем самым обеспечивается постоянство частоты тока 400Гц.



Рис 2. Гидропривод ГП-21.

ГТ-30НЖЧ12 – четырех полюсной безщеточный генератор, имеет трехфазный возбудитель переменного тока, а также вращающийся блок выпрямительных диодов собранных по двух полупериодной мостовой схеме для питания обмотки возбуждения основного генератора постоянным током.

Для автономности возбуждения, а также питания цепей защиты, управления и регулирования на одном валу с генератором размещен трехфазный подвозбудитель с возбуждением от 8-ми полюсного постоянного магнита.

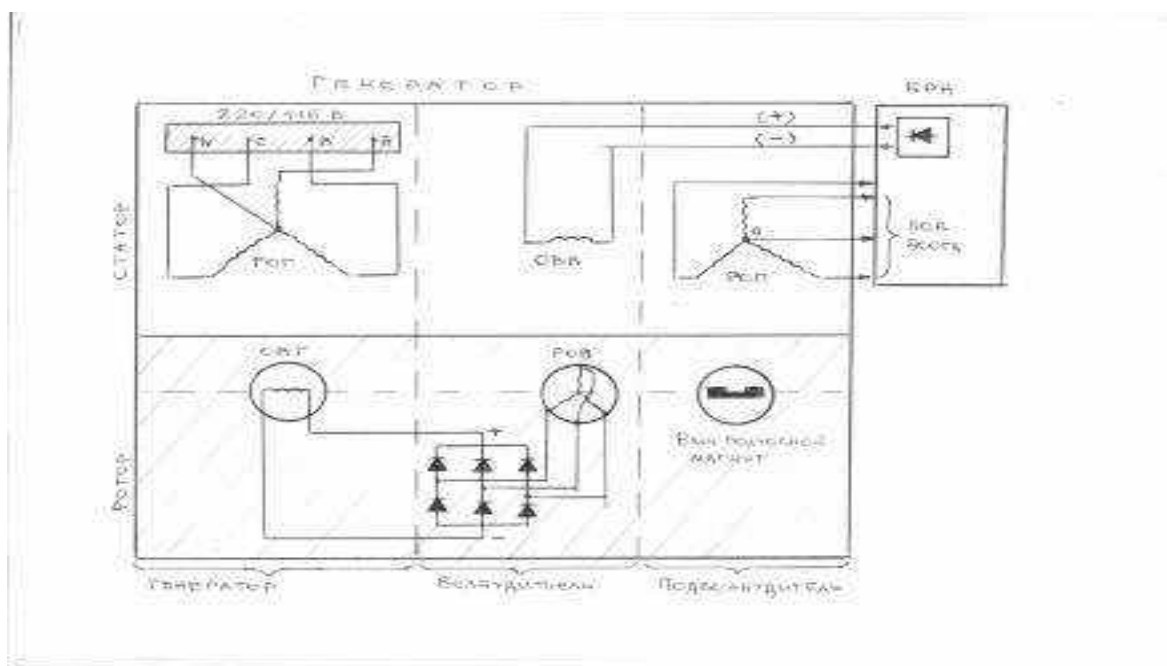


Рис 3. Структурная схема ГТ – 30НЖЧ.

Работа ГТ – 30НЖЧ12 начинается рассматриваться с подвозбудителя. При номинальных оборотах ротора двигателя Д-36, ГП – 21 вращает ротор генератора и вращается 8-ми полюсной постоянный магнит подвозбудителя, его вращающееся магнитное поле пересекает витки обмотки подвозбудителя которая собрана по схеме «звезда». В этой обмотке наводится ЭДС и появляется переменный ток напряжением 50В 800Гц, который подается в блок регулировки напряжения (БРН). Там переменный ток выпрямляется и постоянным током напряжением 30В для поддержания основного напряжения 200В 400Гц возвращается на обмотку возбуждения возбудителя (ОВВ), для создания магнитного поля возбудителя. Возбудитель генератора это синхронный генератор индукторного типа с встроенным блоком выпрямительных диодов. Рабочая обмотка возбудителя (РОВ) расположена на роторе. Диоды выпрямляют переменный ток, и он поступает на обмотку возбуждения основного генератора (РОГ). Магнитное поле обмотки возбуждения пересекает трехфазную обмотку генератора соединенную по схеме «звезда» с нулевым проводом. В этой обмотке наводится 200В 400Гц.

Фазы генератора подключены с одной стороны к клеммам А, В, С, Наклеммной коробки, а другие вводят в схему защиты генератора от КЗ.

Особенности данного генератора:

1. У генератора нет щеток, что значительно повышает его надежность.
2. Применение подвозбудителя обеспечивает автономность генератора.

Технические данные:

- номинальное напряжение 208/120В +2%;
- номинальный фазный ток 83.3А;
- частота 400Гц +1%
- номинальная мощность 30 кВа;
- обороты 12000 в минуту;
- масса 12.5 кг сухой;
- режим работы длительный с масляным охлаждением.

**ГТ – 40ПЧ6** Г – генератор, Т – трехфазный, 40кВа – мощность, П – продувной, Ч – частота вращения 6000 об/мин.



Рис 4. Генератор ГТ – 40ПЧ6 в разрезе.

Этот генератор синхронная безщеточная электрическая машина со встроенным подвозбудителем и возбудителем.

Его узлы корпус (статор), ротор, щиты. Корпус выполнен виде моноблока из магниевого сплава, на внутренней поверхности которого расположены продольные ребра повышающие жесткость и образующие каналы для обдува воздухом. Со стороны привода есть окна для выхода охлаждающего воздуха. На корпусе установлена коробка с разъемом, в ней блок токовых трансформаторов БТТ-3 дифференциальной защиты и вывод силовой нейтрали. К этому штепсельному разъему (ШР) подведены выводные концы подвозбудителя и обмоток БТТ. В корпус запрессованы:

- статор генератора с добавочными обмотками;
- магнитопровод возбудителя с обмоткой возбуждения;
- статор подвозбудителя.

Ротор генератора состоит из полого стального вала на котором размещены:

- индуктор генератора с обмоткой возбуждения;
- ротор подвозбудителя с обмоткой возбуждения и 6-ю диодами Д232А;
- 16-ти полюсной постоянный магнит.

Внутри полого вала проходит гибкий вал, который с помощью демпферной муфты передает крутящий момент на ротор генератора. Демпферная муфта дискового типа, диски через один связаны с полым и гибким валом. Под действием пружины диски прижаты друг к другу и

пробуксовывают при превышении крутящего момента, предохраняя генератор от разрушения.

На корпусе размещена клеммная колодка в которой разъемы фаз А, В, С выводных концов рабочей обмотки генератора. К корпусу прикреплен патрубок для подвода охлаждающего воздуха.

Основные данные:

- линейное напряжение 200В;
- фазное напряжение 120В;
- мощность 40кВА;
- оборотистость 6000 об/мин;
- частота 400Гц;
- режим работы длительный, воздушного охлаждения;
- масса 38.8 кг.

2. Кроме основных источников переменного тока на самолете имеются аварийные источники – это статические преобразователи.

Статический преобразователь это электронное устройство преобразующее постоянный ток аккумуляторных батарей (АКБ) или аэродромного источника в переменный ток:

- однофазный 115В 400Гц;
- трехфазный 36В 400Гц.

Используются на стоянке для проверки оборудования и подготовки самолета к вылету. В полете используются при отказе основных источников переменного тока.

На самолете установлены следующие преобразователи:

**ПОС – 1000А П** – преобразователь, О – однофазный, С – статический, мощностью – 1000кВа, А – модификация.



Рис 5. Статический преобразователь ПОС -1000А.

Основные данные:

- входное напряжение 28.5В, 24В;
- выходное напряжение 115В 400Гц;
- мощность 1000 кВа;
- потребляемый ток из сети 39.5А;
- режим работы длительный.

**ПТС – 800АМП** – преобразователь, Т – трехфазный, С – статический, мощность – 800 кВа, АМ – модификация.

Предназначен для преобразования постоянного тока АКБ 24В, или источника аэродромного питания 28.5В в трехфазный переменный ток 36В 400Гц.



Рис 6. Преобразователь статический ПТС -800АМ.

Основные данные:

- входное напряжение 24В, 28.5В;
- выходное напряжение 36В 400Гц;
- мощность 800 кВа;
- потребляемый ток из сети 34А;
- режим работы длительный.

**ПТС -25М** один установлен шп 7-8 слева. Является автономным статическим преобразователем для питания резервного авиагоризонта АГР -74.

***Включение и проверка ПОС и ПТС от аэродромного источника***

1. Проверить автоматику включения преобразователей для чего:
  - на правом пульте переключатель контроля напряжения 115В, 36В установить в ПОС и ПТС;
  - там же нажать кнопки «КОНТР. АВТОМАТИКИ ВКЛ. АВАР. ИСТОЧН» загорятся лампы на верхнем пульте «АВАР 115В ВКЛ» и «АВАР 36В ВКЛ»;
  - проверить напряжение 115В и 36В аварийных источников ПОС и ПТС и частоту 400Гц;
  - установить переключатель вольтметра контроля напряжения 115В в положение «АВАР ШИНА», а переключатель контроля напряжения 36В в положение «РУ АВАР», и кратковременно нажать на кнопку «КОНТР. АВТОМАТИКИ ВКЛ. АВАР. ИСТОЧ» и убедиться в наличии напряжения на аварийных шинах 115В и 36В.

2. Проверить работу автоматики переключения бортов 200/115В для чего:
  - В ЦРУ левого генератора выключить автомат АЗ ЗК -50 РУ 115В №1;
  - переключатель «ГЕН. ВСУ – ОТКЛ – АЭР. ПИТ» установить в положение «АЭР. ПИТ», гаснут лампы «ОТКАЗ 36В ЛЕВ. ПРАВ. БОРТ» и «ОТКАЗ 200/115В ПРАВ. БОРТ», а горит лампа «ОТКАЗ 200/115В ЛЕВ. БОРТ»;
  - проверить по вольтметру 115В наличие напряжения на шинах ЦРУ ЛЕВ. СРЕД. ПРАВ генераторов, РУ 115В №1, РУ 115В №2 устанавливая переключатели вольтметра А – В – С и шины ЦРУ – РУ в положение ЛЕВ, СРЕД, РУ1, РУ2, АВАР ШИНА и А – В – С;
  - проверить по вольтметру 36В наличие напряжения на РУ 36В №1, РУ 36В №2, АВАР ШИНА поочередно устанавливая переключатель вольтметра в АВ, ВС, СА и трансформаторы ЛЕВ, ПРАВ, РУ АВАР;
  - установить переключатель «ГЕН.ВСУ – ОТКЛ – АЭР. ПИТ» в положение «ОТКЛ»;
  - включить автомат защиты АЗ ЗК -50 РУ115В №1 в ЦРУ левый генератор и выключить АЗ ЗК – 50 РУ 115В в ЦРУ правого генератора;
  - установить переключатель «ГЕН. ВСУ – ОТКЛ –АЭР. ПИТ» в положение «АЭР. ПИТ»загорится лампа «ОТКАЗ 200/115В ПРАВ. БОТР», а лампы «ОТКАЗ 200/115В ЛЕВ. БОРТ» и «ОТКАЗ 36В ЛЕВ. БОРТ ПРАВ» гаснут;
  - проверить по вольтметру 115В напряжение на РУ 115В №2 в положении переключателя вольтметра РУ №2 и А – В – С;
  - переключатель «ГЕН. ВСУ – ОТКЛ – АЭР. ПИТ» в положение «ОТКЛ» и включить АЗ ЗК – 50 РУ115В №2 и ЦРУ правого генератора.

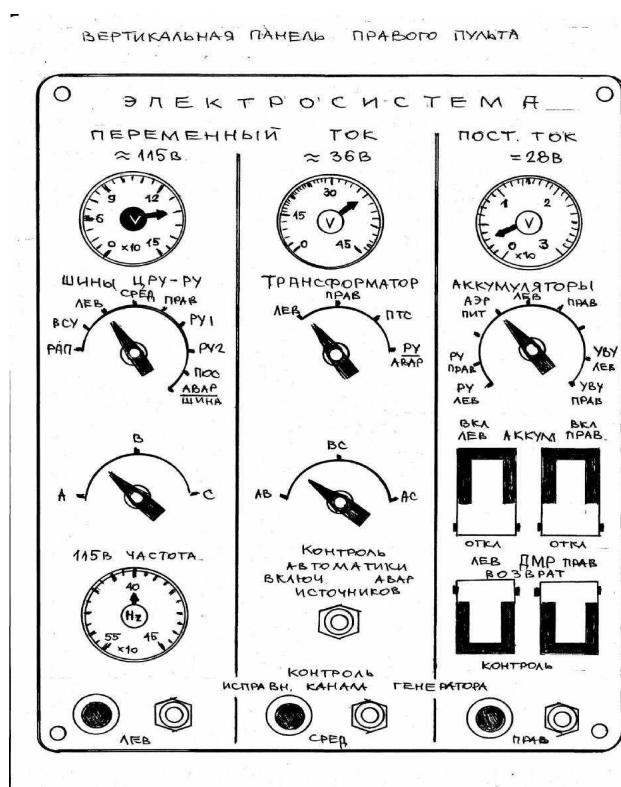


Рис 7. Вертикальная панель правого пульта щиток «ЭЛЕКТРОСИСТЕМА».

## Занятие №8

1. Регулирующая и защитная аппаратура генератора ГТ – 30НЖЧ12.
2. Регулирующая и защитная аппаратура генератора ГТ – 40ПЧ6.

1. Электрическая энергия должна обладать определенными параметрами:

- стабильность напряжения это относится к переменному и постоянному токам;
- стабильность частоты (для переменного тока) 400Гц.

Эти параметры поддерживает регулирующая аппаратура. В комплекте с тремя генераторами ГТ – 30НЖЧ12 работают следующие устройства:

- 3 блока регулирования напряжения БРН -120Т5А;
- 3 блока защиты и управления БЗУ СП – 376Т;
- 3 блока токовых трансформаторов БТТ – 30БТ;
- 4 автомата переключения шин АПШ – 3М.

**БРН – 120Т5** предназначен для поддержания в заданных параметрах напряжения генератора ГТ – 30НЖЧ12.



Рис 1. Блок регулирования напряжения БРН – 120Т5А.

