

МИНИСТЕРСТВО ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

# САМОЛЕТ Ан-24

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

*Книга VI*

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ»  
Москва 1970

©. ЗАО "АНТЦ "ТЕХНОЛОГ". 2001



# САМОЛЕТ АН-24

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

*Книга VI*

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ»  
Москва 1970

Техническое описание самолета Ан-24 разработано авторским коллективом конструкторского бюро под руководством генерального конструктора *О. К. АНТОНОВА*

Ответственный редактор *А. Я. Белоліпецкий*

Автор книги VI канд. техн. наук *М. С. Гальперин*

Редакторы книги VI  
*А. И. Водяной, Г. Л. Рабинович, З. И. Решетниченко,  
В. З. Спорышко, Ю. В. Фурдыло*

Иллюстрации выполнили  
*С. П. Базилевич, В. В. Клоков, Р. М. Коберник, Т. Н. Мартынюк,  
Е. П. Петров, А. Б. Пшеничникова, В. С. Смирнов, З. Г. Шаповал,  
В. М. Юдина, Г. М. Юркевич, Б. Т. Яремчук*

Техническое описание издано в семи книгах:

Книга I. Летно-технические характеристики самолета.

Книга II. Планер. Бытовое оборудование. Высотное и противообледенительное оборудование.

Книга III. Силовая установка.

Книга IV. Шасси. Управление самолетом. Гидравлическая система.

Книга V. Пилотажно-навигационное и приборное оборудование. Радиооборудование.

Книга VI. Электрооборудование.

Книга VII. Наземное оборудование.

Описание составлено применительно к самолетам выпуска 1965—1968 гг. В необходимых случаях основные отличия ранее выпущенных самолетов оговорены в соответствующих разделах. Все последующие изменения конструкции самолета будут периодически освещаться в бюллетенях завода.

В конце книги приложена бандероль вклеек (фиг. 64, 90, 100, 142, 143, 151).

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЕГО МОНТАЖЕ

### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

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

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

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

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

— освещение, сигнализацию и выполнение целого ряда таких задач, которые другим путем вообще не могут быть решены или же решены путем увеличения веса и ухудшения удобства эксплуатации.

Степень электрификации самолета достаточно высока: на этом сравнительно небольшом самолете установлено пять генераторов различных типов, способных длительно выдавать мощность 54 кВт по постоянному и 32 кв·а по переменному току, четыре преобразователя, более 40 электрических показывающих приборов, 42 электродвигателя и электро-механизма, более 160 контакторов и реле.

Все агрегаты электрооборудования удовлетворяют требованиям надежности, вибро- и ударостойкости, возможности работы на больших высотах (не менее 10—11 тыс. метров) и в диапазоне температур от —60 до +50° С.

Основной системой электроснабжения на самолете является система постоянного тока с суммарной номинальной мощностью генераторных источников 54 кВт (36 кВт за счет двух генераторов, установленных на двигателях, и 18 кВт за счет генератора бортовой газотурбинной установки) и напряжением 28,5 в. Система электроснабжения поддерживает напряжение постоянным при всех возможных колебаниях нагрузки на генераторы, при изменении скорости вращения генераторов в рабочем диапазоне и изменении температуры окружающей среды от —60 до +50° С.

На самолете Ан-24, как и на большинстве других самолетов, напряжение регулируется в нормируе-

мых пределах не на клеммах генератора, а в определенных местах электрической сети, куда подключают рабочую (управляющую) обмотку регулятора напряжения генератора. Поэтому система электроснабжения обеспечивает на клеммах потребителей напряжение 27 в при нормируемом колебании напряжения в точке подключения регулятора относительно 28,5 в и при дополнительной потере напряжения от этого места до клемм потребителей электроэнергии.

За номинальное рабочее напряжение сети постоянного тока принято 27 в. Такая величина выбрана для того, чтобы при максимальном понижении напряжения генератора (в основном за счет его загрузки), которое допускает регулятор, не происходило разряда аккумуляторных батарей.

Система постоянного тока выполнена на самолете однопроводной, вторым проводом от генератора до потребителя электроэнергии служит корпус самолета. Это позволяет уменьшить вес проводов электрической сети почти в два раза и настолько же упростить ее. В то же время однопроводная система требует повышенного качества монтажей, чтобы оголенные провода или токонесущие шины нигде не касались корпуса самолета.

Мощности одного из двух генераторов постоянного тока СТГ-18ТМ (установленных по одному на каждом двигателе) с избытком хватает для обеспечения электроэнергией всех потребителей, даже в наиболее тяжелых условиях полета. Это означает, что на самолете Ан-24 и при одномоторном полете нет ограничений на включение любого самолетного потребителя электроэнергии. Наличие третьего источника постоянного тока — генератора ГС-24А (на бортовой газотурбинной установке ТГ-16) обеспечивает, таким образом, трехкратное резервирование источников электроэнергии постоянного тока.

Бортовая газотурбинная установка ТГ-16 с генератором ГС-24А, размещенная в gondole правого двигателя, обеспечивает полную автономность самолета, освобождая от необходимости иметь для обслуживания самолета и запуска двигателей аэродромный источник электроэнергии. Это, в частности, позволяет производить обслуживание самолета на необорудованных аэродромах.

В переднем правом электроотсеке самолета уста-

навливаются две аккумуляторные батареи 12-САМ-28 или 12-АСАМ-23. Они обеспечивают многократные запуски и холодные прокрутки бортовой газотурбинной установки на земле, а также питание жизненно важных потребителей электроэнергии в полете при отказе генераторов постоянного тока.

Ввиду больших энергетических возможностей генераторов постоянного тока аккумуляторные батареи используются для питания жизненно важных потребителей практически лишь в случае принудительного выключения экипажем генераторов на сравнительно малое время.

Второй системой электроснабжения самолета является система однофазного переменного тока напряжением 115 в и частотой 400 гц.

Источниками электроэнергии однофазного переменного тока служат два синхронных генератора ГО16ПЧ8, установленные на двигателях, и преобразователь ПО-750 2-й серии, установленный в правом переднем электроотсеке самолета. Параллельная работа генераторов переменного тока не предусмотрена. Преобразователь ПО-750 2-й серии номинальной мощностью 750 в·а используют на земле для поочередной проверки потребителей электроэнергии однофазного переменного тока при неработающих двигателях, а в полете — для питания жизненно важных потребителей при двух выключенных генераторах.

Мощности одного генератора ГО16ПЧ8 достаточно для питания всех установленных на самолете потребителей электроэнергии однофазного переменного тока. Второй генератор является резервным; его включение при отказе рабочего генератора производится автоматически, но может быть произведено членами экипажа и вручную. Также автоматически или вручную включается и преобразователь ПО-750 2-й серии при выключении рабочего и резервного генераторов.

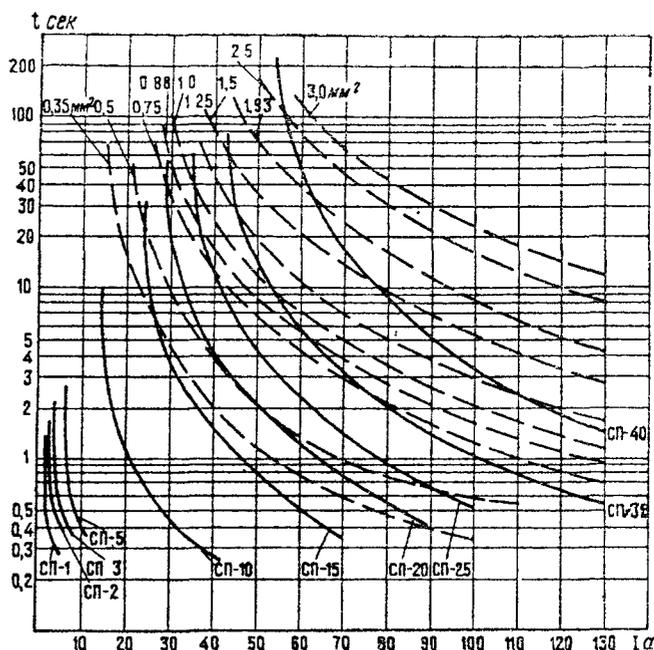
Для питания навигационного и другого оборудования, требующего переменного тока напряжением 36 в и частотой 400 гц, на самолете установлено два преобразователя ПТ-1000ЦС (один — основной, в правом переднем электроотсеке и второй — резервный, под полом между шпангоутами № 8—9) мощностью по 1000 в·а каждый. Кроме того, для питания авиационного левого летчика при неработающих преобразователях ПТ-1000ЦС или при повреждении электрической сети в правом переднем электроотсеке самолета установлен преобразователь ПТ-125Ц мощностью 125 в·а.

Как указывалось выше, электропитание самолета на стоянке и запуск двигателей могут производиться генератором ГС-24А бортовой газотурбинной установки, а также при помощи аэродромных энергетических установок, смонтированных на автомашинах (АПА-2М, АПА-2МП, АПА-35 и др.). Для подключения этих источников к самолету служат три штепсельных разъема аэродромного питания, размещенные на внутренней стороне хвостовой части гондолы правого двигателя: один разъем переменного тока ШРА-200ЛК и два разъема постоянного тока ШРАП-500К.

Для проверки работоспособности оборудования, установленного на самолете, достаточно подать электропитание на один из разъемов постоянного

тока (оба разъема используют только при запуске двигателей) и на разъем перемечного однофазного тока 115 в 400 гц

Для обеспечения надежности и живучести систем электрооборудования во всех фидерах установлена тепловая токовая защита (предохранители типа СП, ИП, ПВ. автоматы защиты типа АЗС и АЗР),



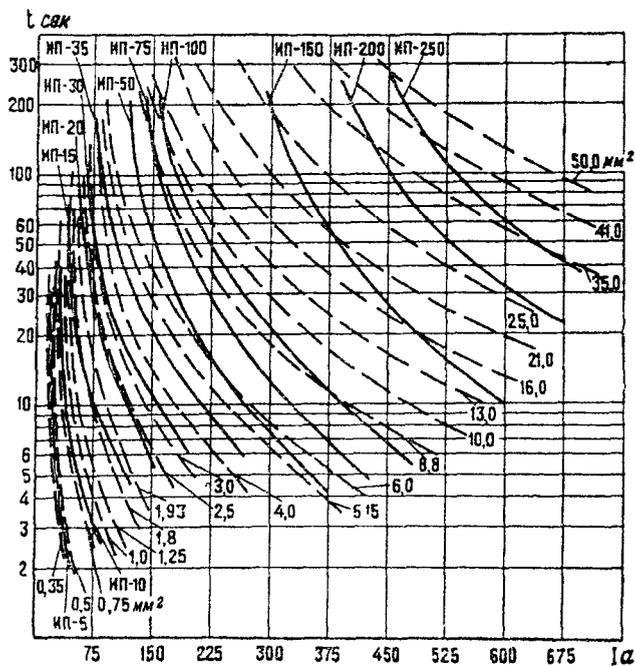
Фиг. 1. Ампер-секундные характеристики проводов БПВЛ и предохранителей СП (при температуре окружающей среды +20° С)

которая отключает соответствующий потребитель электроэнергии в случае короткого замыкания или опасной токовой перегрузки в электрической цепи этого потребителя. Такая защита обеспечивает безотказность и селективность срабатывания, быстрдействие и достаточную чувствительность во всех практически возможных аварийных режимах. Для того чтобы при коротком замыкании или токовой перегрузке в электрической сети защита срабатывала раньше, чем может произойти недопустимый перегрев проводов, эта защита согласовывается с сечением провода. Зависимости предельно допустимого времени протекания тока от его величины (ампер-секундные характеристики) для проводов БПВЛ, БПВЛА и для аппаратов электрической защиты типов СП, ИП, АЗС и АЗР при температуре окружающей среды +20° С показаны на фиг. 1—5.

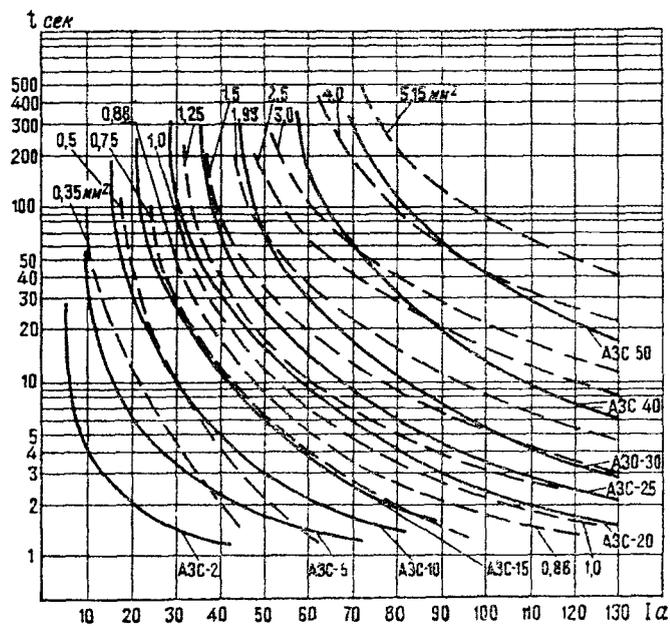
Следует иметь в виду, что в зависимости от внешних условий (температуры и высоты) ампер-секундные характеристики немного смещаются в обе стороны от значений, указанных на графиках, что необходимо учитывать при согласовании характеристик проводов и аппаратов защиты.

По данным, приведенным в табл. 1 и 2, выбирают тип защитной аппаратуры в зависимости от сечения защищаемых проводов БПВЛ и БПВЛА при температуре окружающей среды от -60 до +50° С.

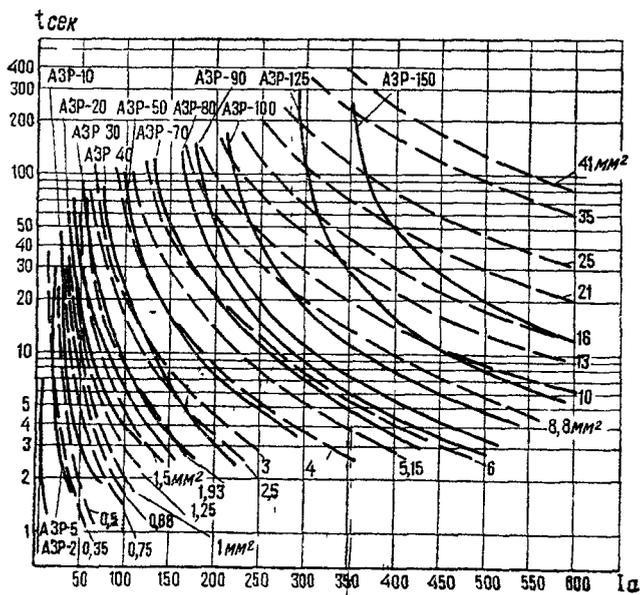
Размещение агрегатов электрооборудования на самолете обеспечивает:



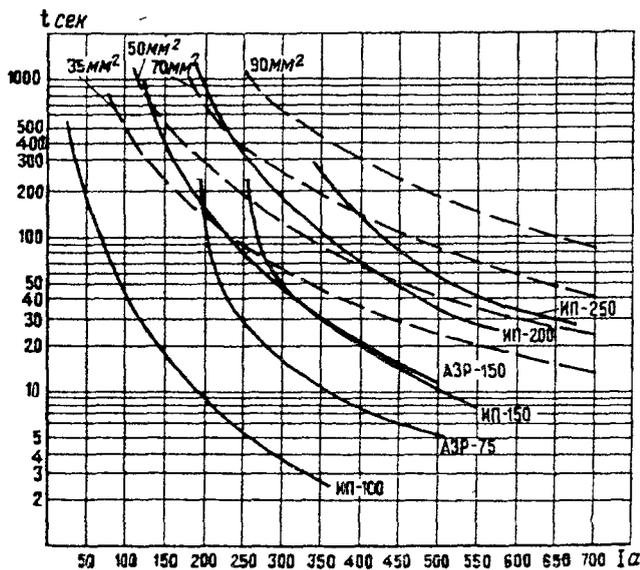
Фиг. 2. Ампер-секундные характеристики проводов БПВЛ и предохранителей ИП (при температуре окружающей среды +20° С)



Фиг. 3. Ампер-секундные характеристики проводов БПВЛ и автоматов АЗС (при температуре окружающей среды +20° С)



Фиг. 4. Ампер-секундные характеристики проводов БПВЛ и автоматов АЗР (при температуре окружающей среды +20° С)



Фиг. 5. Ампер-секундные характеристики проводов БПВЛА, автоматов защиты АЗР и предохранителей ИП (при температуре окружающей среды +20° С)

Таблица 1

| Сечение провода<br>мм <sup>2</sup> | АЗС |   |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|
|                                    | 2   | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 |
| 0,35                               | +   | + | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 0,5                                | +   | + | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 0,75                               | +   | + | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 0,88                               | +   | + | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 1,0                                | +   | + | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 1,25                               | +   | + | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 1,5                                | +   | + | +  | +  | +  | -  | -  | -  | -  |
| 1,93                               | +   | + | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -  |
| 2,5                                | +   | + | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -  |
| 3,0                                | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | -  | -  |
| 4,0                                | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | -  |
| 5,15                               | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 6,0                                | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 8,8                                | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 10                                 | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 13                                 | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 16                                 | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 21                                 | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 25                                 | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 35                                 | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 41                                 | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 50                                 | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 70                                 | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 95                                 | +   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |

| Сечение провода<br>мм <sup>2</sup> | АЗР |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |   |
|------------------------------------|-----|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|---|
|                                    | 2   | 3 | 4 | 5 | 6 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 125 | 150 |   |
| 0,35                               | +   | + | + | + | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 0,5                                | +   | + | + | + | + | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 0,75                               | +   | + | + | + | + | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 0,88                               | +   | + | + | + | + | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 1,0                                | +   | + | + | + | + | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 1,25                               | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 1,5                                | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 1,93                               | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 2,5                                | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 3,0                                | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 4,0                                | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 5,15                               | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -   | -   | -   | - |
| 6,0                                | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | -  | -   | -   | -   | - |
| 8,8                                | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | -   | -   | -   | - |
| 10                                 | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | -   | -   | - |
| 13                                 | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | -   | - |
| 16                                 | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | - |
| 21                                 | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | + |
| 25                                 | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | + |

Продолжение

| Сечение провода<br>мм <sup>2</sup> | АЗР |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |   |
|------------------------------------|-----|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|---|
|                                    | 2   | 3 | 4 | 5 | 6 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 125 | 150 |   |
| 35                                 | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | + |
| 41                                 | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | + |
| 50                                 | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | + |
| 70                                 | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | + |
| 95                                 | +   | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | + |

| Сечение провода<br>мм <sup>2</sup> | ИП |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
|                                    | 5  | 10 | 15 | 20 | 30 | 35 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| 0,35                               | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 0,5                                | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 0,75                               | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 0,88                               | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 1,0                                | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 1,25                               | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 1,5                                | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 1,93                               | +  | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 2,5                                | +  | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 3,0                                | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 4,0                                | +  | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 5,15                               | +  | +  | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 6,0                                | +  | +  | +  | +  | +  | +  | -  | -  | -   | -   | -   | -   |
| 8,8                                | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | -   | -   | -   | -   |
| 10                                 | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | -   | -   | -   |
| 13                                 | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | -   | -   |
| 16                                 | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | -   |
| 21                                 | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | +   |
| 25                                 | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | +   |
| 35                                 | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | +   |
| 41                                 | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | +   |
| 50                                 | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | +   |
| 70                                 | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | +   |
| 95                                 | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   | +   |

| Сечение провода<br>мм <sup>2</sup> | СП |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
|                                    | 1  | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 |
| 0,35                               | +  | + | + | + | +  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 0,5                                | +  | + | + | + | +  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 0,75                               | +  | + | + | + | +  | +  | -  | -  | -  | -  |
| 0,88                               | +  | + | + | + | +  | +  | +  | -  | -  | -  |
| 1,0                                | +  | + | + | + | +  | +  | +  | -  | -  | -  |
| 1,25                               | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | -  | -  |
| 1,5                                | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | -  |
| 1,93                               | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 2,5                                | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 3,0                                | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |

Продолжение

| Сечение провода<br>мм <sup>2</sup> | СП |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
|                                    | 1  | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 |
| 4,0                                | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 5,15                               | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 6,0                                | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 8,8                                | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 10                                 | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 13                                 | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 16                                 | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 21                                 | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 25                                 | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 35                                 | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 41                                 | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 50                                 | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 70                                 | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| 95                                 | +  | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  |

Условные обозначения:

„+“ — аппарат защищает провод,  
„-“ — аппарат не защищает провод.

— возможность работы агрегатов в соответствии с их целевым назначением;

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

— минимальную протяженность электрических проводов.

Размещение основных распределительных и коммутационных устройств на самолете приведено в табл. 3 и показано на фиг. 6, а внешний вид их изображен на фиг. 7—23.

Таблица 2

| Сечение провода<br>мм <sup>2</sup> | АЗР           |       | ИП            |       |       |       |
|------------------------------------|---------------|-------|---------------|-------|-------|-------|
|                                    | От 2 до 125 а | 150 а | От 5 до 100 а | 150 а | 200 а | 250 а |
| 35                                 | +             | -     | +             | +     | -     | -     |
| 50                                 | +             | +     | +             | +     | +     | -     |
| 70                                 | +             | +     | +             | +     | +     | +     |
| 95                                 | +             | +     | +             | +     | +     | +     |

\* Аппарат по возможности не применять.

Условные обозначения:

„+“ — аппарат защищает провод,  
„-“ — аппарат не защищает провод.

Таблица 3

| Наименование (тип) устройства                        | Место установки                      |
|--|--------------------------------------|
| Левое центральное распределительное устройство (ЦРУ) | На потолке между шпангоутами № 15—16 |
| Правое центральное распределительное устройство      | На потолке между шпангоутами № 14—15 |

Продолжение

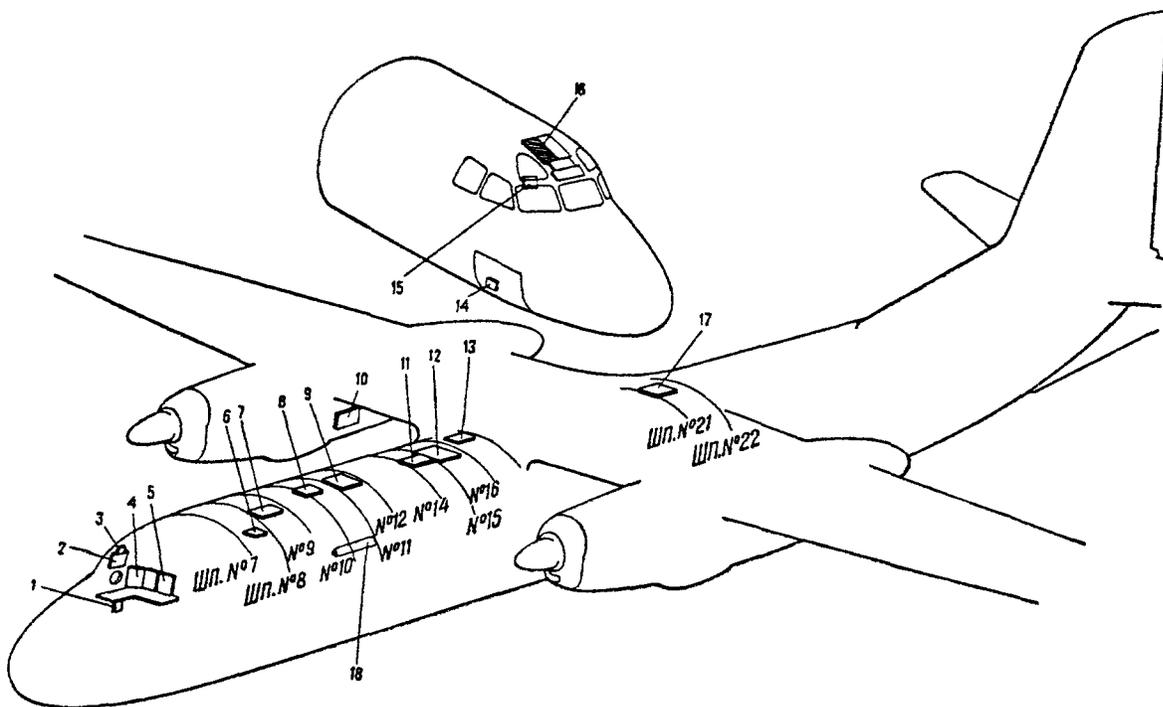
| Наименование (тип) устройства  | Место установки  |
|--|--|
| Распределительная коробка (РК) гондолы правого двигателя             | На левом борту внутри правой гондолы   |
| Распределительная коробка аккумуляторных батарей                     | В переднем правом электроотсеке  |
| Распределительная коробка кабины экипажа                             | На правом борту между шпангоутами № 5—6  |
| Распределительная коробка топливных насосов                          | На потолке между шпангоутами № 21—22   |
| Щит автоматов защиты сети  | На правом борту между шпангоутами № 5—6  |
| Распределительная коробка переменного тока 115 в                     | На потолке между шпангоутами № 11—12   |
| Распределительная коробка флюгирования                               | На потолке между шпангоутами № 10—11   |
| Распределительная коробка контакторов запуска двигателя              | В верхней части центра плана справа от плоскости симметрии, перед передним лонжероном  |
| Электрощиток бортопроводника   | На левом борту между шпангоутами № 9—11  |
| Релейная коробка   | На потолке между шпангоутами № 8—9   |
| Электрощиток энергетики  | На правой панели верхнего щитка летчиков (в варианте без радиста) или на станке шпангоута № 7 (в варианте с тремя и более членами экипажа) |
| Распределительная коробка приборов ДИМ                               | На правом борту в кабине экипажа, между шпангоутами № 5—6  |
| Панель переменного тока (или панель радиста)                         | На шпангоуте № 7 у правого борта   |
| Распределительная коробка вольтметров контроля работы системы ПРТ-24 | На фонаре кабины экипажа, над правым летчиком  |
| Распределительная коробка сигнализации вызова бортопроводника        | На потолке между шпангоутами № 7—8   |

## 2. МОНТАЖ ЭЛЕКТРОСЕТИ

Для бортовой электрической сети самолета применены в основном четыре типа проводов: БПВЛ\* (медный провод с изоляцией из винилового пластика в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, лакированный); БПВЛЭ\* (то же, но с экранирующей медной внешней оплеткой); БПВЛА (то же, но с алюминиевыми токоведущими жилами) и МГШВ (медный монтажный провод с шелковой и полихлорвиниловой изоляцией, гибкий). Провода МГШВ используются для внутриблочного фиксированного монтажа.