Блок БРН – 120Т5А состоит из четырех функциональных блоков:

- измерителя напряжения (ИН);
- формирователя управляющих импульсов (ФИ);
- блока усиления мощности (на тиристорах);
- блока выпрямителей.

Нагрузкой усилителя мощности является обмотка возбуждения (ОВ) возбuditеля, которая питается от блока выпрямителей БРН, выпрямленным напряжением подвозбудителя. Управляющие сигналы на блок усилителя БРН поступают с формирователя импульсов (ФИ).

Принцип регулирования напряжения заключается в регулировании тока возбуждения возбuditеля в зависимости от времени открытия тиристоров, которыми управляет формирователь импульсов (ФИ), сигналы которого в свою очередь зависят от величины напряжения выходе измерителя напряжения (ИН).

**БЗУ СП – 376Т** используется для автоматического управления элементами системы защиты при нормальной работе и при возникновении неисправностей в системе.



Рис 2. Блок защиты и управления БЗУ СП – 376Т

Блок обеспечивает:

- выдачу команд на включение генератора в бортовую сеть при достижении фазного напряжения  $U_{\phi}=101-107В$ ;
- выдачу команды на включение питания подвозбудителя при оборотах генератора соответствующих частоте тока  $f=370-380Гц$ ;
- отключение возбудителя и силового контактора включающего генератор в сеть при частоте тока более  $f=420-430Гц$  и при частотах менее  $f=370-380Гц$  с выдержкой времени 4 секунды и мгновенно отключения при частотах менее  $f=325-330Гц$  и более  $f=465-480Гц$ ;
- отключение генератора при увеличении фазного напряжения более  $U_{\phi}=127-133В$  с выдержкой времени 0.5-0.15сек, а при уменьшении фазного напряжения менее  $U_{\phi}=101-107В$  с выдержкой бсек;
- защита от разных напряжений в фазах;
- сигнализация неисправного канала;
- защита от токов короткого замыкания;
- отключение генератора от нагрузки при оборотах меньше малого газа (МГ);
- встроенный контроль всех защит.

**БТТ – 30БТ** блок совместно с трансформатором тока установлен на рабочей обмотке генератора и выполняет роль дифференциальной токовой защиты. Блок состоит из 3-х тороидальных трансформаторов (с круглыми сердечниками). Первичной обмоткой каждого трансформатора служит силовой провод генератора.





Рис 3. Блок токовых трансформаторов БТТ -30БТ.

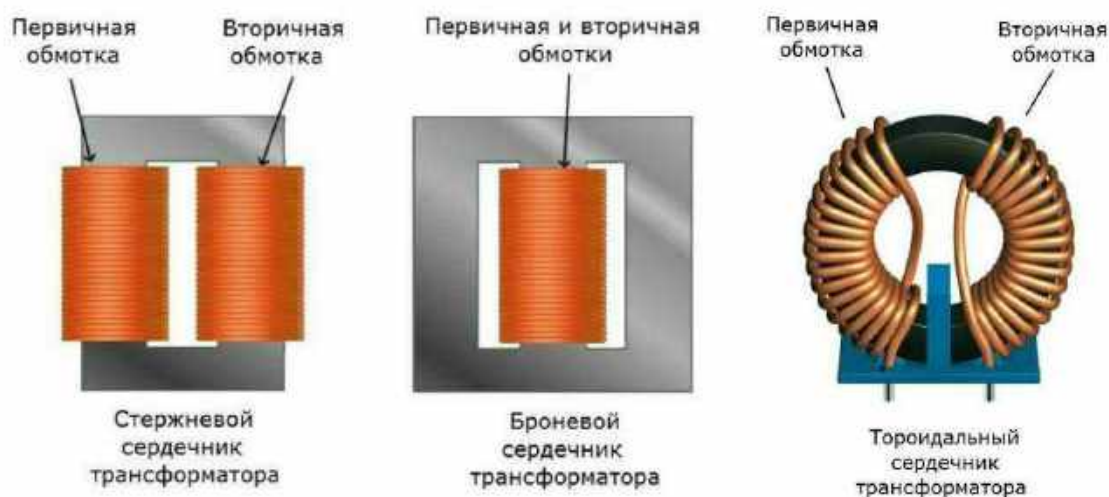


Рис 4. Торроидальный трансформатор.

Принцип работы: обмотки трансформаторов включены встречно, в нормальном режиме уравнительный ток по обмоткам не протекает. При коротком замыкании в генераторе или его силовом проводе, появляется уравнительный ток в БТТ, что приведет к срабатыванию исполнительного реле в БЗУ и отключению силового контактора генератора от центрального распределительного устройства (ЦРУ).

2. В комплекте с генератором ГТ – 40ПЧ6 работают :

- блок регулировки напряжения БРН – 208М7Б;
- блок защиты и управления БЗУ СП – 376Т;
- блок токовых трансформаторов БТТ – 40Б.

БРН – 208М7Б представляет собой 2-х каскадный магнитный усилитель. Обмотка управления первого каскада питается с выхода генератора через измеритель напряжения (ИН). Выходная рабочая обмотка первого каскада запитывает обмотку управления второго каскада. При увеличении напряжения генератора увеличивается ток в обмотке управления первого

каскада, а значит и ток в рабочей обмотке первого каскада, который будет питать обмотку управления второго каскада. А так как рабочие обмотки намотаны встречно, то уменьшается выходной ток второго каскада, а следовательно и ток обмотки возбуждения генератора что приводит к уменьшению его напряжения.



Рис 5. Блок регулировки напряжения БРН – 208М7Б.

## Тема: «Приборы контроля двигателей и систем самолета. Кислородное оборудование»

### Занятие № 1

1. Моторные индикаторы: назначение, комплект, конструкция, принцип действия манометров, термометра. Включение и проверка.

1. Параметры работы двигателей контролируются по указателям приборов и по табло световой сигнализации автоматического контроля. Размещены на приборных досках пилотов в кабине самолета.

На самолете установлено три комплекта моторных индикаторов **ЭМИ – ЗРТИ**: Э – электрический, М – моторный, И – индикатор, З – трехстрелочный, РТИ – модификация.

Каждый комплект предназначен:

- для измерения давления масла на входе в двигатель;
- для измерения давления топлива перед форсункой;
- для измерения температуры масла на входе в двигатель.

Каждый комплект состоит из строенного указателя УИ – ЗД: У – указатель, И – индуктивный, З – три прибора (самостоятельных) в одном корпусе, Д – номер комплекта. Все указатели установлены на средней приборной доске.



Рис 1. Электрический моторный индикатор ЭМИ – ЗРТИ.

Датчик масла **ИД – 8**: И – индуктивный, Д – датчик, М – манометра, предел измерения давления  $8 \text{ кгс/см}^2$ , установлен слева на промежуточном корпусе. Датчик топлива **ИД – 100**: И – индуктивный, Д – датчик, М – манометра, предел измерения давления  $100 \text{ кгс/см}^2$ , установлен на подкосе моторамы. Приемник температуры **П – 77** установлен в переходнике трубопровода подачи масла в двигатель.

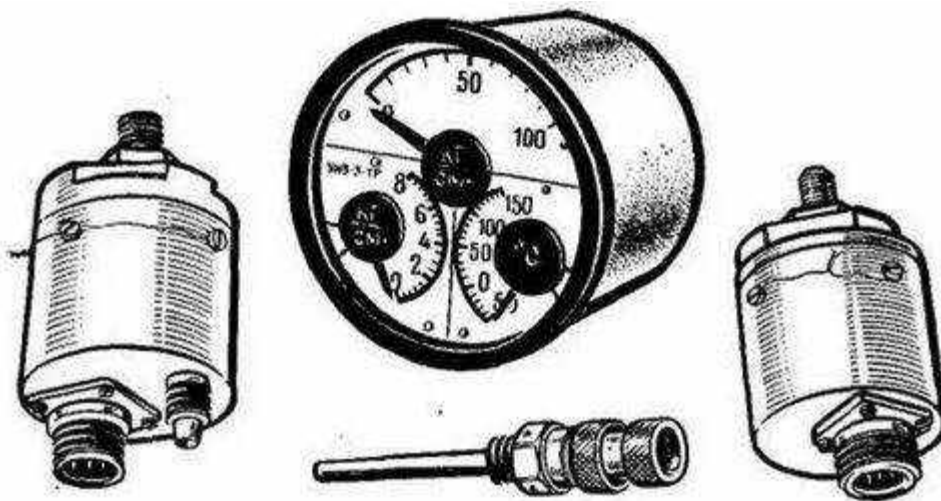


Рис 2. ИДМ – 100, П – 77, ИДМ – 8.

Манометры масла и топлива питаются переменным однофазным током 36В 400Гц. Термометры масла питаются постоянным током напряжением 28.5В.

Каждый комплект включается в работу с помощью АЗРГК на левой панели АЗР:

- двигатель левый приборы;
- двигатель средний приборы;
- двигатель правый приборы.

Манометры, указатель, конструкция:

Датчик: чувствительным элементом датчика является манометрическая коробка которая под давлением масла или топлива расширяется, а когда давление уменьшается за счет упругости стенок возвращается в исходное положение.

Электрическая часть состоит из сердечника и двух катушек, средняя часть сердечника подвижная и соединяется штоком с подвижным центром манометрической коробки.

Корпус датчика цилиндрический с одного торца имеется штуцер для подсоединения трубопровода, а с другой штепсельный разъем (ШР) для электрических соединений.

Указатель: имеет общий корпус для трех приборов, двух манометров и термометра. Приборы независимы друг от друга и каждый представляет собой магнитоэлектрический логометр (миллиамперметр) состоящий из двух неподвижных рамок, расположенных относительно друг друга в пространстве под  $120^{\circ}$  и подвижного постоянного магнита, с которым соединена стрелка.

Для возвращения магнита со стрелкой в исходное положение (механический упор) и для уменьшения колебаний стрелки (демпфирования) имеется еще и неподвижный магнит.

### Принцип работы манометров:

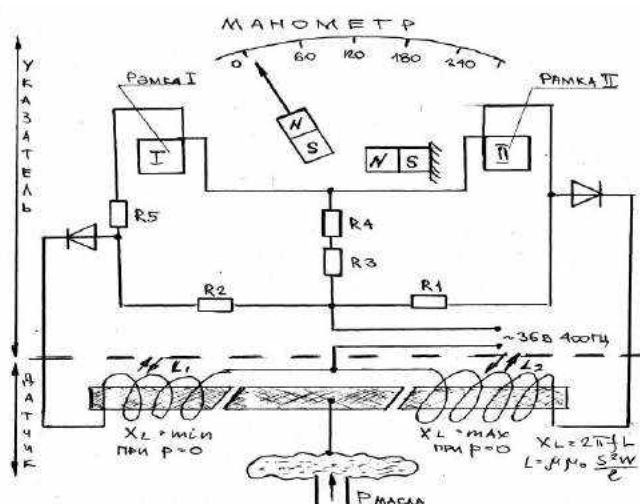


Рис 3. Принцип работы манометра.

При включении питания и при  $P=0$  подвижная часть сердечника (якорь) занимает крайнее нижнее положение, под действием сил упругости стенок, левый зазор будет меньше правого и магнитная проницаемость левого будет больше правого. В следствии чего индуктивное сопротивление в левой катушке будет минимальным, а в правой максимальным. Согласно закону Ома в первой рамке ток будет большой, а следовательно и магнитный поток им создаваемый. Во второй рамке ток и магнитный поток маленькие. Эти два потока рамок сливаются и образуют результирующий магнитный поток по которому и установится стрелка с магнитом что будет соответствовать давлению  $P=0$  кгс/см<sup>2</sup>.

При максимальном давлении якорь займет верхнее положение. В этом случае индуктивное сопротивление катушек поменяется на противоположное и ток в рамках также поменяется во второй рамке увеличиться, а в первой уменьшится и стрелка с магнитом установится вновь по результирующему магнитному потоку показывая максимальное давление  $P=\text{max}$ .

### Термометр: конструкция принцип работы.

Конструкция приемника П-77 представляет собой штыревой полый корпус из нержавеющей стали внутри которого размещается спираль из платины намотанная на слюдяную пластинку. Для лучшей передачи тепла от корпуса к спирали между ними расположены посеребренные ребра. Изменение температуры приводит к изменению сопротивления спирали, а следовательно и тока в рамках логометра указателя.

Термометр масла представляет собой термометр сопротивления. Электрическая схема представляет собой 4-х плечий мост, тремя плечами которого являются постоянные сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  установленные в указателе, а четвертым плечом является приемник П-77. Его сопротивление зависит от температуры масла. В одну диагональ моста включено питание постоянное напряжение 27В. А в другую рамки логометра 1 и 2 расположенные под углом  $120^\circ$ .

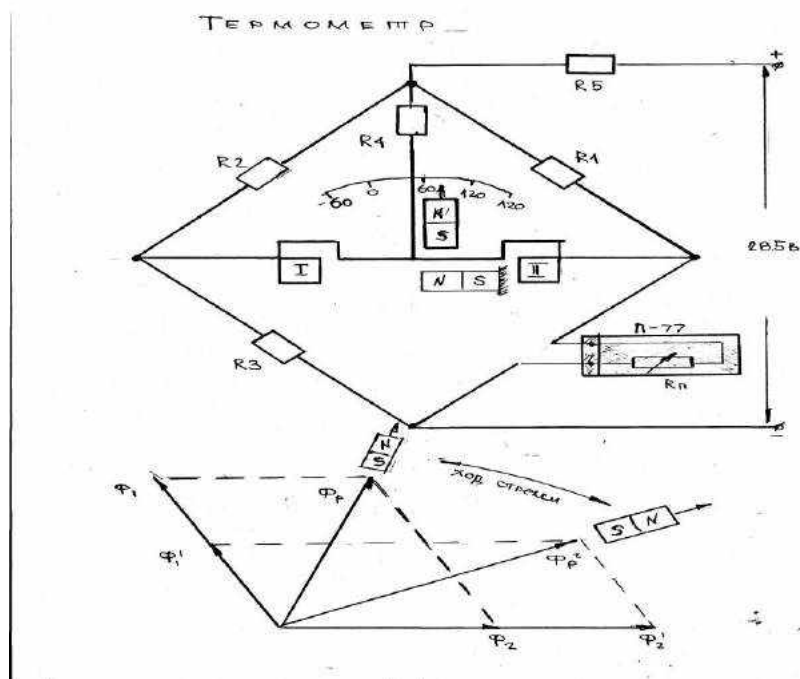


Рис 4. Принцип работы термометра.