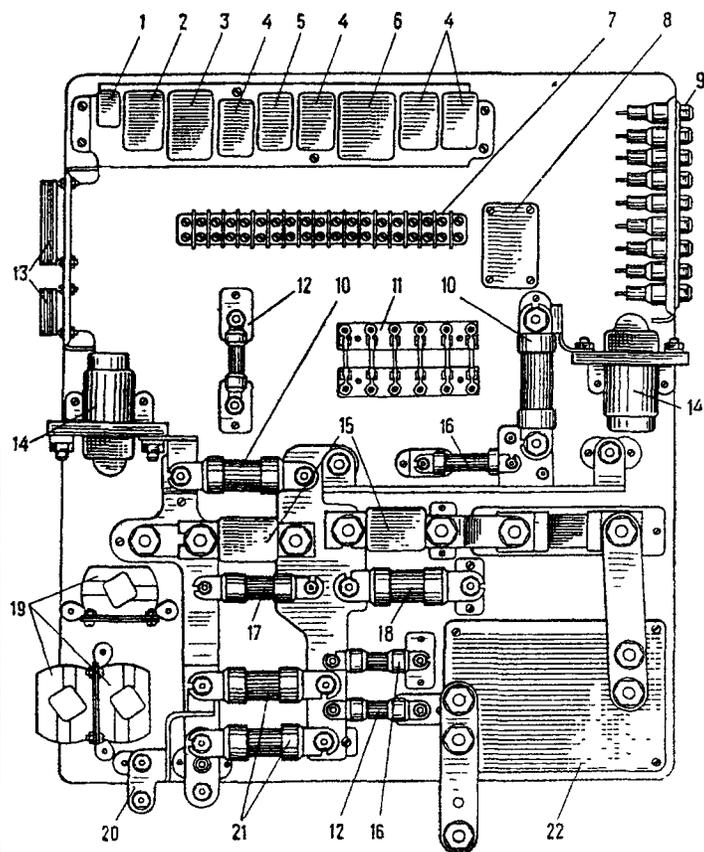
Применение алюминиевых проводов взамен медных дает экономию в весе примерно в два раза.

\* На самолете Ан-24 вместо проводов БПВЛ и БПВЛЭ могут использоваться провода марки БПВЛ-Т и БПВЛЭ-Т соответственно (Т — тропический), где хлопчатобумажная оплетка пропитана специальным антисептическим веществом. Электротехнические характеристики этих проводов идентичны.



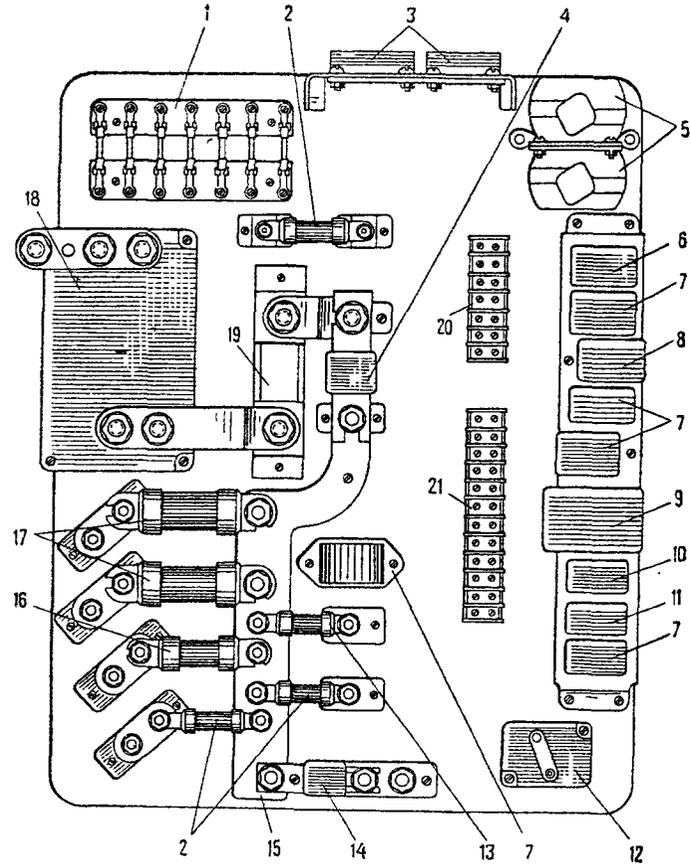
Фиг. 6. Размещение основных распределительных устройств:

1 — РК кабины экипажа; 2 — щит АЗС; 3 — РК приборов ДИМ; 4 — панель переменного тока; 5 — электрощиток энергетики в варианте с бортовым радиостанцией; 6 — РК сигнализации вызова бортопроводника; 7 — релейная коробка; 8 — РК флюгирования; 9 — РК переменного тока 115 в; 10 — РК гондолы правого двигателя; 11, 12 — правое и левое ЦРУ; 13 — РК контакторов запуска; 14 — РК аккумуляторных батарей; 15 — РК вольтметров системы ПРТ; 16 — электрощиток энергетики в варианте без бортовой радиостанции; 17 — РК топливных насосов; 18 — электрощиток бортопроводника



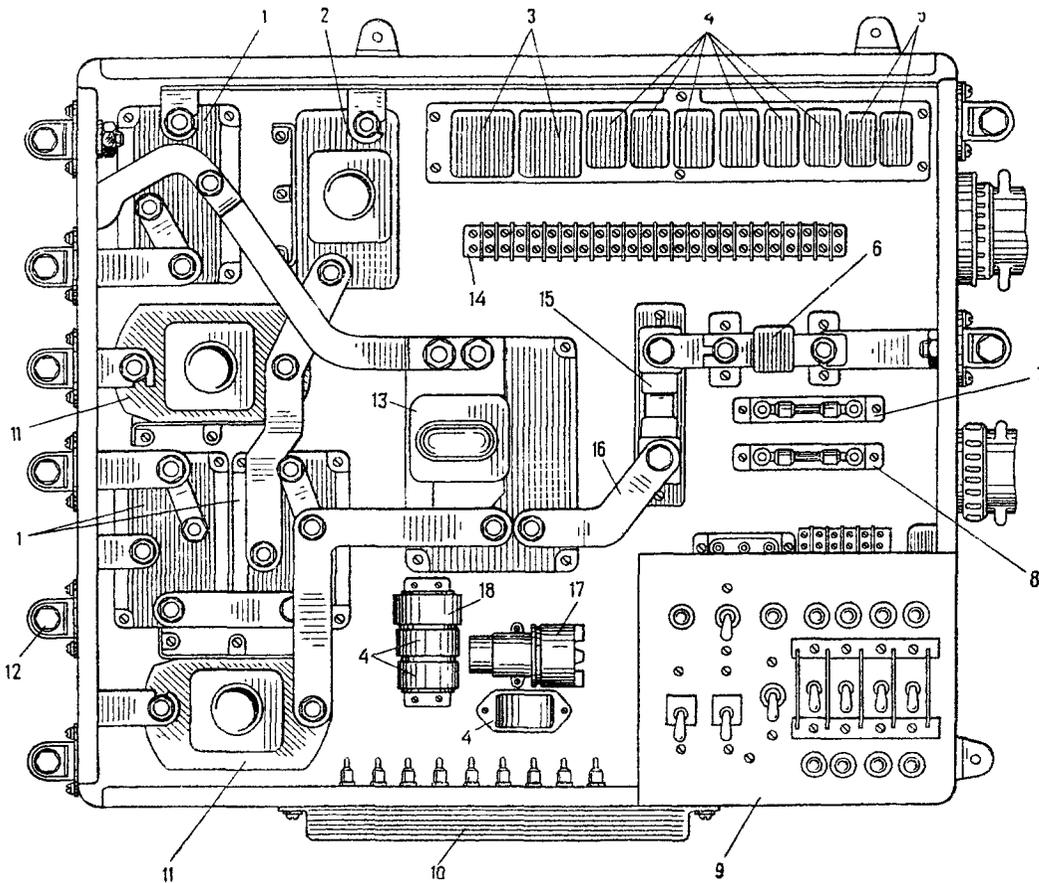
Фиг. 7. Центральное распределительное устройство (левое):

1, 2, 3, 4, 5, 6 — реле ТКЕ21ПДТ, ТКЕ53ПД 2-й серии, ТВЕ101В, ТКЕ52ПД 2-й серии, ТКЕ52ПК 2-й серии, ТКЕ56ПК 2-й серии; 7 — клеммная колодка АН86-10; 8, 14, 19 — контакторы ТКД511А, КМ-200ДВ, КМ-50ДВ; 9 — держатели предохранителей; 10, 12, 15, 16, 17, 18, 21 — предохранители ИП-150, ИП-30, ТП-600, ИП-20, ИП-50, ИП-75, ИП-200, 11 — колодка с плавкими предохранителями, 13 — колодки штепсельных разъемов; 20 — шина; 22 — реле ДМР-600Т 2-й серии



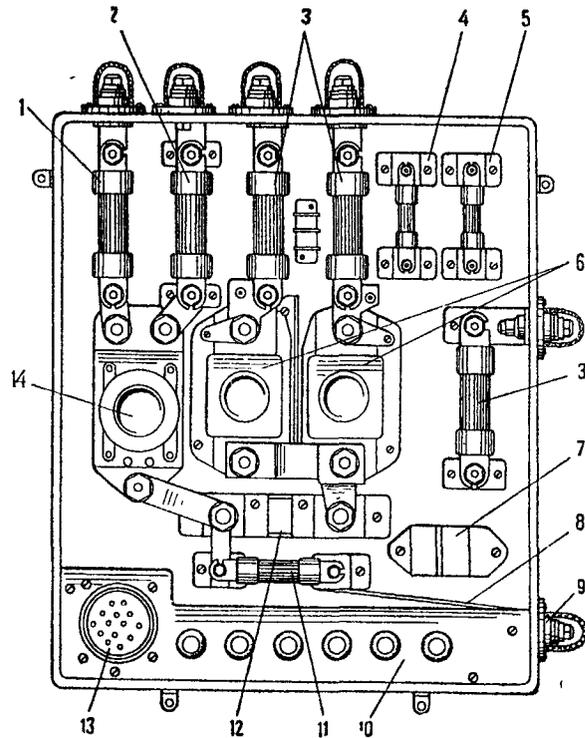
**Фиг. 8. Центральное распределительное устройство (правое):**

1 — колодка с плавкими предохранителями; 2, 4, 13, 14, 16, 17 — предохранители ИП-30, ТП-600, ИП-15, ТП-400, ИП-75, ИП-200; 3 — колодки штепсельных разъемов; 5, 12 — контакторы КМ-50ДВ, ТКД511А; 6—11 — реле ТКЕ53ПД 2-й серии, ТКЕ52ПД 2-й серии, ТКЕ52ПК 2-й серии, ТВЕ101В, ТКЕ56ПД 2-й серии, ТКЕ21ПДТ; 15 — шина; 18 — реле ДМР-600Т 2-й серии; 19 — шунт ШЗ; 20, 21 — клеммные колодки АН86-5, АН86-10



**Фиг. 9. ПК гондолы правого двигателя:**

1, 2, 11, 17 — контакторы ТКС611А, КМ-600В, КМ-600ДВ, КП-50ДВ; 3, 4, 5, 18 — реле ТКЕ56ПД 2-й серии, ТКЕ52ПД 2-й серии, ТДЕ210, СПЕ22ПД; 6, 7, 8 — предохранители ТП-600, ИП-30, ИП-20; 9 — щиток централизованной заправки; 10 — крышка панели с предохранителями, 12 — гермоввод; 13 — реле ДМР-600Т 2-й серии; 14 — клеммная колодка АН86-10; 15 — шунт ШЗ; 16 — шина

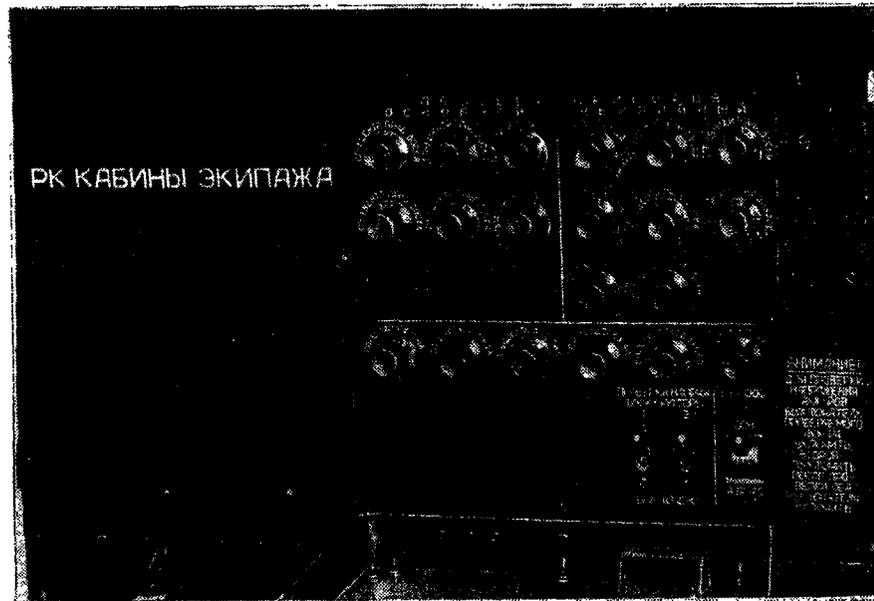


Фиг. 10. РК аккумуляторов:

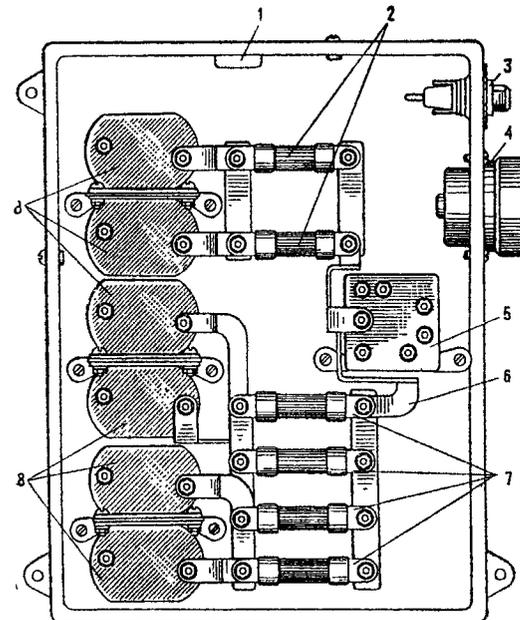
1—5, 11 — предохранители ИП-250, ИП-100, ИП-200, ИП-15, ИП-10, ИП-75; 6, 14 — контакторы КМ-400ДВ, КП-400Д 2-й серии; 7 — реле ТДЕ210; 8 — шина; 9 — гермоввод; 10 — панель с гнездами для предохранителей; 12 — шунт Ш2; 13 — штепсельный разъем

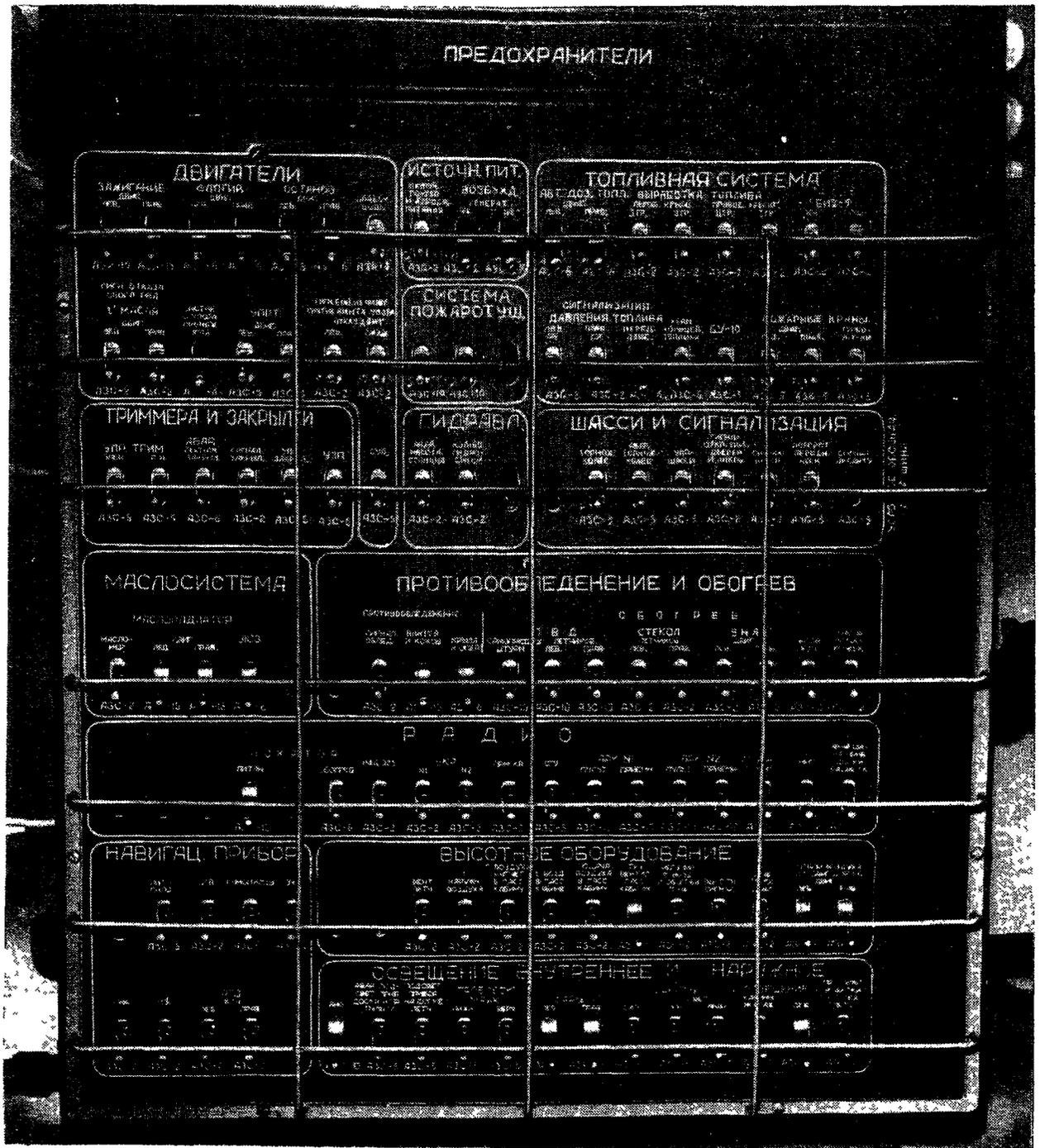
Фиг. 12. РК топливных насосов:

1 — клеммная панель АН86-4; 2, 7 — предохранители ИП-15, ИП-20; 3 — держатель с предохранителем СП-1; 4 — штепсельный разъем; 5, 8 — контакторы КП-50ДВ, КМ-50ДВ; 6 — шина

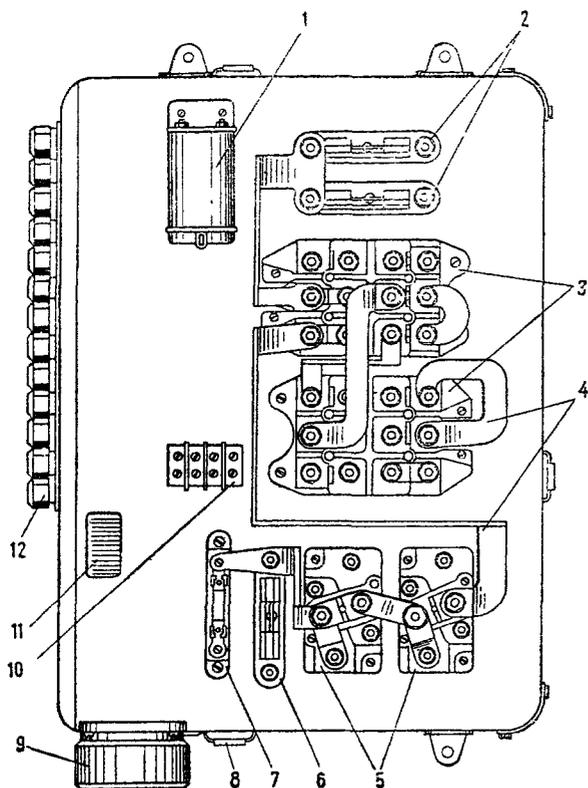


Фиг. 11. РК кабины экипажа



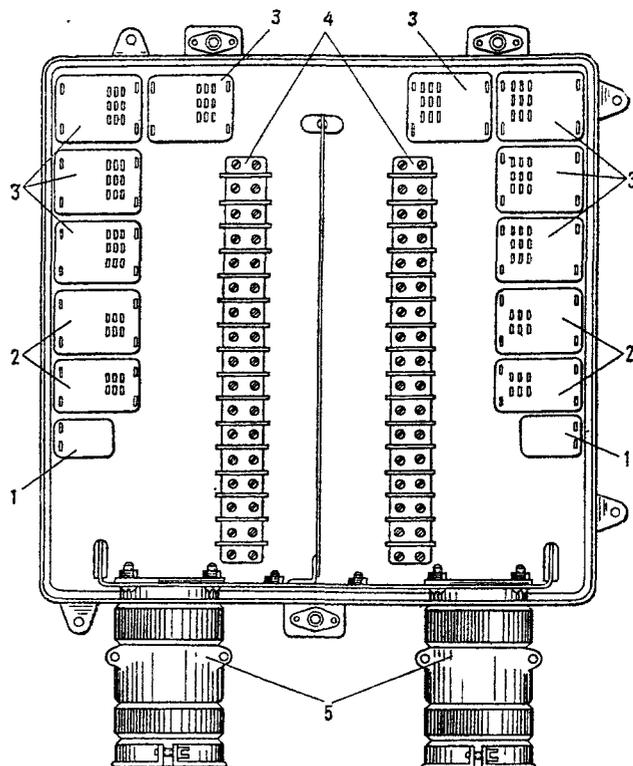


Фиг. 13. Щит АЗС



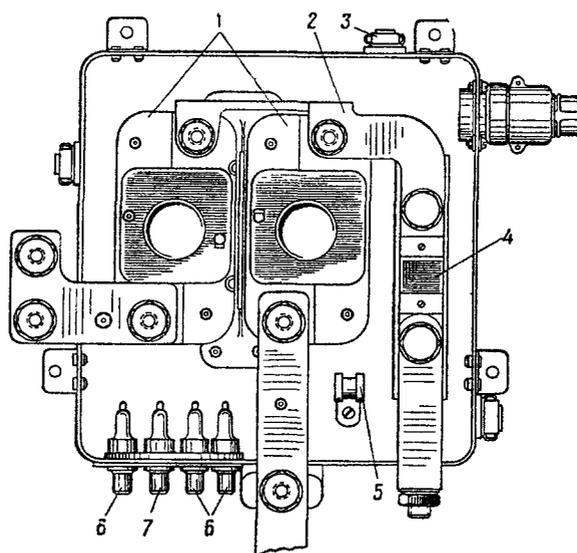
Фиг. 14. ПК переменного тока 115 в:

1, 3, 5 — контакторы ТКД103ДА, ТКС133ДТ, ТКС111ДТ; 2, 6 — плавкие вставки ПВ-80АС, ПВ-100АС; 4 — шины; 7 — предохранитель СП-20; 8 — ушко замка верхней крышки; 9 — штепсельный разъем; 10 — клеммная колодка АН86-2; 11 — реле ТКЕ21ПДТ; 12 — панель с предохранителями



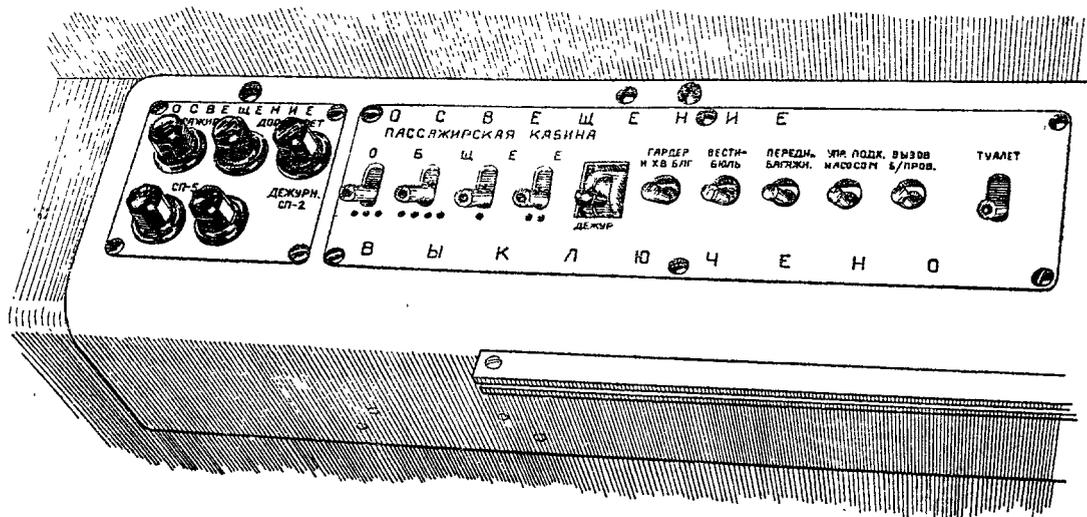
Фиг. 15. ПК флюгирования:

1, 2, 3 — реле ТКЕ21ПДТ, ТКЕ52ПД 2-й серии, ТКЕ53ПД 2-й серии; 4 — клеммные панели; 5 — вставки штепсельных разъемов

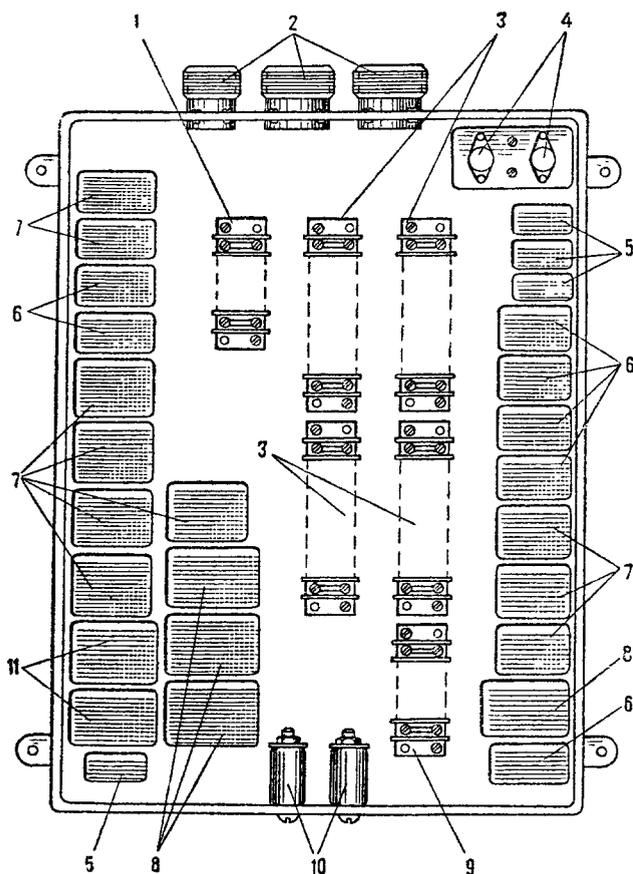


Фиг. 16. Распределительная коробка контакторов запуска:

1 — контакторы КМ-600, 2 — шина; 3 — замок крепления крышки; 4 — шунт ШЗ; 5 — хомут; 6 — предохранители СП-5; 7 — предохранитель СП-15