При температуре  $-60^\circ\text{C}$  сопротивление приемника будет минимальным, ток протекающий по рамке 1 максимальный, а по 2 рамке минимальным. Поэтому результирующий поток займет крайнее левое положение и по нему установится подвижный магнит со стрелкой и прибор покажет  $-60^\circ\text{C}$ .

При температуре  $+150^\circ\text{C}$  сопротивление приемника будет максимальным, ток протекающий в 1 рамке будет минимальным, а во 2 рамке максимальным. Результирующий поток повернется в другую сторону и покажет  $+150^\circ\text{C}$ . Таким образом при изменении температуры масла подвижный магнит со стрелкой будет все время устанавливаться по направлению результирующего потока.

Включение, проверка:

Манометры не должны иметь вмятин повреждений ЛКП, стекла. Стрелка при выключенном питании находится ниже 0 на механическом упоре. При включении питания и отсутствии давления стрелка встанет на 0, а при создании давления начнет перемещаться по шкале.

Термометры не должны иметь повреждений. Стрелка при выключенном питании находится левее отметки  $-60^\circ\text{C}$  на механическом упоре. При изменении температуры масла стрелка плавно перемещается по шкале, а на установившемся режиме стоит неподвижно.

## Занятие № 9

1. Дистанционные индуктивные манометры.
2. Электрические термометры сопротивлений.

### 1. Манометры гидросистем:

**2ДИМ – 240Т 2** - сдвоенный, Д - дистанционный, И - индуктивный, М - манометр, 240 кгс/см<sup>2</sup>, Т – тропическое исполнение.

Предназначен для измерения давления гидросмеси в основной и аварийной гидросистеме.

В комплект прибора входит:

- УИ2 – 240 указатель индуктивный сдвоенный 240 кгс/см<sup>2</sup>;
- два датчика ИД-240 индуктивный датчик 240 кгс/см<sup>2</sup>.

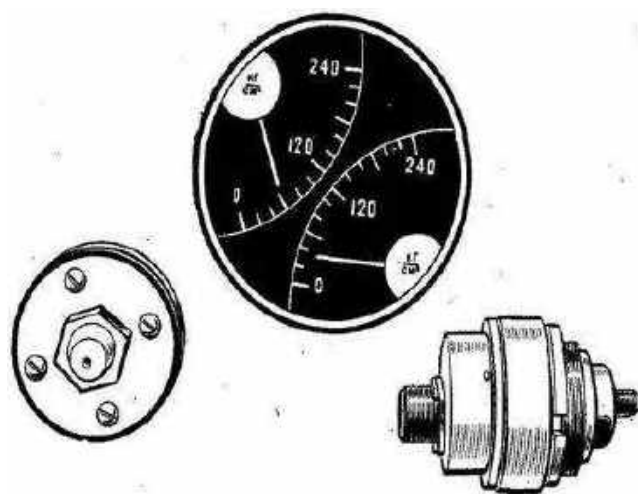


Рис 1. Дистанционный индуктивный манометр 2ДИМ – 240Т.

Указатель УИ2 – 240 установлен на левой приборной доске, а датчик в заднем техотсеке. Шкала прибора отградуирована от 0 до 240 кгс/см<sup>2</sup> с оцифровкой через 120 кгс/см<sup>2</sup> и ценой деления 20 кгс/см<sup>2</sup>.

Принцип действия такой же как у моторного индикатора. Включается при подаче переменного однофазного тока напряжением 36В 400Гц АЗРГК «МАНОМЕТРЫ».

**2ДИМ – 150** два штуки до 150 кгс/см<sup>2</sup>.

Предназначен для измерения давления гидросмеси в тормозной системе :

- левый измеряет давление в тормозной системе переднего и заднего колеса левой стойки шасси;
- правый в правой стойке.

В комплект прибора входит сдвоенный указатель УИ2 – 150, расшифровка такая же, установлен на левой приборной доске.

Датчик ИД – 150 в нишах шасси. Шкала имеет градацию от 0 до 150 кгс/см<sup>2</sup> с оцифровкой через 50 кгс/см<sup>2</sup> и ценой деления 10 кгс/см<sup>2</sup>. Включается при питании 36В 400Гц АЗРГК «МАНОМЕТРЫ».

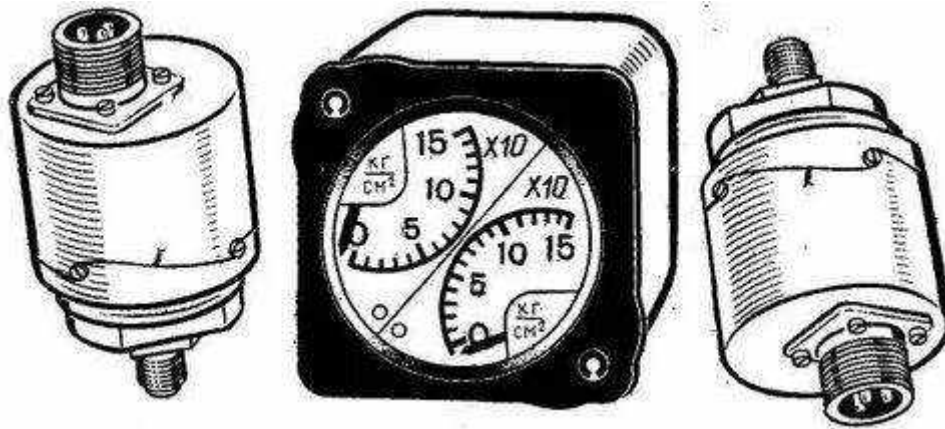


Рис 2. Дистанционный манометр 2ДИМ – 150.

Манометр ВСУ ДИМ – 15Т предназначен для измерения давления воздуха в пусковой системе ВСУ.

В комплект прибора входит:

- указатель УИ1 – 15 установлен на щитке ВСУ левая приборная доска;
- датчик ИД – 15 установлен в отсеке ВСУ.



Рис 3. Дистанционный индуктивный манометр ДИМ – 15Т.

**2.** Термометры это приборы измеряющие степень нагретости (температуры) жидкости или газообразного вещества.

На воздушных судах применяются:

1. Электрические термометры сопротивления, принцип действия которых основан на зависимости величины электрического сопротивления от температуры.

Зависимость электрического сопротивления при малом ее изменении линейна и определяется уравнением:

$$R = R_0 (1 + \text{TKC} * T)$$



2. Термометрические термометры принцип действия их основан на эффекте возникновения термо – ЭДС в спале двух проводников из разнородных материалов при наличии разности температуры места соединения и их свободных концов.



Рис 4. Термопара Т -80Т.

**2ТУЭ – 447К** сдвоенный термометр унифицированный, электрический, 447 номер комплекта, К – красный подсвет шкалы. Предназначен для дистанционного измерения температуры воздуха поступающего в переднюю кромку крыла и хвостового оперения при включенной системе противообледенения (ПОС).

Указатель 2ТУЭ – 4Б установлен на вертикальной панели правого пульта, а два приемника П – 72 установлены один в трубопроводе крыла нервюры 9, другой в трубопроводе стабилизатора у нервюры 4. Питается постоянным током напряжением 27В.



Рис 5. Термометр унифицированный электрический 2ТУЭ – 447К.

**ТУЭ – 48Т** предназначен для измерения температуры масла в маслосистеме ВСУ на входе в двигатель. Установлен на щитке ВСУ питается постоянным током, включается со щитка запуска выключателем «ПИТАНИЕ».



Рис 6. Термометр унифицированный электрический ТУЭ – 48Т.

**ТВ – 19** термометр воздуха, 19 – комплектация. Предназначен для измерения температуры в системе кондиционирования. Состоит из указателя ТВ -1 и датчиков П- 9.



Рис 7. Термометр воздуха ТВ -19.

## Занятие № 10

### 1. Электрические тахометры. Тахометрическая аппаратура ТА – 13.

1. Электрические тахометры это приборы, с помощью которых измеряются физические обороты ротора двигателя (об/мин) или измеряются обороты в процентах (%) от максимальных оборотов турбины, т.к. обороты турбины зависят от температуры, давления и влажности.

На самолете установлена тахометрическая аппаратура ТА – 13. Она предназначена для непрерывного дистанционного измерения и индикации частоты вращения роторов вентилятора и компрессоров высокого (КВД) и низкого давления (КНД) двигателя Д – 36, выраженная в процентах (%) от установленного для каждого ротора значения, а также выдачи сигналов пропорциональных частоте вращения в МСРП-64.

Диапазон измерения аппаратурой частоты вращения от 10 до 110% для роторов компрессоров и от 20 до 110% для ротора вентилятора. Рабочий диапазон измерения от 40 до 110%.

За максимальные значения оборотов турбин приняты:

- турбины вентилятора 6550 об/мин, при этом показания прибора 100%;
- турбины КНД 11000 об/мин что соответствует 100%;
- турбины КВД 14000 об/мин что соответствует 94%.

В комплект ТА – 13 входят:

- три датчика ДТА – 10 установлены на двигателе;
- три преобразователя ПТА – 13 установлены на рамах шп 11-13;
- указатели ИТА – 13 расположены на средней приборной доске;
- кнопки контроля «КОНТРОЛЬ ТАХОМЕТРОВ ТА - 13» вертикальная панель левого пульта.

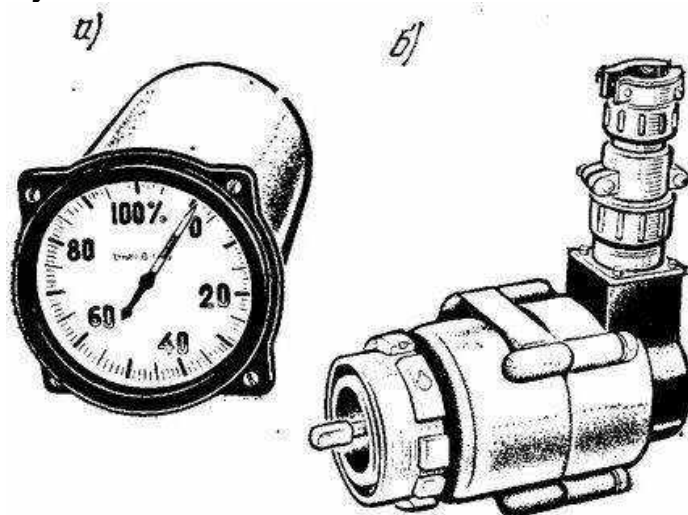


Рис 1. а) Указатель ИТА – 13, б) датчик ДТА – 10.

Питается переменным током 115В 400Гц. Включается в работу АЗР «ЛЕВ. ДВ. ПРИБОРЫ», «ПРАВ. ДВ. ПРИБОРЫ», «СРЕД. ДВ. ПРИБОРЫ».

### Конструкция:

1. Датчик ДТА – 10 безприводной индукционного типа, имеет корпус, в котором размещены магнит и катушка индуктивности. Выходным сигналом датчика являются электрические импульсы напряжения, частота следования которых пропорциональна угловой скорости вращения ротора двигателя.
2. Преобразователь ПТА – 13 состоит из преобразователя (2), модулятора (3), усилителя (4), все они на печатных платах.
3. Указатели ИТА – 13 состоят из трех одинаковых систем смонтированных в одном корпусе. Каждая из систем состоит из следующих узлов: двигателя (5), понижающего редуктора (6), редуктора стрелок (7), потенциометра обратной связи (8). Электродвигатель через понижающий редуктор связан через редуктор стрелок со стрелкой и потенциометром обратной связи.

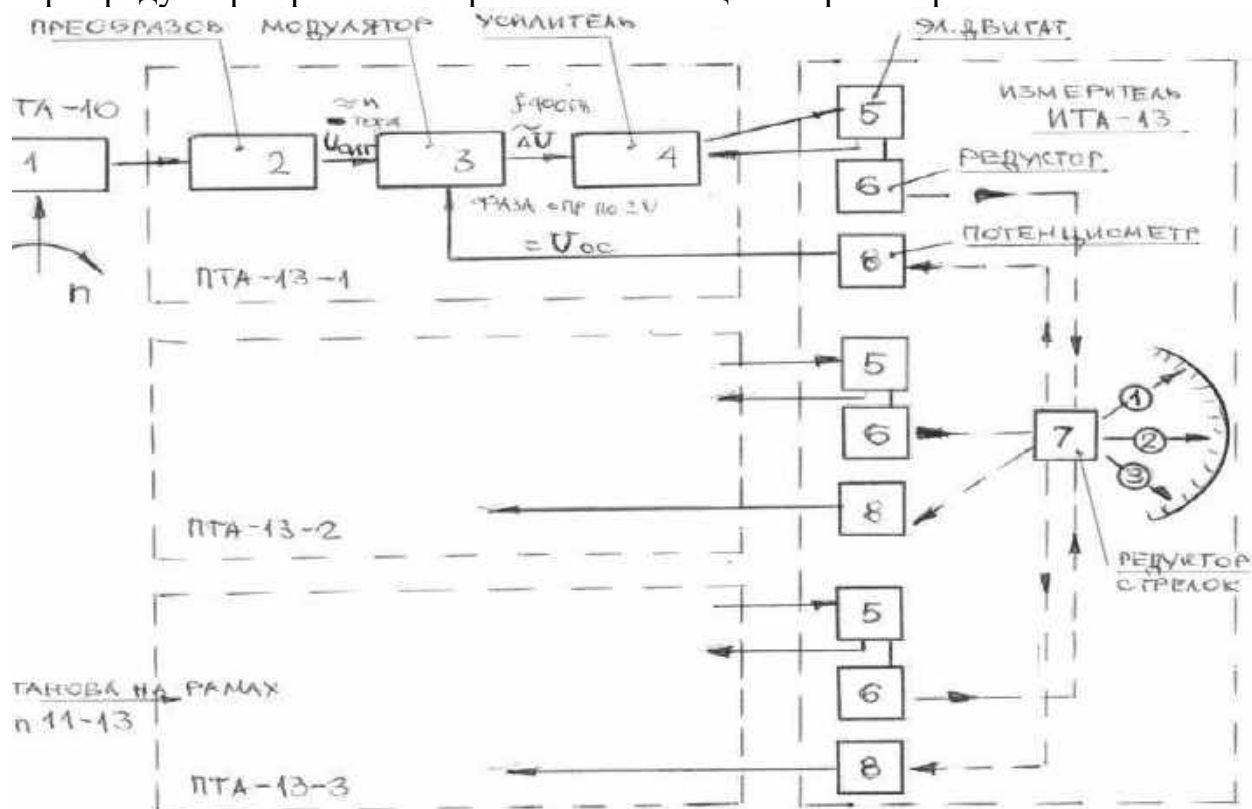


Рис 2. Структурная схема тахометрической аппаратуры ТА – 13.

### Принцип действия:

В основу работы аппаратуры положен автокомпенсационный способ измерения преобразованного сигнала датчика. В обмотке датчика за счет изменения сопротивления магнитной цепи постоянного магнита при прохождении под торцом датчика зубьев индуктора (шестерни) индуктируются импульсы напряжения, частота следования которых пропорциональна частоте вращения ротора двигателя.

$F = Z \cdot n / 60$ , где –  $Z$  число зубьев,  $n$  – частота вращения шестерни.

Сигнал с датчика по линии связи поступает на вход преобразователя (2) где преобразуется в напряжение постоянного тока пропорциональное оборотам ротора. Измерение этого напряжения осуществляется автокомпенсационным методом (обороты не меняются, сигнала рассогласования нет, стрелка стоит). При изменении оборотов изменяется напряжение, появляется сигнал рассогласования. Он подается на модулятор (3) в котором преобразуется в напряжение переменного тока частотой  $f = 400\text{Гц}$ , фаза которого определяется полярностью сигнала рассогласования и после усиления (4) поступает на обмотку управления двигателя отработки (5).

Двигатель (5) через понижающий редуктор (6) и редуктор стрелок (7) приводит во вращение соответствующую стрелку указателя и движок потенциометра (8) уменьшая сигнал рассогласования до минимума и остановки двигателя отработки. Остановившееся положение стрелки соответствует измеряемой частоте вращения роторов.

Контроль аппаратуры осуществляется со щитка «КОНТРОЛЬ» на вертикальной панели левого пульта. При нажатии на нем кнопки аппаратура срабатывает вправо, а при отпуске влево.

## Занятие № 11

1. Измерительная аппаратура выходящих газов 2ИА – 7А. Назначение, комплект, принцип действия, контроль.

1. На самолета расположены два комплекта аппаратуры контроля выходящих газов .

**2ИА – 7А** – двоякая, И – измерительная, А – аппаратура, 7 – номер комплектации, А – модификация.

-- один комплект контролирует температуру выходящих газов за турбиной низкого давления левого двигателя и ВСУ;

-- второй за турбиной низкого давления среднего и правого двигателя.

В комплект 2ИА – 7 входят:

-- 16 двояких термопар Т -80Т по 4 штуки на двигателях и ВСУ;



Рис 1. Двоякая термопара Т – 80Т.

-- два электронных блока (2х канальных) 2ИЭ – 6В под полом шп 2-3;



Рис 2. Электронный блок 2ИЭ – 6В.

-- 4 указателя температуры УТ – 7А на средней приборной доске;



Рис 3. Указатель температуры УТ – 7А.

-- 4 переходных колодки на двигателях и ВСУ;



Рис 4. Переходная колодка ПК – 6.

-- 4 кнопки «КОНТРОЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЯ ТЕМПЕРАТУР» на левом пульте.

Питание комплектов переменным однофазным током 115В 400Гц.

Включение АЗС: «ЛЕВ. ДВИГ. ПРИБОРЫ» левая панель АЗР;

«СРЕД. ДВИГ. ПРИБОРЫ», «ПРАВ. ДВИГ. ПРИБОРЫ» правая панель АЗР.

Принцип действия аппаратуры основан на термоэлектрическом эффекте возникновения термоЭДС при наличии разности температур ее спаев (ХА). Термопара, являясь чувствительным элементом термометра, состоит из двух разнородных проводников Х – хромель (+), А – алюмель (-) соединенных путем сварки.

Спай термопары помещенный в горячую среду температуру которой нужно измерить, называют горячим спаем. А свободные концы подсоединенные к переходной колодке называются холодным спаем.

Если в этой замкнутой цепи нагреть горячий спай до температуры  $T_2$  то в цепи появится термоЭДС которая возникает только при условии разности температур. ТермоЭДС зависит от материалов спаев.

ЭДС рассчитывается:

$E_{ab} = K (T_2 - T_1)$   $K$  – коэффициент пропорциональности,  $T_2 - T_1$  разность спаев.

**Т – 80Т**

Выполнена из двух разнородных материалов, одни концы сварены и помещены в корпус изготовленный из жаропрочной стали. В корпусе имеются противоположные отверстия, два для входа, одно противоположное для выхода. За счет разных диаметров отверстий обеспечивается измерение температуры почти полностью заторможенного газового потока.

Четыре термопары собраны в термобатарей, что позволяет измерять температуру в различных точках среды, и термоЭДС будет соответствовать среднему значению измеренной температуры.

**УТ – 7А** указатель представляет собой 2х фазный индукционный реверсивный электродвигатель который через редуктор связан со стрелками.

**2ИЭ – 6В** электронный блок включающий в себя выпрямитель состоящий из резисторов  $R_{13}$  и  $R_{14}$ . Диода  $D_1$ , фильтрующей емкости  $C_1$ , стабилитронов  $D_2 - D_6$ , мостовую схему из резисторов  $R_1 - R_9$ , усилитель.

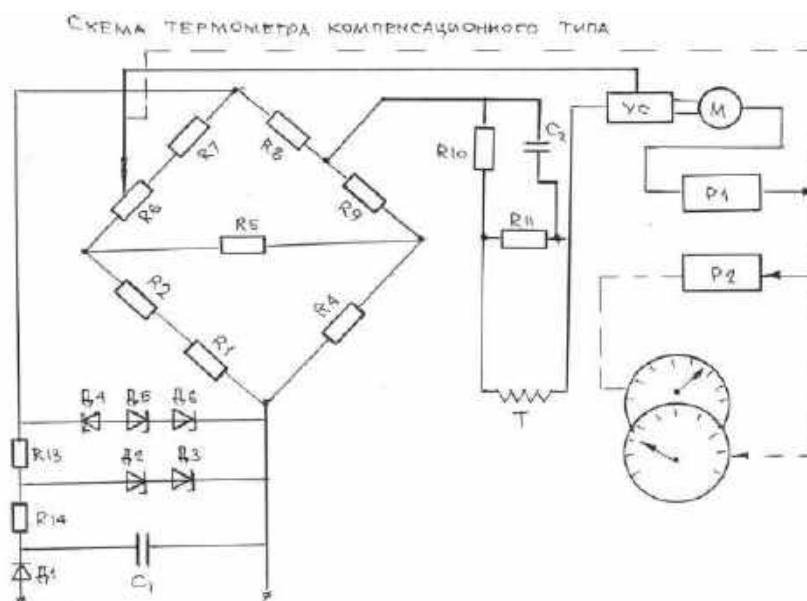


Рис 5. Структурная схема термометра компенсационного типа.

Принцип работы термометра основан на компенсационном методе измерений. Разность термоЭДС снимается с термопар и напряжение компенсации снимаемое с мостовой схемы поступает в усилитель. А с него на двигатель, который через редукторы 1 и 2 перемещает стрелки указателя и одновременно движок резистора  $R_6$ , до тех пор пока напряжение мостовой схемы не компенсирует термоЭДС термопар и на усилитель не будет поступать напряжение. Двигатель остановится и стрелки зафиксируются на данной температуре. При увеличении температуры окружающей среды, меняется термоЭДС термопар, но одновременно меняется и напряжение диагонали мостовой схемы за счет изменения сопротивления резистора  $R_2$ , имеющего температуру холодного спаев.



## Занятие № 12

1. Индикатор уровня гидросмеси СИГ1 – 1.
2. Указатели заданного положения.

1. На самолете количество гидросмеси в гидробаке измеряется системой СИГ1 - 1.

В комплект входят:

- датчик сигнализатор ДСИГ7 – 1 в гидробаке;

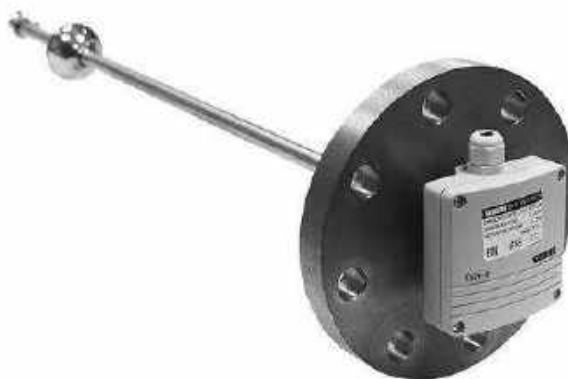


Рис 1. Датчик ДСИГ7 - 1

- индикатор УИС1 – 1 световое табло на вертикальной панели левого пульта.



В основе работы системы лежит принцип преобразования изменяющегося уровня гидросмеси в соответственно изменяющиеся коды комбинаций фаз выходных напряжений. Это преобразование осуществляет датчик.

Каждому заданному уровню жидкости от 23 до 42 литров соответствует определенная кодовая комбинация фазовых напряжений. Кодовая комбинация сигналов с выхода датчика поступает на фазочувствительные

каналы схемы индикатора в виде светящегося столба, высота которого соответствует уровню гидрожидкости в гидробаке.

Цветовая окраска сигнализирует:

- зеленая нормальный уровень;
- желтый отклонение от нормы.

При отсутствии давления в гидросистеме и при выпущенном шасси на табло индикатора во всей зоне от 23 до 42 литров горит зеленый свет соответствующий нормальному уровню гидрожидкости в гидробаке.

При запуске двигателей (лев, сред) или включении насосных станций НС – 46 и НС – 55 полоса зеленого цвета на табло уменьшается, так как уровень гидрожидкости уменьшается.

При остатке гидрожидкости в баке равным 23 литра на табло ниже цифры 23 загорится желтая полоска в проблесковом режиме, сигнализируя о недостатке рабочей жидкости.

Если при запуске бак был переполнен, то на табло индикатора горит зеленый столб, а выше отметки 40 литров горит желтая полоска в постоянном режиме.

Комплект питается постоянным и переменным током 115В 400Гц. Включается на левой панели АЗР включением АЗРГК – 2 «СИГНАЛИЗАЦИЯ ГИДРО». На индикаторе установлена кнопка для проверки СИГ1 – 1.

## Занятие № 13

1. Расходомеры топлива СИРТ6 – 1: назначение, комплект, работа.

1. На самолете установлена система измерения расхода топлива **СИРТ6 - 1**. Она предназначена для дистанционного измерения расхода топлива, потребляемого каждым двигателем в условных массовых единицах (кг/час) и выдаче сигналов контроля о расходе в (л/час) в регистрирующую аппаратуру.

Комплект:

-- датчик мгновенного расхода топлива **ДРТМ – 1.5 -2Т** три штуки размещены по одному на канал двигателя, на промежуточном корпусе двигателя левая сторона, в разрезе топливной магистрали в линии низкого давления, стрелкой по направлению движения топлива;



Рис 1. Датчик ДРТМ 1.5 – 2Т.

-- индикатор мгновенного расхода топлива **ИМТР – 1 – 1** одна штука на правой приборной доске;



Рис 2. Индикатор мгновенного расхода топлива ИМТР-1.

-- преобразователь сигналов **ПС – 6** одна штука в районе шп 2-4 под полом на правом борту.



Рис 3. Преобразователь сигналов ПС – 6.

### **Устройство:**

1. Датчик состоит из крыльчатки, в которую запрессован 6-ти полюсной постоянный магнит, а в корпусе датчика установлена катушка, в которой будет наводиться ЭДС. При движении топлива через датчик, крыльчатка вместе с магнитом вращается. Скорость вращения пропорциональна скорости потока топлива. Магнитное поле пересекает витки катушки, и в ней будет наводиться ЭДС пропорциональная объемному расходу топлива.
2. Указатель индикатор состоит из электродвигателя переменного тока, редуктора, потенциометра.
3. Преобразователь содержит элементы преобразования напряжения, усиления и стабилизации. Он преобразует сигналы, поступающие от датчиков в напряжение обеспечивающее управление двигателями отработки в индикаторе, обеспечивает питание индикатора постоянным стабилизированным напряжением 27В и переменным однофазным током 36В 400Гц, выдает сигналы контроля, частота которых пропорциональна объемному расходу топлива каждого двигателя.

### **Работа:**

Топливо протекая через датчик, вращает крыльчатку с запрессованным магнитом. При вращении магнита в катушке, расположенной на корпусе датчика, индуцируется переменное напряжение, частота которого пропорциональна скорости вращения крыльчатки, т.е. объемному расходу топлива (л/час).

Сигнал с датчика преобразуется в ПС – 6, в состав которого входят преобразователь частоты напряжения ПЧН – 1Т и усилитель согласования УСС – 2Т.

В преобразователе ПЧН – 1Т сигнал с датчика преобразуется в прямоугольные положительные импульсы длительностью 4мкс, частота следования которых пропорциональна частоте сигналов датчика.

Сглаживающий фильтр состоящий из R3C1 преобразует частоту

прямоугольных импульсов в пропорциональное ей измерительное напряжение. В преобразователе ПЧН – 1 предусмотрен выход стабилизированного напряжения поступающего в индикатор в качестве опорного. В усилитель согласования поступают два напряжения:

- измерительное пропорциональное расходу топлива;
- опорное снимаемое с движка потенциометра отработки R2 в индикаторе.

Усилитель УСС – 2Т преобразует входные сигналы в переменное напряжение прямоугольной формы частотой 400Гц, амплитуда и фаза которого пропорциональна разности измеряемого и опорного, после чего усиливает до величины необходимой для управления двигателем отработки M1 в индикаторе.

Двигатель M1 перемещает через редуктор стрелки индикатора по шкале и движок потенциометра отработки R2 до момента равенства опорного и измерительного напряжения.