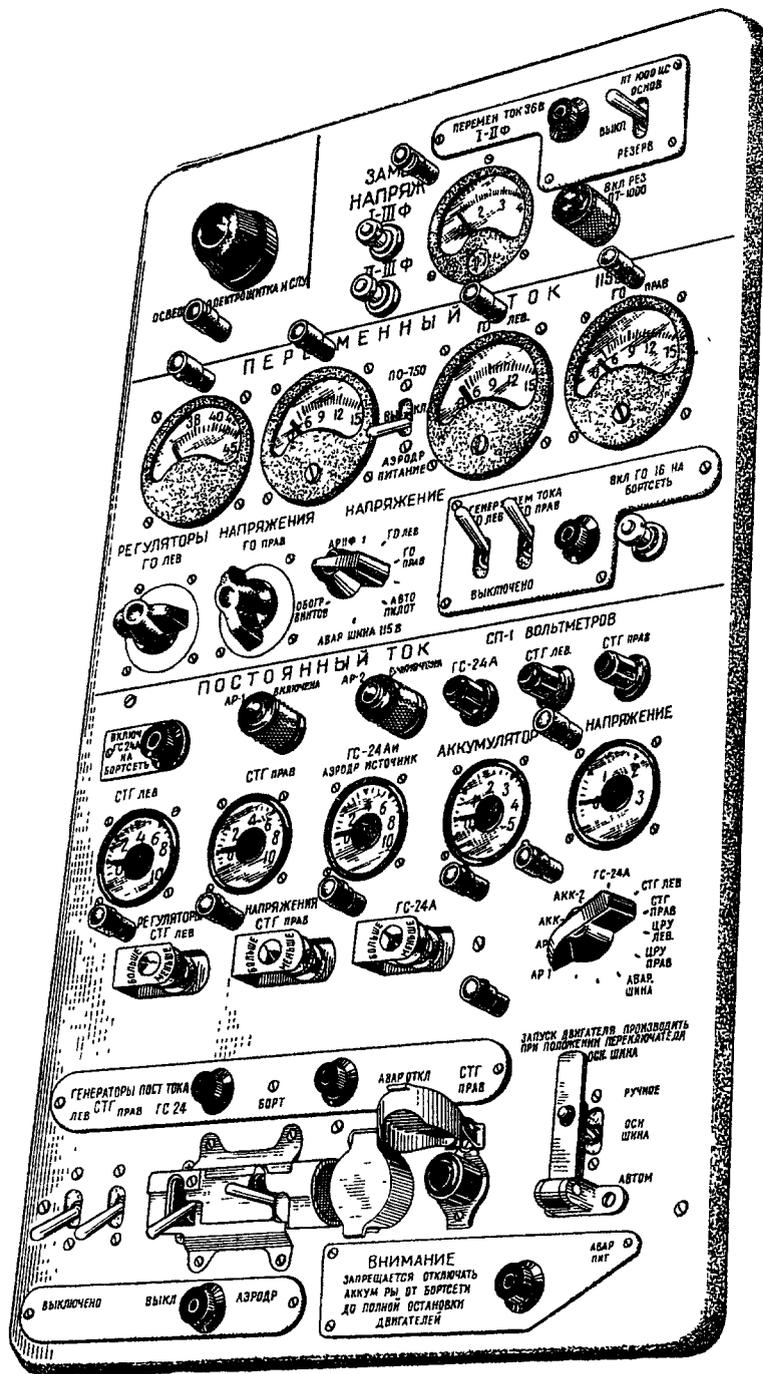


Фиг. 17. Электрощиток бортпроводника

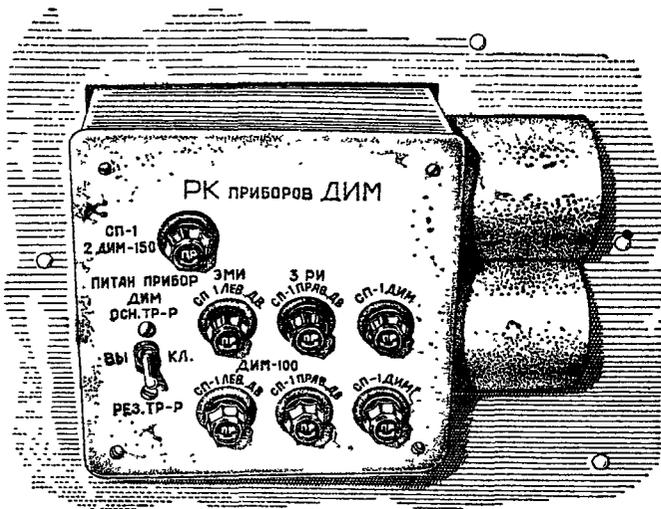


Фиг. 18. Релейная коробка:

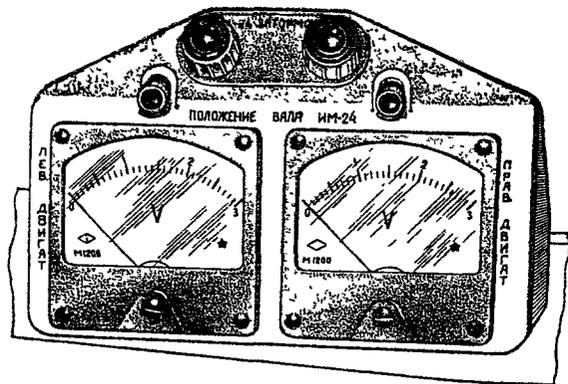
1, 3, 9 — клеммные колодки АН86-6; АН86-10, АН86-5,  
2 — колодки штепсельных разъемов; 4 — конденсаторы  
КЭ16-30-50 ом; 5, 6, 7, 8 — реле ТКЕ21ПДТ,  
ТКЕ52ПД 2-й серии, ТКЕ53ПД 2-й серии, ТКЕ56ПД 2-й  
серии; 10 — сопротивления ПЭВ-10-150-1; 11 — контакт  
торы ТКД103ДА



Фиг. 19. Электрощиток энергетики постоянного и переменного тока



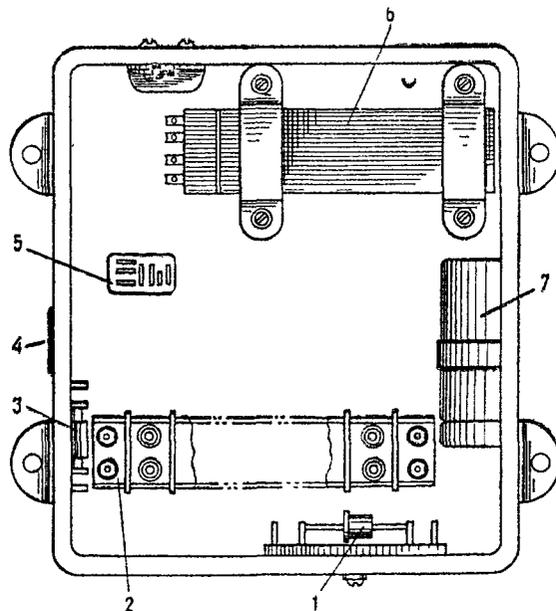
Фиг. 20. Распределительная коробка приборов ДИМ



Фиг. 22. РК вольтметров контроля работы системы ПРТ-24



Фиг. 21. Панель переменного тока



Фиг. 23. РК сигнализации вызова бортпроводника:  
1 — диод Д7Г, 2 — клеммная панель АН86-10; 3 — сопротивление МЛТ-1 43, 4 — пистон 4904А-14-6Т, 5, 6 — реле ТКЕ21ПДТ, РП7РС4521008, 7 — конденсатор КЭ-1А-300-20М

Кроме того, алюминиевые провода дешевле медных. Основные данные проводов приведены в табл. 4.

В связи с тем что необходимой механической прочностью обладают алюминиевые провода только больших сечений, их выпускают сечением 35, 50, 70 и 95 мм<sup>2</sup> и применяют главным образом для силовых энергетических линий.

Таблица 4

Основные данные проводов

| Номинальное сечение мм <sup>2</sup> | Сопротивление постоянному току (при +20° С, не более) Ом/км |       |      | Номинальный диаметр мм |       |       |      | Расчетная масса провода длиной 1 км кг |       |       |      |
|-------------------------------------|---|-------|------|------------------------|-------|-------|------|--|-------|-------|------|
|                                     | БПВЛ  | БПВЛЭ | МГШВ | БПВЛ                   | БПВЛЭ | БПВЛА | МГШВ | БПВЛ                                   | БПВЛЭ | БПВЛА | МГШВ |
| 0,12                                | —   | —     | 147  | —                      | —     | —     | 1,3  | —                                      | —     | —     | 2,5  |
| 0,35                                | 58  | —     | 57   | 2,3                    | 2,9   | —     | 1,9  | 7,5                                    | 20    | —     | 6,2  |
| 0,5                                 | 41,3  | —     | 40   | 2,5                    | 3,1   | —     | 2,2  | 10                                     | 23    | —     | 8,0  |
| 0,75                                | 26,8  | —     | 30   | 2,7                    | 3,3   | —     | 2,5  | 13                                     | 29    | —     | 11,5 |
| 0,88                                | 22,8  | —     | —    | 2,8                    | 3,4   | —     | —    | 15                                     | 32    | —     | —    |
| 1,0                                 | 20,5  | —     | —    | 3,0                    | 3,6   | —     | —    | 16,5                                   | 33    | —     | —    |
| 1,25                                | 16,3  | —     | —    | 3,1                    | 3,9   | —     | —    | 20                                     | 50    | —     | —    |
| 1,5                                 | 13,3  | —     | 13   | 3,4                    | 4,2   | —     | 3,0  | 23                                     | 61    | —     | 20   |
| 1,93                                | 10,42   | —     | —    | 3,6                    | 4,4   | —     | —    | 30                                     | 62    | —     | —    |
| 2,5                                 | 8,0   | —     | —    | 3,9                    | 4,7   | —     | —    | 35                                     | 68    | —     | —    |
| 3,0                                 | 6,58  | —     | —    | 4,1                    | 4,9   | —     | —    | 42                                     | 77    | —     | —    |
| 4,0                                 | 5,0   | —     | —    | 4,7                    | 5,5   | —     | —    | 50                                     | 86    | —     | —    |
| 5,15                                | 3,58  | —     | —    | 5,1                    | 5,9   | —     | —    | 70                                     | 110   | —     | —    |
| 6,0                                 | 3,3   | —     | —    | 5,4                    | 6,2   | —     | —    | 72                                     | 114   | —     | —    |
| 8,8                                 | 2,4   | —     | —    | 6,2                    | 7,0   | —     | —    | 112                                    | 158   | —     | —    |
| 10                                  | 2,0   | —     | —    | 6,9                    | 8,1   | —     | —    | 126                                    | 196   | —     | —    |
| 13                                  | 1,5   | —     | —    | 7,5                    | 8,7   | —     | —    | 165                                    | 237   | —     | —    |
| 16                                  | 1,2   | —     | —    | 8,0                    | 9,2   | —     | —    | 178                                    | 261   | —     | —    |
| 21                                  | 0,96  | —     | —    | 8,9                    | 10,1  | —     | —    | 250                                    | 335   | —     | —    |
| 25                                  | 0,8   | —     | —    | 9,6                    | 10,7  | —     | —    | 270                                    | 360   | —     | —    |
| 35                                  | 0,57  | 0,88  | —    | 11,1                   | 12,3  | 9,7   | —    | 370                                    | 477   | 131   | —    |
| 41                                  | 0,49  | —     | —    | 12,0                   | 13,2  | —     | —    | 470                                    | 597   | —     | —    |
| 50                                  | 0,40  | 0,62  | —    | 13,0                   | 14,2  | 11,2  | —    | 515                                    | 634   | 179   | —    |
| 70                                  | 0,29  | 0,44  | —    | 14,5                   | 15,7  | 12,9  | —    | 690                                    | 815   | 244   | —    |
| 95                                  | 0,20  | 0,32  | —    | 17,0                   | 18,2  | 14,9  | —    | 952                                    | 1100  | 328   | —    |

При замене медных проводов алюминиевыми их сечения  $S$  выбраны, исходя из следующих соотношений:

— при необходимости сохранения одинакового нагрева проводов (в основном на малых участках сети, когда потерей напряжения можно пренебречь)

$$S_{\text{алюм}} = 1,55 S_{\text{медн.}}$$

— при необходимости сохранения одинаковой потери напряжения

$$S_{\text{алюм}} = 1,65 S_{\text{медн.}}$$

На фиг. 24 показаны основные трассы электропроводки на самолете.

В носовой части фюзеляжа трассы электрожгутов проходят по правому борту и подходят к технологическому разъему, установленному на шпангоуте № 7. Этот разъем представляет собой набор клеммных колодок и предназначен для разделения жгутов кабины экипажа и пассажирского салона. Жгуты пассажирского салона подстыкованы к кабинным через нижнее отверстие в шпангоуте № 7. За потолком жгуты проложены до шпангоута № 40, на котором установлены герметичные разъемы, обеспечивающие переход жгутов в негерметичную часть фюзеляжа.

Жгуты, предназначенные для подключения энергошита, из короба на шпангоуте № 7 возвращаются в носовую часть фюзеляжа через верхнее отверстие в шпангоуте № 7.

В верхней части фюзеляжа между шпангоутами № 16 и 21 расположен технологический разъем жгутов, представляющий собой набор клеммных колодок. Этот разъем предназначен для стыковки фюзеляжных жгутов со жгутами, выходящими через специальные гермовводы и идущими в гондолы двигателей и крыло. По крылу основные трассы электрожгутов проходят вдоль переднего и заднего лонжеронов.