Опорное напряжение не равно измерительному стрелка перемещается, при равенности напряжений стоит.

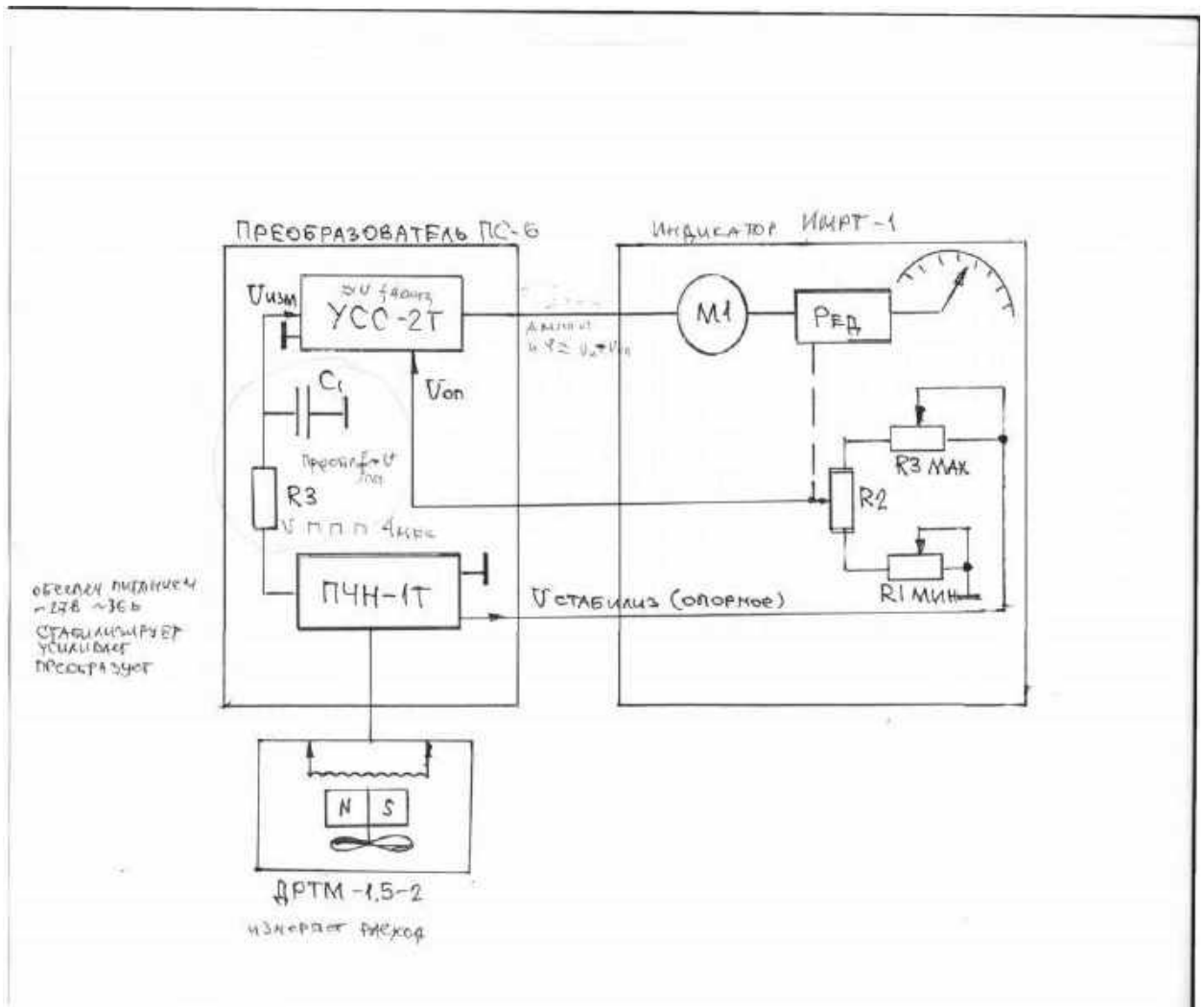


Рис 4. Принципиальная схема СИРТ – 6.

## Занятие № 14

1. Топливомер СУИТ – 3 – 6: назначение, комплект, принцип действия.

1. На самолете установлена система управления и измерения топлива **СУИТ – 3 – 6**.

Система предназначена для:

1. Измерения топлива в левом, среднем и правом кессонах отдельно и выдачи информации о количестве топлива на индикатор в кабину экипажа.
2. Измерения количества заправляемого топлива трех кессонов и выдаче информации о количестве заправленного топлива на индикаторы щитка централизованной заправки.
3. Выдачи сигналов на управление кранами заправки и на табло «СУИТ» на пульте централизованной заправки по каждому кессону отдельно.
4. Выдачу сигналов остатка топлива 1090л в кессонах отдельно на табло «ТОПЛИВО 870» на верхнем пульте в кабине.
5. Выдачу сигналов остатка топлива 420л в кессонах отдельно на табло «ТОПЛИВА 380» на верхнем пульте в кабине.
6. Выдачу дублирующих сигналов заправки 8280л в каждом кессоне отдельно на сигнализатор на щитке централизованной заправки.
7. Выдачу сигналов о суммарном количестве топлива в системы СО – 72М и МСРП – 64.
8. Обеспечивает работу централизованной заправки топливом.

В комплект системы входит:

-- 3 датчика топливомера **ДТ – 39** расположены в баках кессонах;

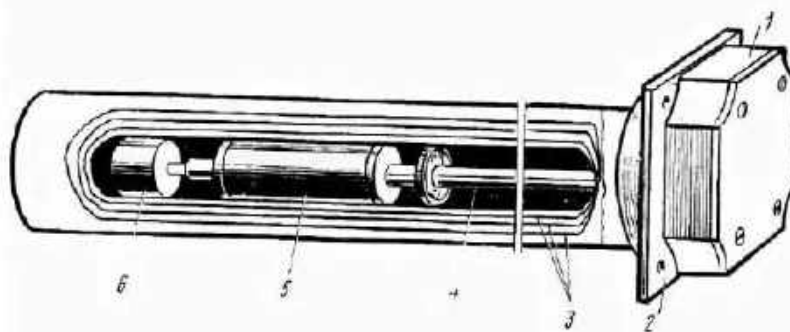


Рис. 7.3. Датчик емкостного топливомера:  
1 – крышка; 2 – павель; 3 – цилиндры; 4 – направляющие трубки; 5 – поплавок с якорем; 6 – катушка индуктивности

Рис 1. Датчик топливомера ДТ – 39.

- 19 датчиков топливомера **ДТ – 35А** расположены в баках кессонах;
- 3 датчика компенсатора **ДТК – 7А** расположены в баках кессонах;

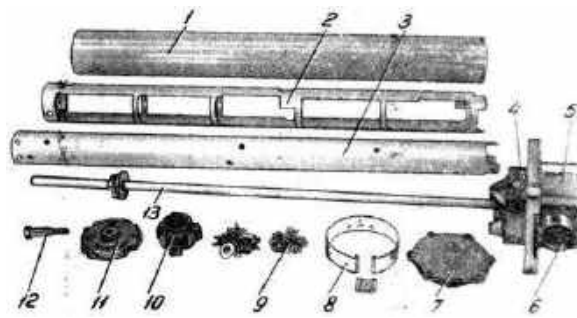


Рис 2. Датчик топливомера компенсационный ДТК – 7А.

- 8 датчиков сигнализаторов индуктивного типа ДСИГ – 5 – 1 расположены в баках кессонах;
- индикатор (указатель) топливомера профильный ИТП – 5 – 1 расположен на правой приборной доске;



Рис 3. Индикатор топливомера профильный ИТП – 5.

- индикатор топливомера заправочный ИТ – 39 одно стрелочный расположен на щитке централизованной заправки шп36-37;
- индикатор топливомера заправочный ИТ – 310 двух стрелочный расположен на щитке ЦЗТ;

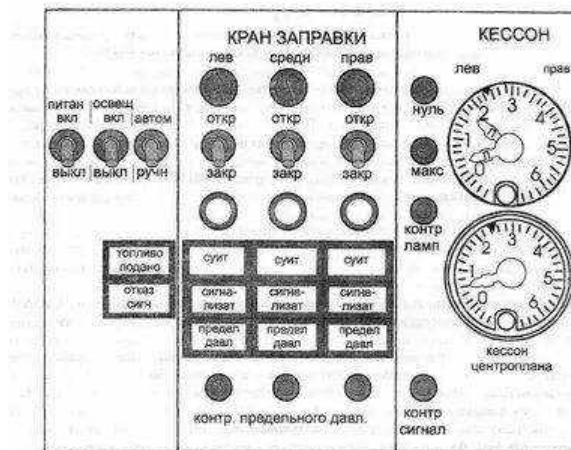


Рис 4. Щиток централизованной заправки топливом.

-- блок-реле БРП – 6А, блок измерения БИ – 30 расположены в переднем техотсеке слева.



Рис 5. Блок реле БРП – 6А.

Включается система «СУИТ» с помощью АЗРГК на левой панели АЗР «ТОПЛИВОМЕР», «АВТОМ. СУИТ».

#### Устройство элементов СУИТ:

Все датчики ДТ – 39, ДТ – 35А, ДТК – 7А, ДСИ – 5А – 1 емкостного типа. Предназначены для преобразования неэлектрической величины объема массы топлива в электрическую величину:

- высота уровня топлива в индуктивность;
- масса топлива в электрическую емкость.

Датчики ДТ – 39, ДТ – 35А состоят из нескольких коаксиально расположенных труб с зазорами между ними. При заполнении баков топливом или (расхода топлива из баков) в зазоре между трубами датчика меняется высота топлива, а это приводит к изменению электрической емкости датчика.

Только датчики компенсаторы ДТК – 7А устанавливаются в нижней части бака и он полностью заполнен топливом, т.к. в этом случае меняется диэлектрическая проницаемость топлива, поэтому, при одном объеме (л) баков будем иметь разную массу топлива в (кг).

Датчик ДСИ – 5А – 1 имеет внутри трубку на которой закреплена катушка индуктивности цилиндрической формы. Внутри этой трубки скользит поплавков с ферритовым сердечником. Поплавков перемещается при изменении высоты топлива, что приводит к изменению индуктивности катушки и включается соответствующая сигнализация на щитке ТС.

Индикатор ИТП – 5 – 1 представляет собой 4-е самостоятельные измерительные системы в одном корпусе. Каждая система состоит из эл.двигателя с редуктором, блока потенциометров. Три шкалы для определения топлива в кессонах расположенные вертикально, а внизу счетчик барабанного типа для определения суммарного количества топлива.

Блок измерения БИ – 30 предназначен для измерения электрической емкости датчиков и выдачи сигналов по определенной программе на механизмы и лампы.



## Занятие № 15

1. Аппаратура контроля вибрации ИВ – 42, назначение комплект, работа.

**1. ИВ – 42** И – измеритель, В – вибрации, 42 – номер комплекта, предназначен для отдельного контроля виброскорости и виброперемещения турбокомпрессора и вентилятора двигателя Д – 36.

Комплект и размещение:

-- 6 датчиков (вибропреобразователей) типа **МВ – 31** по два на двигатель, один на промежуточном корпусе сверху, другой на кронштейне силового кольца;



Рис 1. Датчик вибропреобразователь МВ – 43.

-- 3 электронных блока **БЭ – 27** четырехканальных, два канала выдают сигналы пропорциональные виброскорости, а два других вибросмещению шп15 – 16;



Рис 2. Блок электронный БЭ – 27.

-- 2 указателя вибрации **УК – 688Б** левый пульт вертикальная панель;



Рис 3. Указатель вибрации УК – 688Б.

- галетный 7-ми позиционный переключатель установлен там же:
- передний левый,                      -- передний средний,                      -- передний правый,
- задний левый,                          -- задний средний,                          -- задний правый,
- автомат.



Рис 4. Щиток аппаратуры вибрации ИВ – 42.

- 3 сигнальных табло «ОПАСНО ВИБРАЦИЯ» на средней приборной доске. Питается аппаратура постоянным током напряжением 27В и переменным однофазным 115В 400Гц. Включается АЗРГК «ВИБРАЦИЯ» левая, правая панели АЗР.

Конструкция:

Датчик МВ – 31 пьезоэлектрический, чувствительный элемент которого – пьезокристалл, на гранях которого при вибрации возникает ЭДС, которая через разъем снимается и подается в БЭ – 27.

БЭ – 27 устройство на печатных платах в которое входят элементы коррекции, интегрирования, преобразования, усиления.

Указатель УК – 688Б микроамперметр магнитоэлектрической системы состоящий из неподвижного магнита и подвижной рамки с обмоткой и жестко закрепленной на ней стрелкой.

Шкала имеет числовые отметки 0, 20, 40, 60, 80, 100%.

Диапазон контролируемых вибраций:

- по вибросмещению от 0.02 – 0.2 мм;
- по виброскорости от 5 – 100 мм/сек.

Принцип действия:

При возникновении вибрации на двигателях в датчиках наводится пьезоЭДС, которая поступает на вход электронного блока где усиливается, выпрямляется в сигнал постоянного тока, а затем на указатель. При достижении опасной величины вибрации, более 60%, сигнал с электронного блока поступает одновременно на табло «ОПАСНО ВИБРАЦИЯ».

# Тема: Авиационные электроприводы. Электрооборудование систем самолета.

## Занятие № 16

1. Общие сведения о применении электроприводов.
2. Классификация электроприводов.
3. Общая конструкция электроприводов.

1. На самолете имеется большое количество агрегатов и механизмов, которые работают от разных видов энергии:

- сжатый воздух;
- жидкость под давлением;
- электроэнергия.

Наиболее универсальной является электроэнергия, поэтому она и нашла свое применение на самолете.

Самолетный электропривод это совокупность электрических и механических устройств с помощью которых осуществляется преобразование эл.энергии в механическую и выполняется приведение исполнительного устройства в движение и управление режимом его работы.

Электропривод состоит:

- преобразователя электрической энергии;
- системы передачи;
- аппаратуры управления.

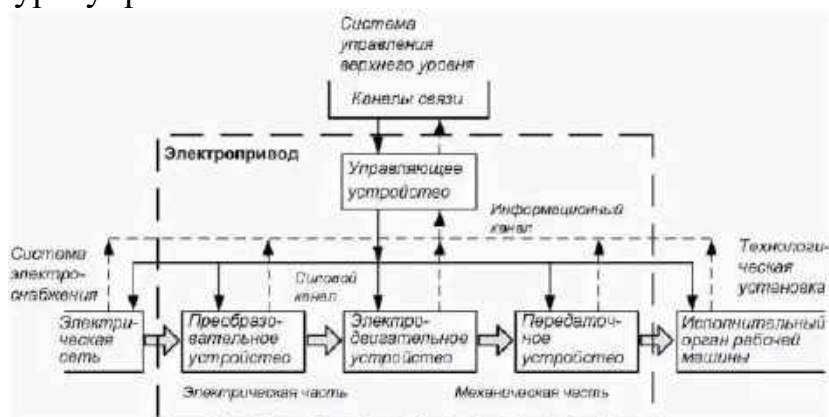


Рис 1. Структурная схема электропривода.

В самолетном электроприводе электрическая энергия преобразуется в механическую электродвигателями или электромагнитами и называется соответствующим образом.

Электроприводы средств механизации и хвостового оперения, электропривод запуска, электроприводы в приборном и радиооборудовании, электроприводы в системах самолета.

2. В зависимости от назначения и решаемых задач на самолете электроприводы классифицируются:

- по выполняемым задачам (основные, вспомогательные, дублирующие);

- по роду тока (постоянного, переменного);
- по мощности (маломощные до 30вт, средней мощности несколько 100вт, большой мощности кВт в системе запуска);
- по режиму работы (кратковременные, повторно кратковременные, длительные).

3. Электродвигатели преобразуют электрическую энергию в механическую. Применяются электродвигатели постоянного тока.

А) Параллельного возбуждения, у них частота вращения вала с увеличением нагрузки изменяется незначительно



Рис 2. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения.

Б) Последовательного возбуждения у них при изменении нагрузки частота вращения изменяется в широком диапазоне, а без нагрузки обороты резко увеличиваются и это чревато разнесом.

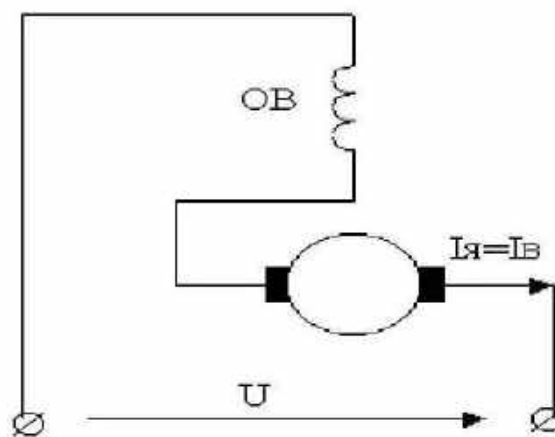


Рис 3. Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения.

В) Смешанного возбуждения применяются в тех случаях, когда нужно получить одновременно свойства двигателей как параллельного, так и последовательного возбуждения.

В электроприводах применяются и асинхронные электродвигатели переменного тока. Они конструктивно проще, более надежны в работе, но обладают несколько худшими пусковыми и регулируемыми характеристиками.

*Электромагнитная муфта* служит для сцепления вала электродвигателя с редуктором при включении электромеханизма и для торможения редуктора, а следовательно и выходного вала при отключении электромеханизма. Муфты бывают сцепления – торможения, фрикционные предохраняющие электромеханизм от перегрузок, ограничения момента отключающие электромеханизм при превышении заданного момента.

Питание на обмотку муфты подается с дополнительных щеток расположенных на коллекторе. С увеличением скорости вращения якоря э/двигателя возрастает и напряжение на его зажимах и электромагнит срабатывает и стальной диск (якорь) расположенный на ведущей шестерни редуктора преодолевая усилие возвратной пружины притягивается к сердечнику и передает вращающий момент на ведущую шестерню редуктора.



Рис 4. Электромагнитная муфта сцепления - торможения

*Редуктор* предназначен для уменьшения частоты вращения и увеличения крутящего момента, передаваемых от электродвигателя на выходной вал электромеханизма и преобразования одного вида движения в другой.

Редукторы бывают обычные зубчатые с внешним и внутренним зацеплением, соосные планетарные передачи, дифференциально-планетарные передачи, червячные и винтовые.

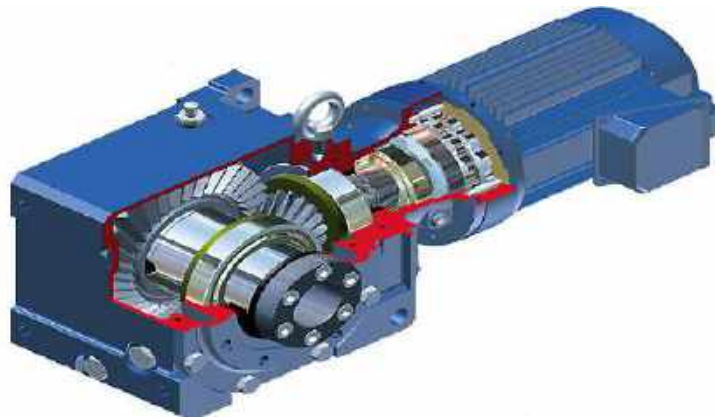
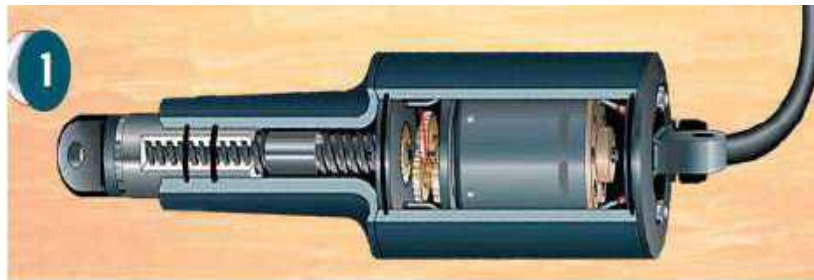


Рис 5. Редуктор зубчатый с внешним и внутренним зацеплением

*Выходное устройство* обеспечивает механическую связь электромеханизма с управляемым объектом. Могут быть выполнены в виде штока, винтовой пары (поступательное движение) зубчатой рейки, шестерни.



УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

*Концевые выключатели* предназначены для отключения электродвигателя при крайних положениях управляемого объекта.



Рис 6. Концевой выключатель.

## Занятие № 17

1. Электромеханизм управления створками.
2. Электромеханизм управления заслонками отбора воздуха.
3. Электромеханизм управления триммерами.

1. Электромеханизм управления створкой ВСУ МП – 750ТВ предназначен для открытия створки при запуске ВСУ.



Рис 1. Электромеханизм МП – 750ТВ.

### Основные данные:

- напряжение питания 27В;
- потребляемый ток 7А;
- нагрузка на шток  $N_n=7350Н$   $N_{max}=12250Н$ ;
- рабочий ход штока 116мм;
- время хода штока 30сек;
- режим работы повторно кратковременный.

Электродвигатель электромеханизма представляет собой двух полюсную машину постоянного тока с последовательным возбуждением, с тормозной электромагнитной муфтой и реверсированием за счет изменения направления магнитного потока (для этого в двигателе две обмотки возбуждения).



Рис 2. Электромагнитная муфта торможения ЭТМ.

Редуктор служит для увеличения крутящего момента и уменьшения частоты вращения, передаваемого от двигателя на каретку роликовой винтовой пары. Редуктор планетарного типа и состоит из трех ступеней. У каждой ступени три сателлитовых зубчатых колеса, посаженные подшипники скольжения. Сателлитовые зубчатые колеса всех трех ступеней обкатываются по общему неподвижному колесу, жестко закрепленного шпонкой в корпусе механизма.



Рис 3. Планетарный трехступенчатый редуктор.

Роликовая винтовая пара служит для преобразования вращательного движения выходного вала редуктора в поступательное движение гайки-штока.



Рис 4. Роликовая винтовая пара.

В корпусе каретки (винта) на осях установлены три стальных ролика через  $120^{\circ}$  по окружности со смещением на 1мм. Гайка-шток имеет внутри трапецеидальную нарезку, по которой обкатываются ролики каретки. За один оборот шток перемещается на 3мм резьбы.

Гайка-шток перемещает дополнительный выступ, который по винтовому пазу поворачивает стакан с зубчатым колесом, входящим в зацепление с другим колесом, поворачивающим вал с кулачками 1, 2, 3 и переключающим концевые выключатели В6 – 11.

Эти выключатели служат для размыкания цепи питания двигателя и подачи сигнала крайнего убранного или выпущенного положения штока (ОТКРЫТИЕ и ЗАКРЫТИЕ) створок.



2. Механизм управления заслонкой отбора воздуха **МПК – 13ВТВ** предназначен для управления заслонкой отбора воздуха от ВСУ ТА – 6В при запуске двигателей Д -36.



Рис 5. Механизм управления заслонкой отбора воздуха МПК – 13ВТВ.

Основные данные:

- напряжение питания 27В;
- потребляемый ток 0.43А;
- нагрузка  $N_n=24.5Н$   $N_{max}=29.4Н$ ;
- режим работы повторно кратковременный.

Двигатель Д – 10АРУ постоянного тока, последовательного возбуждения, двух полюсной с электромагнитной муфтой торможения. Реверсирование осуществляется изменением магнитного потока при раздельном включении одной из обмоток.



Рис 6. Двигатель Д – 10АРУ.

Редуктор состоит из зубчатой передачи шести ступеней внешнего зацепления и двух планетарных ступеней.

Муфта ограничивает момент на выходном валу механизма и отключает электродвигатель при превышении значения заданного момента. Концевые выключатели назначение то же.

3. Триммеры расположены на концевых секциях левого, правого элеронов. Триммеры отклоняются на  $+10^0$  механизмами **МП – 100М – 2С** и управляются переключателями «ТРИММЕРЫ ЭЛЕРОНОВ» на среднем пульте. Положение триммеров определяется по указателю «ТРИММЕРЫ»

на средней приборной доске.



Рис 7. Механизм привода МП – 100.



Рис 8. Указатель положения.

*В состав механизма входят:*

- двигатель постоянного тока с тормозной муфтой;
- редуктор планетарный 3-х ступенчатый;
- роликовая винтовая пара;
- датчик ДС – 10 выдает сигнал пропорциональный углу отклонения триммера, стоит рядом с электромеханизмом;
- указатель положения триммеров ИП – 49 на средней приборной доске;
- переключатели;
- сигнальная лампа «НЕЙТРАЛЬНО»;
- АЗР «ТРИММЕРЫ НЕЙТРАЛЬНО» левая панель АЗР.

## Занятие № 18

1. Общие сведения о топливной системе.
2. Электрооборудование централизованной заправки.
3. Электрооборудование подачи топлива к двигателям.

1. Топливо размещается в трех баках кессонах по 6170кг в каждом и в совокупности составляет при полной заправке 18500кг. Применяется топливо марок Т-1, ТС и РТ можно смешивать в любых пропорциях. Для предотвращения образования кристаллов воды на больших высотах применяются жидкости «И», «ТГФ».

Заправка топливом может осуществляться 2-мя способами:

1. Централизованная заправка – основной вариант, щиток заправки правая сторона шп 36-37 под заливом крыла.
2. Открытая заправка сверху через три заправочные горловины.

Из баков в двигатели топливо подается электрическими центробежными насосами (ЭЦН):

- к боковым двигателям из крайних кессонов 2-мя насосами на каждый двигатель ЭЦНГ – 5 – 2, питающиеся переменным током 200В 400Гц от генераторных шин;
- к среднему двигателю насосами агрегатами 463Б, которые питаются постоянным током 27.5В от шин аккумуляторов;
- к ВСУ топливо подается из среднего кессона насосом ЭЦН – 40 постоянного тока, а при его отказе питание осуществляется от топливной магистрали среднего двигателя, питается насос постоянным током 27.5В от шины ВСУ.

Управление электрооборудованием топливной системы:

1. Управление ЦЗ топливом со щитка ЦЗТ с правой стороны фюзеляжа шп 36-37.

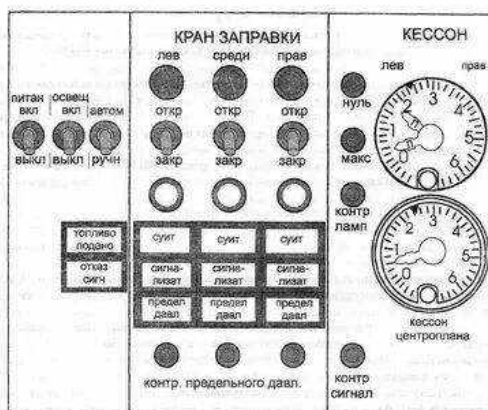


Рис 1. Щиток централизованной заправки.

2. Управление расходом двигателей со щитка топливной системы верхний средний пульт.



Рис 2. Щиток топливной системы.

3. Управление топливной системой ВСУ на левом пульте.

4. Управление аварийным сливом на верхнем среднем пульте.

2. Централизованная заправка топливом под давлением через бортовой заправочный штуцер.

Включает в себя:

-- комплект трубопроводов;

-- бортовой штуцер заправки топливом правый борт шп 35-36;



Рис 3. Бортовой штуцер заправки и щиток ЦЗТ.

-- сигнализатор давления МСТВ – 0.4А, за заправочным штуцером включается на щитке заправки;



Рис 4. Сигнализатор МСТВ – 0.4А

-- 3 электроприводных крана заправки 768600МА с электромеханизмами ЭПВ – 150МТ, установлены на трубопроводах;



Рис 5. Электромагнитный кран 768600МА.

-- 3 поплавковых клапана заправки, установлены на концах кессонных трубопроводов ЦЗ и центроплане крыла;



Рис 6. Поплавковый клапан заправки.

-- предохранительный клапан на лонжероне 1 центроплана крыла;



Рис 7. Предохранительный клапан.

-- электрощиток управления ЦЗ на обтекателе колес правой стойки в люке в районе установки бортового штуцера шп 36-37.