Для удобства монтажа и демонтажа отдельные электропровода собраны в жгуты и скреплены нитками. Шаг непрерывной вязки жгутов выбран в зависимости от их диаметров и составляет при указанных диаметрах жгутов следующие величины:

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| до 10 мм . . . . .       | 15—25 мм |
| от 10 до 20 мм . . . . . | 25—35 мм |
| от 20 до 30 мм . . . . . | 35—45 мм |
| более 30 мм . . . . .    | 45—60 мм |

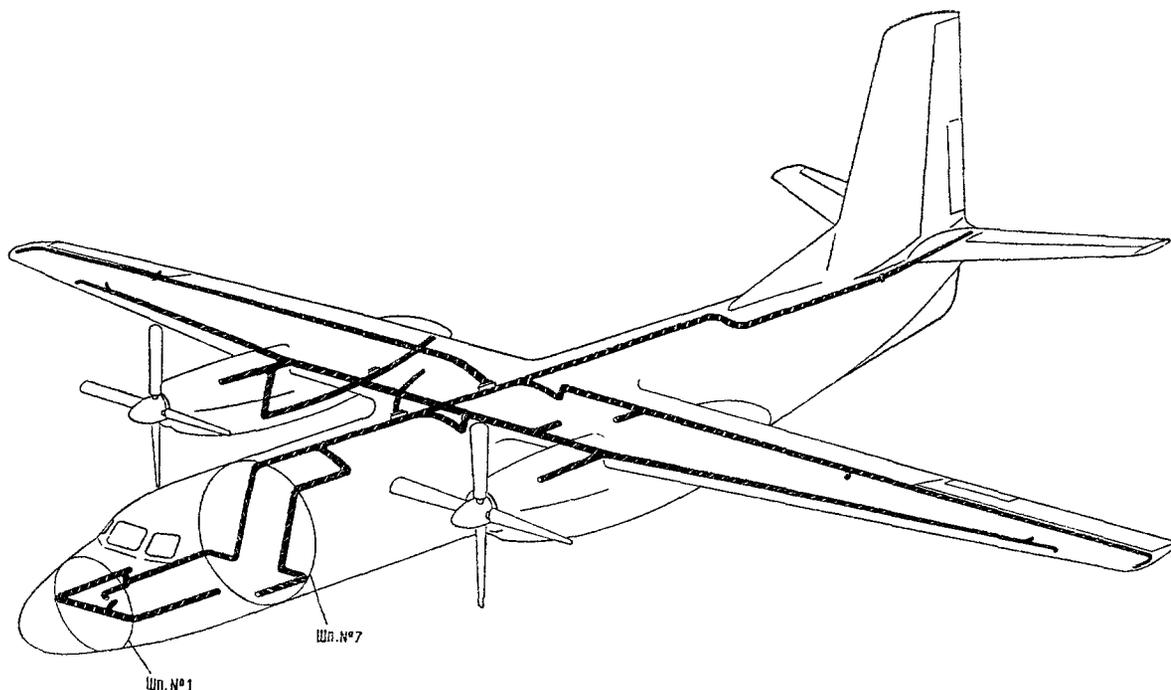
Чтобы исключить перетираание неэкранированных проводов плетеной экранированных проводов, их вязку, как правило, производят отдельно. В случае совместной прокладки неэкранированных и экранированных жгутов последние обшивают защитным материалом, затягивают в хлорвиниловую трубку или обматывают лентой ПХЛ.

Концы проводов заделывают в штепсельные разъемы или медные луженые наконечники. Пайку проводов производят припоем ПОС 40 или оловом О2 со спирто-канифольным флюсом. Опрессовку проводов в наконечники, с помощью которых провода подсоединяют к болтовым клеммам, осуществляют с помощью специальных пассатижей.

Переходные сопротивления заделки проводов БПВЛ и БПВЛА в наконечники должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 5.

В отличие от проводов БПВЛ на бирке с маркировкой проводов БПВЛА имеется отличительный красный пояс.

На фиг. 25 показана заделка проводов в наконечники. Обжим изоляции проводов малых сечений и пайка способствуют повышению механической прочности заделки. Изоляцию с проводов для их заделки в наконечники снимают электротермическими ножами во избежание надразов жил проводов.



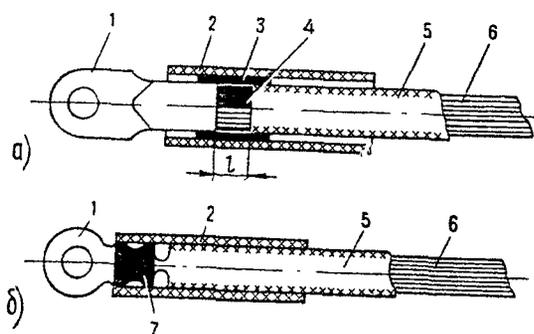
Фиг. 24. Основные трассы электропроводки

Таблица 5

| Сечение провода<br>мм <sup>2</sup> | Переходное сопротивление<br>мком |       |
|------------------------------------|----------------------------------|-------|
|                                    | БПВЛ                             | БПВЛА |
| 0,35                               | 600                              | —     |
| 0,5                                | 350                              | —     |
| 0,75                               | 275                              | —     |
| 0,88                               | 225                              | —     |
| 1,00                               | 170                              | —     |
| 1,25                               | 150                              | —     |
| 1,5                                | 150                              | —     |
| 1,93                               | 100                              | —     |
| 2,50                               | 75                               | —     |
| 3,0                                | 55                               | —     |
| 4,0                                | 40                               | —     |
| 5,5                                | 30                               | —     |
| 6,0                                | 25                               | —     |
| 8,8                                | 16                               | —     |
| 10,0                               | 13                               | —     |
| 13,0                               | 13                               | —     |
| 16,0                               | 10                               | —     |
| 21,0                               | 10                               | —     |
| 25,0                               | 9                                | —     |
| 35,0                               | 6                                | 20    |
| 41,0                               | 4                                | —     |
| 50,0                               | 4                                | 15    |
| 70,0                               | 3                                | 12    |
| 95,0                               | 2                                | 10    |

Жгуты крепят к элементам конструкции самолета скобами, стандартными хомутами и ремнями. Расстояние между скобами и хомутами, закрепляющими жгуты, устанавливают в зависимости от их диаметра:

до 10 мм . . . . . не более 200 мм  
от 10 до 30 мм . . . . . не более 250 мм  
свыше 30 мм . . . . . не более 550 мм

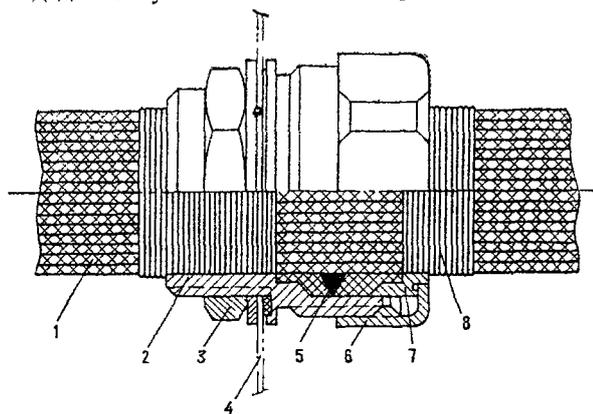


Фиг. 25. Заделка проводов в наконечники:

а — для проводов сечением более 6 мм<sup>2</sup> ( $l=8-10$  мм для алюминиевых и 2 мм — для медных проводов); б — для проводов малого сечения; 1 — наконечник; 2 — трубка-бирка из полихлорвинилового пластика; 3 — изоляционная лента; 4 — герметик; 5 — хлопчатобумажная изоляция; 6 — жила провода; 7 — место пайки и обжима

Для предохранения жгутов от механических повреждений в местах их прохода через перегородки устанавливаются специальные защитные втулки из изоляционного материала. В том месте, где нельзя установить втулку, жгут защищается трубкой или лентой из полихлорвинилового пластика.

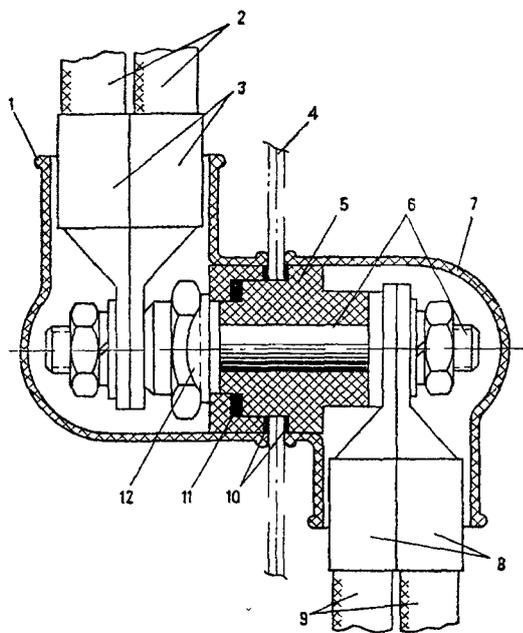
В местах прохода жгутов и силовых проводов через гермоперегородки устанавливают специальные гермопроходы. На фиг. 26, 27 показаны гермопроход для жгутов и болтовой гермопроход для си-



Фиг. 26. Гермоввод жгута:

1 — жгут; 2 — муфта; 3 — гайка; 4 — гермоперегородка; 5 — герметик; 6 — контргайка; 7 — ниппель; 8 — нитки «Маккей»

ловых проводов. В местах перехода через острые ребра конструкции жгуты и провода защищены лентой из полихлорвинилового пластика, а острые ребра оклеены войлоком.



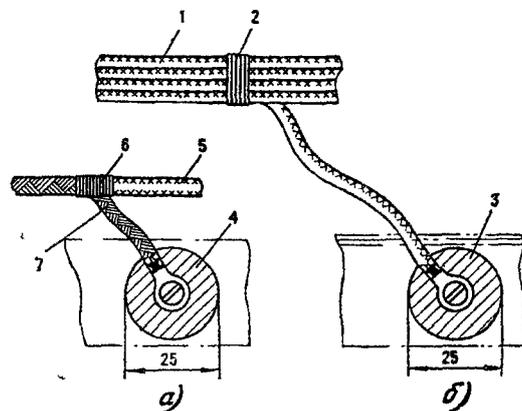
Фиг. 27. Болтовой герморазъем силовых проводов:

1, 7 — резиновые колпачки; 2, 9 — силовые провода; 3, 8 — наконечники; 4 — гермоперегородка; 5, 11 — вкладыш и шайба гермоввода; 6 — шпилька гермоввода; 10 — титоловые шайбы; 12 — контрольная шайба

В связи с тем что обратным проводом однопроводной сети является корпус самолета, переходные сопротивления между элементами конструкции должны быть малы. Это достигается за счет высокого качества клепки и тщательной зачистки всех

стыковых поверхностей агрегатов и элементов от грязи, масла, покрытий. Допускаемые величины переходных сопротивлений между подвижными частями самолета до 2000 мком, между неподвижными — до 600 мком. При подсоединении проводов к корпусу самолета переходное сопротивление при сечении до 10 мм<sup>2</sup> должно быть до 1000 мком, а свыше 10 мм<sup>2</sup> — до 500 мком.

На фиг. 28 показано типовое подсоединение провода к корпусу самолета.



Фиг. 28. Типовое подсоединение провода к корпусу:

а — экранированный; б — неэкранированный; 1 — жгут; 2, 6 — нитки «Маккей»; 3, 4 — места покрытия краской; 5 — провод; 7 — пленка

С целью облегчения монтажа и эксплуатации электрооборудования провода и жгуты электрической сети имеют буквенно-цифровую маркировку, которая позволяет определить как назначение, так и место каждого провода в электросхеме.

Буквенная часть маркировки состоит, как правило, из двух букв. Первая буква указывает наименование группы и берется обычно в соответствии с его начальной буквой, вторая — соответствует начальной букве наименования фидера, в котором применен провод. Например, «ЭГ»: «Э» — энергетика, «Г» — генераторы; «ЭА»: «Э» — энергетика, «А» — аккумуляторные батареи.

В табл. 6 приведены буквенные части принятых на самолете маркировок проводов по группам. Буквенная часть маркировки сохраняется неизменной для всех проводов данной группы.

Цифры означают номера участков проводов; их присваивают произвольно в порядке возрастания номеров в соответствии с электросхемами.

Цифровая маркировка для проводов, входящих в агрегат (в том числе и в коммутационную аппаратуру) и выходящих из него, разная. На участке от одного агрегата до другого цифровая часть маркировки сохраняется неизменной, независимо от того, что на пути провода могут быть клеммные или штепсельные разъемы, т. е. провод может иметь один и более разрывов.