На электрощитке расположены:

1. Выключатель «ПИТАНИЕ» включается при подготовке к заправке.
2. Выключатель «ОСВЕЩЕНИЕ» включается ночью и при плохой видимости.
3. Переключатель «АВТОМ – РУЧН» для выбора управления заправкой.
4. Красное табло «ОТКАЗ СИГНАЛИЗ» загорается при отказе датчиков топливомера ДСИ – 5А – 1.
5. Зеленое табло «ТОПЛИВО ПОДАНО» загорается при срабатывании МСТВ – 0.4 при достижении давления топлива  $P=0.4\text{кгс/см}^2$ .
6. 3 зеленых и 3 желтых лампы сигнализации положения кранов заправки кессонов (зеленая-открыты, желтая-закрыты).
7. Переключатели «КРАН ЗАПРАВКИ ЛЕВ, СРЕДН, ПРАВ» управляет кранами и имеет положения «ОТКР – ЗАКР».
8. Три желтых табло «СУИТ» загораются при автоматической заправке и при достижении заданного количества топлива в кессонах, краны автоматически закрываются.
9. Три желтых табло «СИГНАЛИЗАЦИЯ» загораются при невыдаче топливомером сигналов на закрытие кранов заправки после срабатывания.
10. Три красных табло «ПРЕД. ДАВЛЕНИЕ» загораются при срабатывании сигнализаторов СПТ – 0.1А при повышенном давлении внутри кессонов свыше  $0.1\text{кгс/см}^2$ , а также при нажатии кнопки «КОНТР СИГНАЛИЗ ДАВЛ».
11. Три кнопки «КОНТР ПРЕД. ДАВЛЕНИЯ» для контроля сигнализаторов.
12. Двух стрелочный индикатор ИТ – 310 – 1 с задатчиком заправляемого количества топлива левого и правого кессонов.
13. Однострелочный индикатор ИТ – 39 – 1 с задатчиком топлива среднего кессона.
14. Две кнопки «НУЛЬ» и «МАКС» для проверки функционирования измерительной части топливомера.
15. Кнопка «КОНТРОЛЬ ЛАМП» для контроля исправности ламп и табло.
16. Кнопка «КОНТРОЛЬ СИГНАЛИЗАЦИИ» для контроля исправности системы «СУИТ».

Перед началом заправки проверить автоматику системы управления и измерения топлива «СУИТ – 3 – 6» нажатием кнопки «КОНТРОЛЬ СИГНАЛИЗ» при исправной работе загорятся три желтых табло «СИГНАЛИЗ», а при неисправной «ОТКАЗ СИГНАЛИЗ».

Проверить исправность индикаторов топливомера нажатием на кнопки «НУЛЬ» и «МАКС». Затем на них установить количество заправляемого топлива с помощью вращения кремальеры. Проверить исправность сигнализации нажатием на соответствующие кнопки контроля.

Открытие кранов заправки производится вручную выключателями на щитке заправки в положение «ОТКР» загорятся три зеленых лампы «ОТКР», а чтобы обеспечить их автоматическое закрытие в конце заправки переключатель «АВТОМ – РУЧН» в положение «АВТ».

Краны заправки можно в любой момент закрыть вручную, выключателями управления.

При подаче топлива под давлением  $0.4 \text{ кгс/см}^2$  загорается зеленое табло «ТОПЛИВО ПОДАНО». В случае полной заправки кессонов последняя тонна подается под давлением  $2.5 \text{ кгс/см}^2$ .

В целях обеспечения надежного предохранения кессонов от раздувания в случае переполнения их при заправке предусмотрен ряд аварийных устройств:

1. В случае если датчики топливомера не выдадут сигнал на закрытие кранов заправки при достижении в кессонах установленного количества топлива, топливо продолжит поступать и при количестве 6200 кг в боковых и 6630 кг в среднем кессонах сработают датчики сигнализаторы ДСИ-5А и выдадут сигнал на закрытие кранов заправки. При их сработке загорится табло «СИГНАЛИЗАТОР» на щитке ЦЗТ.

2. В случае одновременного отказа датчика топливомера и датчика сигнализатора ДСИ-5А заправка топливом продолжится до 6700 кг в боковых кессонах и 7000 кг в среднем и при этом количестве закроются соответствующие поплавковые клапаны заправки. При отказе ДСИ-5А на щитке ЦЗТ загорится красное табло «ОТКАЗ СИГНАЛИЗАЦИИ». В этом случае заправка прекращается немедленно.

3. В случае отказа топливомера, ДСИ-5А и поплавкового клапана и при повышении давления более 0.1 атм сигнализатор СПТ-0.1А выдаст сигнал на закрытие кранов заправки, на щитке ЦЗТ загорается табло «ПРЕД. ДАВЛЕНИЕ» заправку необходимо прекратить.

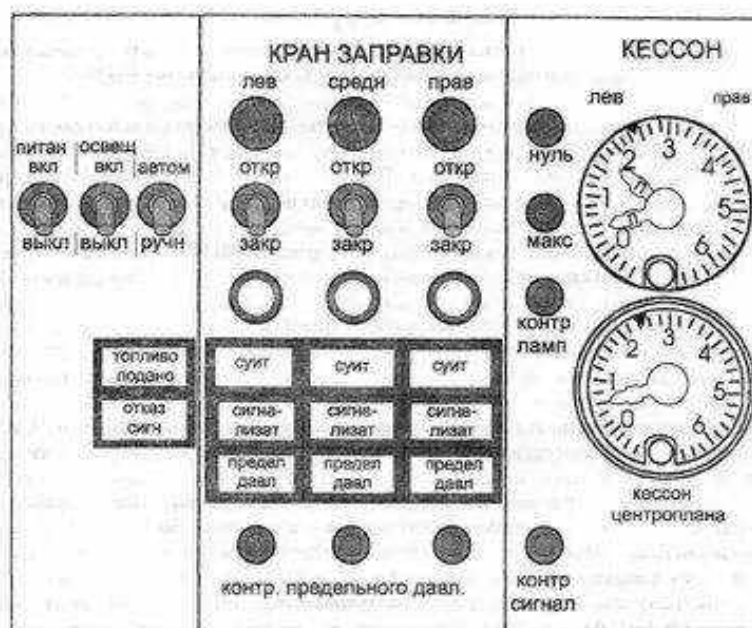


Рис 8. Щиток централизованной заправки топливом.

3. Подача топлива к каждому боковому двигателю осуществляется двумя электроприводными подкачивающими насосами ЭЦНГ – 5 – 2. Электродвигатели насосов питаются от трехфазной системы 200в 400Гц. Насосы левого двигателя установлены, один в расходном отсеке, другой в отсеке левого топливного кессона.

Насосы правого двигателя установлены оба в правом топливном кессоне.

Насосы среднего двигателя агр. 463Б оба в отсеке среднего расходного кессона.

За каждым подкачивающим насосом установлен сигнализатор давления СПТ – 02А, при создании давления он срабатывает и включает лампу на топливном щитке.

Боковые и средний двигатель объединены магистральным трубопроводом, который перекрыт двумя кранами 768800МА. При открытых кранах кольцевания магистраль среднего двигателя соединена с боковыми.

Доступ топлива к двигателям перекрывается пожарными кранами 768600МА, сигнализаторы давления насосов, краны кольцевания, пожарные краны установлены под центропланом крыла.

На участках топливных трубопроводов установлены сигнализаторы СПТ – 0.2 контролирующие давление на входе в топливные системы двигателей.

Питание топливом ВСУ ТА – 6В автономно и осуществляется от насоса ЭЦН – 40, а при отказе его от магистрали среднего двигателя. ЭЦН – 40 установлен в расходном отсеке кессона центроплана. Давление насоса контролирует СПТ – 0.2А зеленое табло «ВСУ НАСОС ВКЛ» на щитке ВСУ, а давление на входе в двигатель контролирует СПТ – 0.2 желтое табло «ВСУ НЕТ ДАВЛЕН ТОПЛ».

#### Управление пожарными кранами:

Управление пожарными кранами, а также левым и правым кранами кольцевания осуществляется переключателями на щитке ППС. Открытие кранов кольцевания выполняется автоматически при отказе или выключении сети переменного тока и остатке топлива 320л. Ручное управление кранами кольцевания раздельное, а автоматическое объединенное.

Ручное управление осуществляется двумя переключателями на щитке ТС:

- левый кран кольцевания;
- правый кран кольцевания;
- выключатель «ОТКЛ – АВТОМ – КРАН КОЛЬЦЕВ – АВАР».

Автоматическая линия открытия кранов кольцевания на земле отключается концевым выключателем при обжатой стойке шасси.

После запуска Д – 36 выключатель автоматической линии открытия кранов кольцевания должен быть включен, а перед выключением двигателей выключен. Положение кранов сигнализируется по лампам. Четыре пожарных крана управляются 4-мя переключателями и контролируется по лампам.



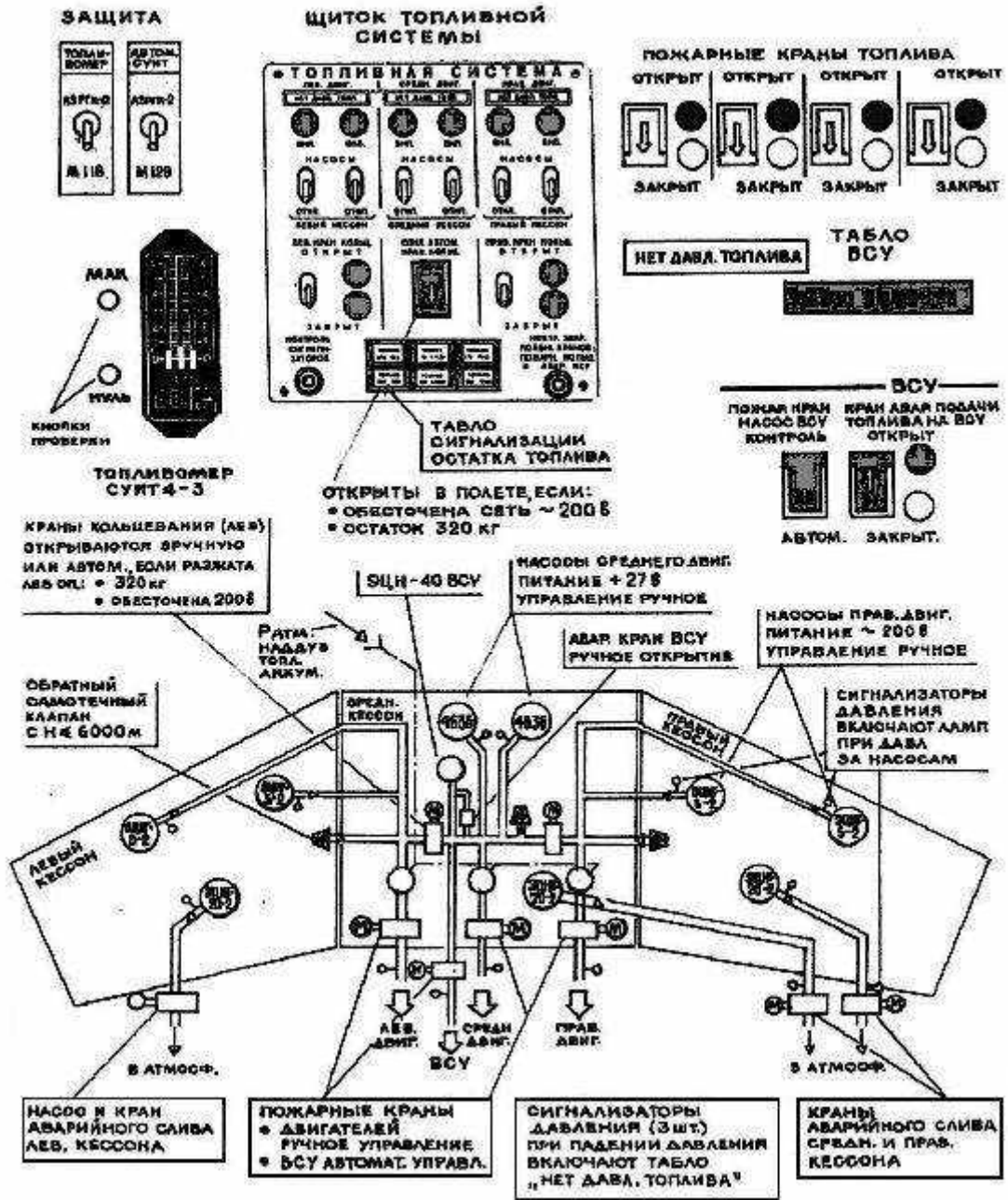


Рис 9. Топливная система самолета ЯК – 42.

## Занятие № 19

1. Общие сведения о ППС.
2. Агрегаты электрооборудования ППС и их характеристики.
3. Работа электрооборудования ППС при пожаре.
4. Проверка ППС.

### 1. Самолет оборудован:

- системой сигнализации о пожаре предназначенной для обнаружения пожара в отсеках Д – 36 и ВСУ, грузовых отсеках, техотсеке шп. 59-71и отсеках главных опор шасси;
- системой пожаротушения для тушения пожара в отсеках Д – 36 и ВСУ с использованием стационарной системы, двух баллонов УБЦ-10-4 шп. 63-65 по правому борту;
- системой индикации и контроля для светового и звукового оповещения о пожаре и месте его возникновения (на щитке ППС горит соответствующая красная сигнализация), автоматической разрядки баллона 1 очереди, о ручной разрядке баллона 2 очереди, а также проверкой под током.

При возникновении пожара в любом из отсеков на щитке ППС загорается красная сигнализация указывающая место пожара, звучит сирена, а на средней приборной доске загорается «ЦСО ПОЖАР».

Для тушения пожара в отсеках Д-36 и ВСУ автоматически разряжается баллон 1 очереди, его зарядка определяется по погасанию зеленой лампы «ОГНЕТУШИТЕЛЬ ЗАРЯЖЕН 1 ОЧЕРЕДЬ».

Если пожар потушен, то гаснет «ЦСО ПОЖАР» гаснет, выключается сирена, а лампа-кнопка горит. Для ее выключения главный выключатель ППС выключить и вновь включить в положение «РАБОТА».

В других отсеках после тушения пожара гаснет:

- ЦСО ПОЖАР;
- табло пожар в отсеке;
- выключится сирена.



Рис 1. Щиток ППС.