Минусовым проводам присваивают только буквенные обозначения в соответствии с группой и фидером, где используется данный провод. Его сечение выбирают равным сечению соответствующего

Таблица 6

## Буквенная маркировка проводов

| Наименование группы          | Наименование подгруппы                 | Наименование фидера  | Маркировка проводов   |                             |                       |                    |                  |      |
|------------------------------|--|--|---|-----------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|------|
| Электроэнергетика            | Постоянный ток                         | Генератор  | ЭГ  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  | Аккумуляторная батарея, аэродромный разъем   | ЭА  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              | Переменный ток                         | Вольтметр, амперметр   | ПЭ  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  | Генератор  | ГП  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  | Аэродромный разъем   | ЭП  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  | Преобразователь  |   |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  | Вольтметр, амперметр   | ПЭ  |                             |                       |                    |                  |      |
| Силовая установка            | Запуск                                 | Силовые цепи   | ЭГ  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  | Управление   | УЗ  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  | Зажигание  | ЗЖ  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              | Топливная система                      | Насосы (силовые цепи)  | Управление, автомат дозирования топлива, пожарные краны, кран кольцевания | МБ                          |                       |                    |                  |      |
|                              |  |  | Сигнализация  | УБ                          |                       |                    |                  |      |
|                              |  |  |   | СБ                          |                       |                    |                  |      |
|                              | Впрыск воды                            | Впрыск воды  | ВД  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              | Приборы                                | Топливная система, УПРТ  | Маслосистема  | Измерение крутящего момента | Измерение температуры | Измерение оборотов | Прочие измерения | } ПМ |
| ПБ                           |  |  |   |                             |                       |                    |                  |      |
| ПТ                           |  |  |   |                             |                       |                    |                  |      |
| ПО                           |  |  |   |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  |  |   |                             |                       |                    | ПД               |      |
| Воздушный вент               | Флюгирование                           | УВ   |   |                             |                       |                    |                  |      |
| Маслосистема                 | АРТМ                                   | УР   |   |                             |                       |                    |                  |      |
| Противопожарное оборудование | Тушение пожара                         | УП   |   |                             |                       |                    |                  |      |
| Тепловые системы             | Противообледенители                    | Входной направляющий аппарат, крыло, оперение, воздушные винты, сигнализация       | ТА  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  |  |   |                             |                       |                    |                  |      |
| Воздушные системы            | Обогрев                                | Приемник давления  | ТП  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  |  | ТС  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  | Часы   | ТЧ  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              | Кондиционирование воздуха, надув кабин | Регулирование температуры в кабинах, отбор воздуха от двигателей, турбохолодильник | ТК  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  |  | ХЛ  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  | Вентилятор   | АТ  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  | Сброс давления   | ПТ  |                             |                       |                    |                  |      |
|                              |  | Замер температуры  |   |                             |                       |                    |                  |      |

Продолжение

| Наименование группы         | Наименование подгруппы     | Наименование фидера                                | Маркировка проводов                  |     |
|-----------------------------|----------------------------|--|--------------------------------------|-----|
| Управление                  | Шасси                      | Управление   | УШ                                   |     |
|                             |                            | Сигнализация                                       | СШ                                   |     |
|                             | Закрывки                   | Управление   | УЩ                                   |     |
|                             |                            | Сигнализация                                       | СЩ                                   |     |
|                             |                            | Указатель  | ПЩ                                   |     |
|                             | Триммеры                   | Управление   | УТ                                   |     |
|                             |                            | Сигнализация                                       | СТ                                   |     |
| Оборудование                | Гидросистема               | Водоснабжение                                      | Управление                           | УГ  |
|                             |                            |  | Приборы                              | ПГ  |
|                             | Радиооборудование          | Локатор  | Прочее                               | ПЛ  |
|                             |                            |  |                                      | Пр  |
|                             | Навигационное оборудование | Автопилот, ЦГВ                                     | Компасы                              | АП  |
|                             | Авиагоризонт               | ПА   |                                      |     |
| Регистрирующее оборудование | Самописец                  | ПЗ   |                                      |     |
| Сигнализация                | Наружная                   | Управление осветительными ракетами                 | УЛ                                   |     |
|                             |                            |  | Сигнализация осветительными ракетами | СР  |
|                             | Внутренняя                 | Вызов бортпроводника и внутрикабинная сигнализация | СК                                   |     |
| Освещение                   | Наружное                   | Аэронавигационные огни                             | СА                                   |     |
|                             |                            |  | Посадочные фары                      | ОФ  |
|                             |                            | Проблесковый маяк                                  | СФ                                   |     |
|                             | Внутреннее                 | Освещение кабин и отсеков                          | ОП                                   |     |
|                             |                            |  | Красный свет                         | ОКР |
|                             |                            | Розетки переносных ламп                            | ОЛ                                   |     |

плюсового провода, но не менее 1 мм<sup>2</sup> (для обеспечения достаточной механической прочности).

Жгуты электропроводов также имеют буквенно-цифровую маркировку. Буквенная часть маркировки соответствует отсекам, где проложен жгут: Ф — фюзеляж; Кл — левое полукрыло; Кп — правое полукрыло; Ц — центроплан и пондолы двигателей. Цифровая часть соответствует нумерации жгута на полумонтажной электросхеме и присваивается произвольно в порядке возрастания номеров.

Таблица 7

## Основные данные полихлорвиниловых трубок

| Сечение провода<br>мм <sup>2</sup> | Тип трубки | Размеры<br>трубки<br>мм |
|------------------------------------|------------|-------------------------|
| <i>Для медных проводов</i>         |            |                         |
| 95                                 | ВМТ-18     | 20×18×50                |
| 70; 50                             | ВМТ-16     | 18×16×50                |
| 41                                 | ВМТ-14     | 15,5×14×40              |
| 35                                 | ВМТ-12     | 13,5×12×40              |
| 21; 25                             | ВМТ-10     | 11,5×10×40              |
| 16                                 | ВМТ-9      | 10×9×30                 |
| 10; 13; 8,8                        | ВМТ-8      | 9×8×30                  |
| 5,15; 6                            | ВМТ-6      | 7×6×30                  |
| 2,5; 3,0; 4,0                      | ВМТ-5      | 6×5×25                  |
| 1,0; 1,25; 1,5; 1,93               | ВМТ-4,5    | 5,7×4,5×30              |
| 0,35; 0,5; 0,75; 0,88              | ВМТ-3,5    | 4,3×3,5×30              |
| <i>Для алюминиевых проводов</i>    |            |                         |
| 95                                 | ВМТ-16     | 18×16×50                |
| 70; 50                             | ВМТ-14     | 15,5×14×45              |
| 35                                 | ВМТ-10     | 11,5×10×40              |

Маркировочные знаки наносят несмываемой краской на полихлорвиниловые трубки (бирки), надеваемые на оба конца каждого участка провода или жгута. В табл. 7 приведены размеры полихлорвиниловых трубок соответственно диаметру провода.

На оболочку провода маркировку наносят следующим образом:

а) с каждого конца провод маркируют 3 раза с шагом 50 мм;

б) на расстоянии 1 м с каждого конца провод маркируют 3 раза с шагом 200 мм;

в) на всей остальной длине провод маркируют с шагом 500 мм (этот вид маркировки не является обязательным).

Бирки надевают на каждый жгут, проложенный на самолете, на расстоянии 50—70 мм от мест входа или выхода жгута из агрегата на видных местах, а дальше — по всей протяженности жгута с интервалом 1,5—2 м.

На жгутах длиной до 3 м бирки располагают только на входе и выходе жгута.

Помимо буквенно-цифровой маркировки используют также маркировку цветом изоляционной оболочки провода: для сетевых проводов переменного тока — желтый цвет, для проводов радиооборудования — голубой, для остальных — белый.

## ГЛАВА II

## ЭНЕРГЕТИКА ПОСТОЯННОГО ТОКА

3. СХЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Источниками электроэнергии постоянного тока на самолете являются:

- два стартер-генератора СТГ-18ТМ;
- две аккумуляторные батареи 12-САМ-28 или 12-АСАМ-23;
- генератор ГС-24А.

Для подключения питания бортовой сети от наземных энергетических установок на самолете имеются два разъема аэродромного питания ШРАП-500К.

Схема распределения электроэнергии постоянного тока показана на фиг. 29.

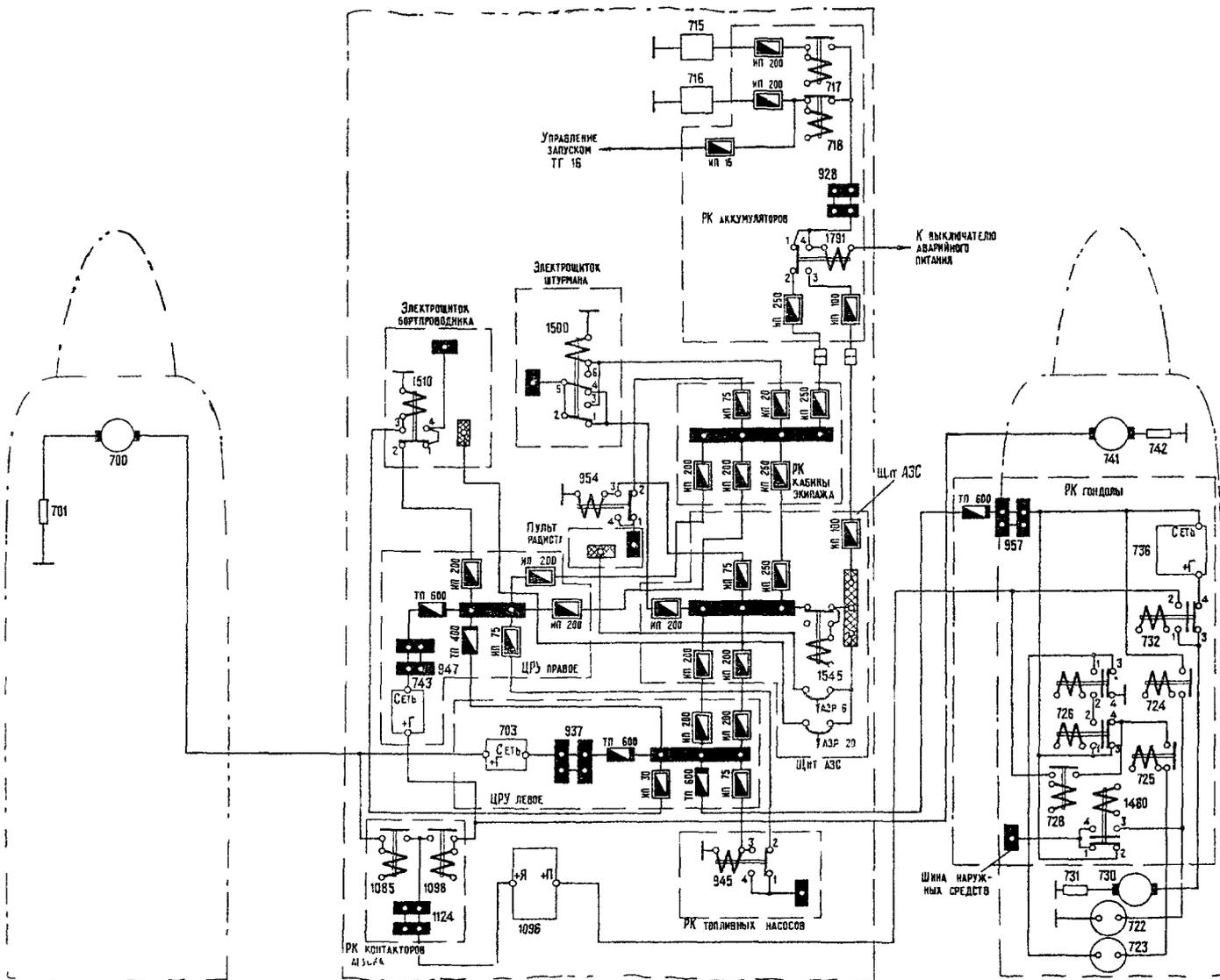
На самолете применена первичная распределительная сеть постоянного тока с резервированием питания отдельных распределительных коробок от двух центральных распределительных устройств (ЦРУ).

Стартер-генераторы СТГ-18ТМ левого и правого двигателей подключены через дифференциально-минимальные реле ДМР-600Т к шинам соответственно левого и правого ЦРУ. Предохранители ТП-600, установленные в электрических цепях генераторов между ДМР и шинами, отключают от шин

генераторный фидер в случае короткого замыкания на нем. Дифференциально-минимальное реле, реагируя на обратные токи сравнительно небольшой величины, при больших токах короткого замыкания может не обеспечить надежное размыкание электрической сети. Эту роль и выполняют предохранители ТП-600. При их сгорании место короткого замыкания на участке генераторного фидера изолируется от шины ЦРУ, обеспечивая тем самым ее нормальную работу.

Часть распределительных устройств (РК кабины экипажа, топливных насосов и гондолы, щит АЗС, электрощиток бортпроводника) питается от левого и правого ЦРУ с помощью самостоятельных питающих линий; питание другой части распределительных устройств (РК аккумуляторных батарей и электрощитка кабины экипажа) осуществляется от шин промежуточных распределительных устройств (от РК кабины экипажа и щита АЗС). Левое и правое ЦРУ соединены между собой перемычкой, защищенной предохранителем ТП-400.

Шины распределительных устройств (РК топливных насосов, электрощитки бортпроводника и кабины экипажа) имеют автоматическое резервирование линии питания, которое в случае обесточивания



Фиг. 29. Схема распределения электроэнергии постоянного тока:

700, 741 — стартер генераторы СТГ 18ТМ левого и правого двигателей, 701, 731, 742 — балластные сопротивления БС-18000, 703, 736, 743 — дифференциально-минимальные реле ДМР 600Т 2 й серии, 715, 716 — бортовые аккумуляторы 12-САМ-28 № 1 и 2, 717, 718 — контакторы КМ-400ДВ включения аккумуляторов 722, 723 — разъемы ШРАП-500К аэродромных источников № 1 и 2, 724, 725 — контакторы КМ-600ДВ включения аэродромных источников № 1 и 2; 726 — два контактора ТКС611А, переключающие питание с 24 на 48 в 728, 1085, 1098 — контакторы КМ-600В запуска от аэродромных средств и включения питания на запуск двигателей № 1 и 2, 730 — генератор ГС-24А, 732, 1460 — переключающие контакторы ТКС611А и КП 50ДВ, 928 — шунт Ш2 амперметра аккумуляторов, 937, 947, 957 и 1124 — шунты ШЗ амперметров генераторов № 1 и 2, турбогенератора и контроля тока при запуске, 945, 1510 — контакторы КП-50ДВ двойного питания; 954 — контактор КП 100ДВ двойного питания, 1500 — реле ТКЕ52ПД двойного питания, 1545, 1791 — контакторы КП-100ДВ и КП 400Д 2 й серии аварийного питания

вания основной линии питания осуществляется с помощью переключающих контакторов.

В варианте самолета с рабочим местом штурмана аналогично производится питание электрощитка штурмана.