Электрооборудование ППС питается постоянным током напряжением 27В от аварийной шины (АКК), включается АЗРГК «ПОЖАРТУШЕНИЕ» на левой и правой панелях АЗР.

2. Баллоны **УБЦ-10-4** универсальный баллон, цилиндрический, 10 литров, 4-ре пироголовки так как четыре отсека тушения. Два баллона расположены шпб3-65 правый борт, на баллоне установлены пироголовки с двумя пиропатронами 7ПП.

Баллон заправляется жидким хладоном 114В2 – 14.1кг под давлением 115 кгс/см<sup>2</sup> при t=18-20<sup>0</sup>С.



Рис 2. Огнетушитель УБЦ-10-4.

При срабатывании пиропатрона воздух через сифонную трубку выталкивает хладон из баллона за 2.3 сек. После разряда пружиной клапан закрывает доступ воздуха в баллон. Для предотвращения взрыва баллона при повышении давления в нем до 200 кгс/см<sup>2</sup> установлена предохранительная мембрана, и хладон выбрасывается за борт. Величина давления в баллоне контролируется по манометру МА-250 на баллоне.

Пиропатроны **ПП7** срабатывают при подаче на них +27В от автоматики или вручную.



Рис 3. Пиропатрон ПП7.

Датчик пожарной сигнализации (ДПС) предназначен для температурного контроля среды и выдачи сигнала (термо ЭДС) в исполнительный блок. Чувствительным элементом является термобатарея собранная из четырех

Последовательно соединенных Х-А термопар. Рабочими спаями являются шарики, получающиеся в результате сварки двух концов электродов, нерабочими являются места спайки двух других концов. Рабочие спаи расположены открыто без изоляции от внешней среды. Для защиты термопары защищены колпачком.

При температуре 150<sup>0</sup>С и скорости нарастания температуры более 2<sup>0</sup>С в секунду возникает термоЭДС, которая подается в исполнительный блок.



Рис 4. Датчик пожарной сигнализации ДПС -1А.

ДС – 3 дымный сигнализатор. Датчик и исполнительный блок смонтированы в одном корпусе.

ДС - срабатывает при появлении в отсеке дыма в концентрациях при которых прозрачность среды уменьшается на 10-30% и более. При срабатывании ДС выдает сигнал на срабатывание средств индикации.

Установлены: в переднем грузовом отсеке 3шт, в заднем 2шт. В техотсеке 2шт у шпб2.

Действие сигнализатора основано на регистрации фоторезистором света, рассеиваемого частицами дыма. При включении и отсутствии дыма свет от лампочки закрыт экраном и не попадает на фоторезистор. В случае попадания дыма в ДС сквозь пластинчатую поверхность корпуса в пространство между экраном и фоторезистором лучи лампы отражаясь от частиц дыма засвечивают фоторезистор уменьшая его сопротивление, ток возрастает и ДС срабатывает.



Рис 5. Дымный сигнализатор ДС – 3.

Исполнительные блоки:

**БИ – 2И серии2** выполняют следующие функции:

- принимает сигналы от датчиков ДПС;
- подает питание на реле пожарной системы того отсека из которого сигнал;
- обеспечивает проверку исправности и готовности сигнализации.

На самолете установлены 10 блоков: 8 в техотсеке по 4-е слева и справа и 2 шт в нижней части фюзеляжа на этажерке.

**ССП – ФК – БИ серии2** функции те же. На самолете их 2 в слева и справа в техотсеке шп59.

**3.** В отсеках Д – 36 сигнализация осуществляется по 8 каналам, а в отсеке ВСУ по 4-м каналам. Канал это три датчика ДПС соединенных последовательно.

Включение средств индикации происходит при срабатывании любого датчика в группе, а автоматическое включение «1 ОЧЕРЕДИ» происходит при срабатывании не менее 2-х групп датчиков одного отсека.

При возникновении пожара в ДПС возникает термоЭДС которая поступает в исполнительный блок на соответствующее реле, которое срабатывая своими контактами подает +27В на реле включения средств индикации и автоматического включения баллона «1 ОЧЕРЕДИ». В кабине горит лампа-кнопка, звучит сирена, мигает «ЦСО ПОЖАР», гаснет зеленая лампа «ОГNETУШИТЕЛЬ ЗАРЯЖЕН 1 ОЧЕРЕДЬ».

В течении 2.3 сек болон разряжается, датчики остывают и не выдают термоЭДС, сигнал о пожаре снимается, выключаются средства индикации, кроме лампы-кнопки она продолжает гореть. Этот сигнал снимается вручную переключением главного выключателя ППС из положения сначала «ОТКЛ» в «РАБОТА».

В техотсеке при пожаре срабатывает ДС-3М включается сирена, «ЦСО ПОЖАР», «ТЕХОТСЕК ДЫМ». Тушение предусмотрено четырьмя переносными огнетушителями:

- два ОР2-6 хладон 6 литров;
- два ОР1-2 водаэтиленгликоль 2 литра.

Огнетушители установлены по парно, их содержимое под давлением азотом, цвет полосок бордовый и голубой.

В переднем грузовом отсеке установлены 3шт ДС-3М и 12 шт ДПС, а в заднем 2 шт ДС3М и 6 шт ДПС. Все датчики установлены в верхней части отсеков в нишах ограждая их от повреждения грузом.

Для ликвидации пожара используется ОР2-6. Разрядка в отсек производится через штуцер ПС-1 на перегородках пассажирского салона около огнетушителей.

**4.** Проверка систем пожаротушения осуществляется 2-мя переключателями «НАЗЕМНЫЙ КОНТРОЛЬ» в положении «ВЫКЛ» перед проверкой и главный переключатель «ППС РАБОТА – ОТКЛ – КОНТР» в положении

«КОНТР».

При установке переключателя в положение «1 КАНАЛ» все датчики первого канала всех отсеков оказываются подключенными к бортовой сети через гасящие сопротивления исполнительных блоков и через каждую группу 1 канала проходит ток достаточный для срабатывания блоков, но не достаточный для срабатывания пиропатронов ПП7.

При исправных цепях 1 канала включатся:

- лампы кнопки;
- сигнальные красные табло «ПОЖАР ДЫМ»;
- табло «ЦСО ПОЖАР»;
- звучит серена.

Затем переключатель на 2-3 сек поставить в промежуточное положение между «1К» и «2К», затем перевести в положение «2 КАНАЛ» и проверить.



Рис 6. Щиток противопожарной системы самолета ЯК – 42.

## Занятие № 20

1. Общие сведения ПОС самолета ЯК-42.
2. Агрегаты ПОС.
3. Управление и контроль ПОС.
4. Работа ПОС.

1. На самолете для защиты от обледенения применяются две системы.

**Воздушно-тепловая** она обогревает предотвращая обледенение:

- передние кромки предкрылков крыла;
- переднюю кромку киля;
- стабилизатора;
- воздухозаборников двигателей;
- заборников системы кондиционирования;
- антенны УКВ связи.

Электрооборудование этой системы обеспечивает автоматическое и ручное управление работой, а также контроль ее работы по лампам, табло и прибору. Горячий воздух отбирается за последней ступенью компрессора высокого давления (КВД) трех двигателей и смешивается с холодным заборным воздухом вентилятора. Трубопроводы отвода воздуха от двигателей объединены в общую магистраль. Отбор воздуха осуществляется с помощью заслонок: 9 штук на двигателях Д-36, 3 штуки в магистрали.

**Электротепловая** система обеспечивает:

- обогрев 2-х лобовых стекол, 2-х боковых стекол и 2-х задних;
- приемников полного давления левого, правого, резервного;
- датчиков углов атаки ДАУ – 72.

Электрооборудование управления и сигнализации питается постоянным током и защищено АЗРГК на левой и правой панелях АЗР.

2. **Заслонки 3184** (6 шт) для отбора воздуха от КВД и эжектирования:

- 3 штуки на двигателях для отбора воздуха;
- 2 штуки в пилонах левого и правого двигателей;
- 1 штука в фюзеляже для среднего двигателя.



Рис 1. Заслонка отбора воздуха 3184.

В эжекторе горячий воздух от последней ступени КВД температурой 445<sup>0</sup>С смешивается с холодным забортным воздухом отбираемым вентилятором и на выходе температура воздуха поступающего в систему обогрева 280<sup>0</sup>С.

Три заслонки для подачи воздуха в воздухозаборники автоматически измеряют расход берущегося воздуха от 3-ей ступени КВД. До 0.6 от номинального режима работы двигателей заслонки открыты полностью, а при более 0.6 ном. открыты частично. При полном открытом положении заслонок или в среднем горит сигнализация «ОБОГРЕВ ВКЛ».

**Заслонки 3182** (2шт) для подачи воздуха к передним кромкам предкрылков.

**Заслонка 3183** (1 шт) для обогрева кромки киля. Эти заслонки ограничивают подачу горячего воздуха в аварийных режимах работы системы. В нормальном режиме открыты полностью.

Заслонки по конструкции одинаковы и состоят из реверсивного двигателя постоянного тока, электромагнитной муфты, редуктора, концевых выключателей для отключения в крайних положениях и для сигнализации.

Работа: при включении ПОС электромеханизм открывается и воздух из системы кондиционирования поступает в полость цилиндра заслонки. Плунжер перемещается и через рычаг поворачивает заслонку, она открывается.

**Термометр 2ТУЭ – 447К** для дистанционного измерения температуры в трубопроводе.



Рис 2. Термометр 2ТУЭ.

Реле давления **ИКД РД Ф06-009-ОЭ** для выдачи сигнала при обрыве трубопровода «ВЫКЛ ПОС».



Рис 3. Реле давления.



Сигнализатор температуры ТС – 4 для выдачи сигнала на лампу «ПЕРЕГРЕВ ПОС» при температуре более 280<sup>0</sup>С.



Рис 4. Сигнализатор температуры.

Сигнализатор обледенения СО – 121ВН для автоматического управления ПОС и сигнализации начала и конца обледенения.



Рис 5. Сигнализатор обледенения СО – 121ВН.

В комплект входят датчик сигнализатора ДСЛ – 40 установлен 3шп и электронный преобразователь ПЭ – 11 установлен 7 шпангоут.



Рис 6. Датчик сигнализатора ДСЛ – 40.

Принцип работы основан на выдаче сигнала изменяющейся частоты от нарастания льда на мембране датчика в электронный блок с последующим включением ПОС и сигнализации. Питается сигнализатор постоянным током. При отказе СО – 121ВН не загорается «ОБЛЕДЕНЕНИЕ» ПОС включается вручную.

3. ПОС включается в полете автоматически по команде СО – 121 через автомат «ПОС АВТОМ» на верхнем пульте, а также вручную «ПОС РУЧН» в положение «НОРМ».

Сигнальная лампа «ОБЛЕДЕНЕНИЕ» загорается по команде СО – 121.

Красное табло «ВЫКЛ. ПОС» загорается при падении давления в ПОС ниже  $0.09 \text{ кгс/см}^2$  когда срабатывает реле давления.

При отказе эжектора горит лампа «ЭЖЕКТОР НЕ В РЕЖИМЕ».

При перегреве горит «ПЕРЕГРЕВ ПОС».

ЦСО ПОС горит при загорании любой желтой лампочки.

Зеленая лампа «ЗАСЛОНКИ ОТБОРА ОТКР» горит при открытии крана отбора воздуха.

Зеленая лампа «ОБОГРЕВ ДВИГ. ВКЛ» горит при включении обогрева воздухозаборников.

Исправность датчика ПОС проверяется нажатием кнопки «КОНТР. СИГНАЛ. ОБЛЕД» на щитке ПОС загорится «ЦСО ПОС» и желтая лампа «ОБЛЕД».



Рис 7. Щиток противообледенительной системы.

4. ПОС самолета работает в трех режимах:

- нормальный;
- аварийный;
- обогрев двигателей на земле.

В нормальном режиме обогреваются передние кромки предкрылков, кия, воздухозаборники двигателей и системы кондиционирования и антенна. На верхнем пульте АЗС «УПРАВ ПОС АВТОМ» в положение «ВКЛ».

В условиях обледенения горит сигнализация ЦСО и ОБЛЕД открываются все три заслонки отбора воздуха от двигателей и 3 заслонки подачи воздуха в воздухозаборники, загораются лампочки «ЗАСЛОНКИ ОТБОРА»

«ОБОГРЕВ», а измеритель 2 ТУЭ-4Б покажет температуру воздуха поступающего в крыло и оперение.

Заслонки подвода воздуха к эжекторам подмешивания автоматически регулируют подачу воздуха в эжекторы в зависимости от режима работы двигателей.

На режиме МГ до 0.6 ном заслонка подвода воздуха открыта, и он вытекает из двух сопел подмешивание воздуха от вентилятора малое.

На режимах от 0.6 ном до ВЗЛЕТН. заслонка закрыта, и воздух вытекает малого сопла и в этом случае подмешивается большое количество воздуха из вентилятора.

Заслонки подачи воздуха в воздухозаборники двигателей автоматически поддерживают необходимый расход воздуха в зависимости от режима работы двигателей. На МГ до 0.6 заслонки полностью открыты, а от 0.6 ном до ВЗЛЕТН открыты частично.

Автоматическая работа всех заслонок обеспечивается концевыми выключателями на РУДах.

В случае повышения температуры более 280<sup>0</sup>С ПОС включается вручную «ПОС РУЧН» в положение «НОРМ».

АВАРИЙНЫЙ РЕЖИМ: обогреваются передние кромки 1 и 2 секций предкрылков, стабилизатора, воздухозаборников двигателей и системы кондиционирования и антенны. Киль не обогревается. Уменьшенным расходом воздуха обогреваются 3,4,5,6 секции предкрылков, это происходит при отказе одного из двигателей, при этом заслонки к секциям прикрываются, а киля закрывается. При отказе одной из заслонок систему можно включить вручную установкой «ПОС РУЧН» в положение «АВАР».

ОБОГРЕВ НА ЗЕМЛЕ: включается вручную установкой выключателей «ОБОГРЕВ ДВИГ. НА ЗЕМЛЕ» во включенное положение. Открываются заслонки подачи воздуха в воздухозаборники и загорается лампа «ОБОГРЕВ ДВИГ. ВКЛ». Зависимость положения заслонок от режима работы двигателей сохраняется.

## **Занятие № 21**