Левое и правое ЦРУ, щит АЗС и РК кабины экипажа образуют энергетическое кольцо, которое обеспечивает питанием эти распределительные устройства при любом виде повреждения питающих линий (обрыв, короткое замыкание) или при отказе части источников питания.

Аккумуляторные батареи подключены через РК аккумуляторов к РК кабины экипажа и далее ко всей электрической сети. Предохранители ИП-200, установленные в цепи каждой аккумуляторной батареи, обеспечивают отключение батареи в случае короткого замыкания внутри нее.

Генератор ГС-24А газотурбинной установки подключен через ДМР к шине левого ЦРУ; тем самым он обеспечивает питанием всю бортовую сеть в качестве резервного источника постоянного тока.

Наземные энергетические установки через разъемы аэродромного питания ШРАП-500К подключают к шине левого ЦРУ (так же, как и генератор ГС-24А).

Линии питания всех распределительных устройств имеют аппараты защиты, обеспечивающие надежное и селективное отключение поврежденных участков электрической сети.

Таким образом, схеме распределения электроэнергии постоянного тока самолета свойственно не менее чем двукратное резервирование как источников питания, так и первичных питающих линий. Высокая степень резервирования по мощности источников питания видна и из графика нагрузок (фиг. 30). Все это обеспечивает бесперебойное электроснабжение потребителей электроэнергии.

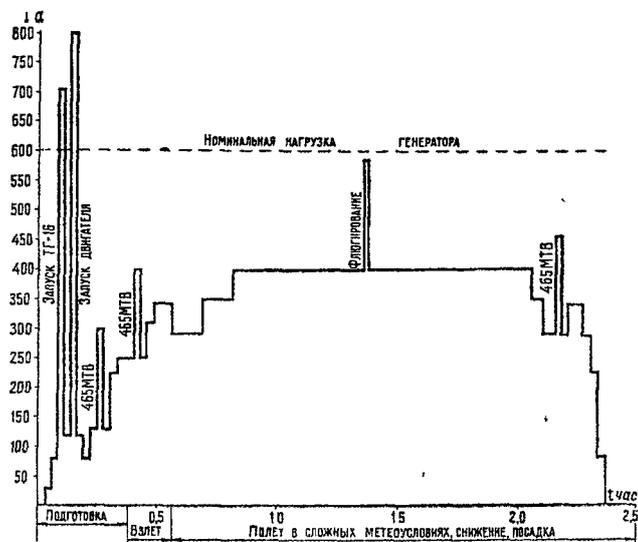
Для удобства наземного технического обслуживания самолета в РК gondoly имеется специальная шина наружных средств аэродромного обслуживания, питание к которой подается от наземных энергетических установок через контактор 1460 (КП-50ДВ, см. фиг. 29) лишь при подсоединении аэродромного питания, тогда как для подачи питания в остальную бортовую сеть необходимо дополнительное включение из кабины экипажа специальных выключателей на панели энергетической постоянной и переменного тока. К этой шине подключены наружные розетки переносных ламп и внутреннее проходное освещение.

Кроме основной первичной распределительной сети, на самолете имеется аварийная сеть, которая при нормальной работе основной сети подключена к ней, а в случае обесточивания основной сети — только к аккумуляторным батареям. Как видно из схемы распределения, при срабатывании контактора 1791 (КП-400Д) в РК аккумуляторных батарей и контактора 1545 (КП-100ДВ) в щите АЗС аккумуляторные батареи оказываются подключенными только к специальным аварийным секциям шин щита АЗС, электрощитка бортпроводника и электрощитка кабины экипажа (пульта радиста).

К аварийной сети подключены те потребители электроэнергии, без которых полет самолета даже

непродолжительное время чрезвычайно затруднен. К таким потребителям относятся:

- электромагнитные клапаны останова двигателей;
- часть приборов контроля за работой двигателей (указатели давления масла и топлива и температуры масла);
- автоматы дозирования топлива АДТ;
- электромеханизмы кранов отбора воздуха от двигателей;
- электромагнитные клапаны снятия воздушных винтов с упора;



Фиг. 30. График нагрузок по постоянному току

- приборы контроля за работой газотурбинной установки (указатели давления топлива и масла и температуры масла);
- пожарные краны двигателей и газотурбинной установки;
- система пожаротушения;
- сигнализация положения шасси и закрылков;
- указатель положения закрылков;
- управление поворотом переднего колеса;
- управление закрылками;
- электромагнитный клапан аварийной подачи топлива в гидросистему;
- высотный сигнализатор;
- электромагнитный клапан аварийного сброса давления в гермокабинах;
- цепи возбуждения и управления генераторов переменного тока ГО16ПЧ8;
- преобразователь ПО-750 2-й серии, от которого по переменному току через аварийную шину переменного тока при неработающих генераторах ГО16ПЧ8 питаются: автомат дозирования топлива АДТ, радиокompас, командная радиостанция, самолетный радиответчик, приборы контроля за работой двигателей и газотурбинной установки (указатели давления масла и топлива и температуры масла, измерители крутящего момента двигателей), указатели давления гидросмеси;
- преобразователь ПТ-125Ц питания переменным током авиагоризонта левого летчика и сам авиагоризонт (по постоянному току);

- сигнализация отказа авиагоризонтов левого и правого летчиков;
- обогрев приемников воздушного давления;
- электрический указатель поворота;
- самолетный радиоответчик;
- командная радиостанция № 1;
- радиокompас № 1;
- радиовысотомер;
- самолетное переговорное устройство;
- управление осветительными ракетами;
- бароспидограф;
- освещение красным светом аварийной группы приборов на рабочих местах летчиков;
- освещение кабины экипажа;
- аварийное (дежурное) освещение пассажирского салона;
- цепи запуска газотурбинной установки.

Полностью заряженные аккумуляторные батареи обеспечивают работу перечисленных потребителей при их питании от аварийной сети в течение 15—20 мин

Самолетные потребители электроэнергии подключены к соответствующим распределительным устройствам, и их фидеры защищены аппаратами защиты типа СП, ИП, АЗС и АЗР.

#### 4. АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

В систему энергетики постоянного тока входят агрегаты системы питания и запуска СПЗ-27, применяемой также для запуска двигателей АИ-24, и ряд других агрегатов, размещение которых показано на фиг. 31.

В систему входят:

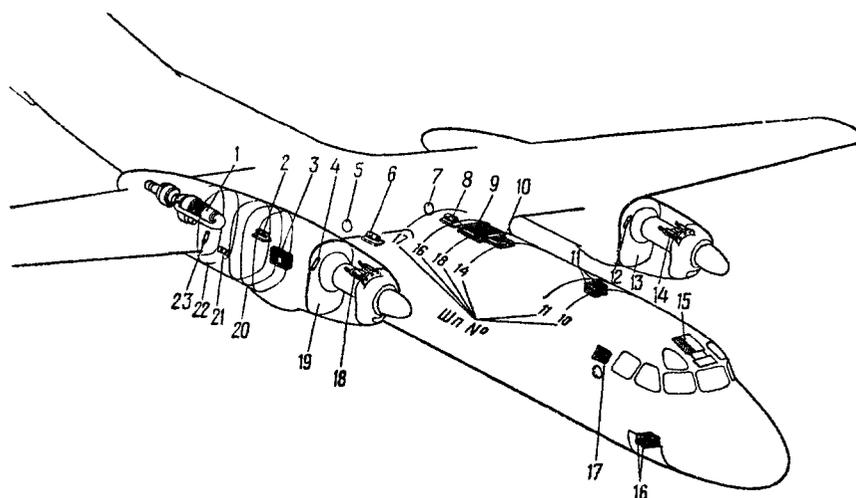
- два стартер-генератора СТГ-18ТМ,

- генератор ГС-24А;
- две аккумуляторные батареи 12-САМ-28 или 12-АСАМ-23;
- три регулятора напряжения РН-180 2-й серии;
- три дифференциально-минимальных реле ДМР-600Т 2-й серии;
- три выносных сопротивления ВС-25Б;
- два автомата защиты от перенапряжения АЗП-8М 4-й серии;
- три балластных сопротивления БС-18000 (до самолета серии 30-01);
- два разъема аэродромного питания ШРАП-500К;
- приборы контроля (амперметры А2 и А3 с шунтами Ш2 и Ш3 соответственно и вольтметр В1);
- коммутационная и светосигнальная аппаратура;
- защитная аппаратура (предохранители и автоматы защиты сети).

Стартер-генераторы СТГ-18ТМ установлены по одному на каждом двигателе. Доступ к ним обеспечивается при открытых створках gondолы (фиг. 32). Крепление стартер-генератора осуществляется его фланцем с помощью легкоъемных хомутов.

Генератор ГС-24А установлен на газотурбинной установке в хвостовой части правой gondолы (фиг. 33). Аккумуляторные батареи в контейнерах установлены в правом переднем электроотсеке (фиг. 34).

Контейнеры состоят из основания (ванночки) и крышки и зафиксированы в направляющих профилях, вдоль которых они могут перемещаться. Для снятия контейнера нужно отвернуть барашковую гайку замка на передней стенке контейнера, отвести на себя замок и, взявшись за ручку ванночки контейнера, потянуть его на себя. При движении кон-



Фиг. 31. Размещение электроагрегатов системы постоянного тока:

1 — генератор ГС-24А; 2, 6, 8 — регуляторы напряжений РН-180 2-й серии турбогенератора и двигателей; 3 — РК gondолы правого двигателя; 4, 12, 23 — балластные сопротивления БС-18000 двигателей и турбогенератора (устанавливают на самолете до серии 30-01); 5, 7 — лючки для доступа к РН-180 2-й серии; 9, 10 — левое и правое ЦРУ; 11 — автоматы защиты от перенапряжения АЗП-8М 4-й серии; 13, 19 — передние силовые шпангоуты; 14, 18 — стартер-генераторы СТГ-18ТМ; 15 — электрощиток энергетики с приборами контроля и коммутационной аппаратурой; 16 — аккумуляторные батареи 12-САМ-28 (или 12 САМ-23); 17 — щит АЗС; 20 — средний силовой шпангоут; 21 — два разъема аэродромного питания ШРАП-500К; 22 — задний силовой шпангоут

тейнера вдоль направляющих профилей он высвобождается из Г-образного упора за задней стенкой. Одновременно с этим происходит разъединение электрических контактов типа вилка-гнездо и дренажного штуцера, расположенных на задней стенке контейнера.

Таким образом, способ крепления контейнеров аккумуляторных батарей освобождает от необходимости иметь доступ к их задней части для снятия и установки контейнеров и тем самым упрощает и облегчает проведение этих работ.

Регуляторы напряжения РН-180 2-й серии стартер-генераторов левого и правого двигателей разме-



Фиг. 32. Установка стартер-генератора СТГ-18ТМ на двигателе

щены соответственно в левом и правом зализах центроплана (фиг. 35), доступ к которым производится при снятии крышек с лючков, а регулятор напряжения генератора ГС-24А находится в средней части правой гондолы (фиг. 36).

Дифференциально-минимальные реле ДМР-600Т 2-й серии стартер-генераторов левого и правого двигателей находятся соответственно в левом и правом ЦРУ, установленных за откидными панелями потолка пассажирского салона (см. фиг. 31), а реле генератора ГС-24А — в РК гондолы правого двигателя (фиг. 37).

Автоматы АЗП-8М 4-й серии защиты от перенапряжения стартер-генераторов размещены за откидными панелями потолка пассажирского салона, в месте расположения шпангоутов № 10—11 (фиг. 38).

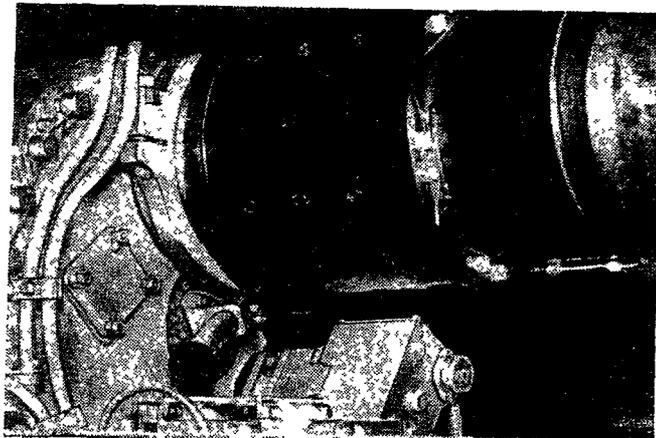
Балластные сопротивления БС-18000 левого и правого стартер-генераторов установлены на противопожарных перегородках соответствующих гондол, балластное сопротивление БС-18000 генератора ГС-24А — на перегородке отсека газотурбинной установки (см. фиг. 31).

Вилки разъемов аэродромного питания ШРАП-500К находятся на внутренней стороне хвостовой части гондолы правого двигателя (фиг. 39).

Выносные сопротивления ВС-25Б, приборы контроля за источниками постоянного тока, коммутационная и светосигнальная аппаратура размещены на электрощитке энергетики постоянного и переменного тока (см. фиг. 19), который установлен на фона-

ре кабины экипажа (или на рабочем месте радиста).

Защитная аппаратура находится в распределительных устройствах.



Фиг. 33. Установка генератора ГС-24А

#### СТАРТЕР-ГЕНЕРАТОР СТГ-18ТМ

##### Принцип действия и основные характеристики

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

а) при работе в генераторном режиме — для питания бортсети самолета;

б) при работе в стартерном режиме — для запуска двигателя.

По принципу действия стартер-генератор СТГ-18ТМ не отличается от обычных машин постоянного тока. Наводимая при вращении генератора в обмотке его якоря электродвижущая сила  $E$  определяется по формуле

$$E = \frac{pN}{60a} n \Phi 10^{-8},$$

где  $p$  — число пар полюсов;

$a$  — число пар параллельных ветвей обмотки якоря;

$N$  — число активных проводников обмотки якоря;

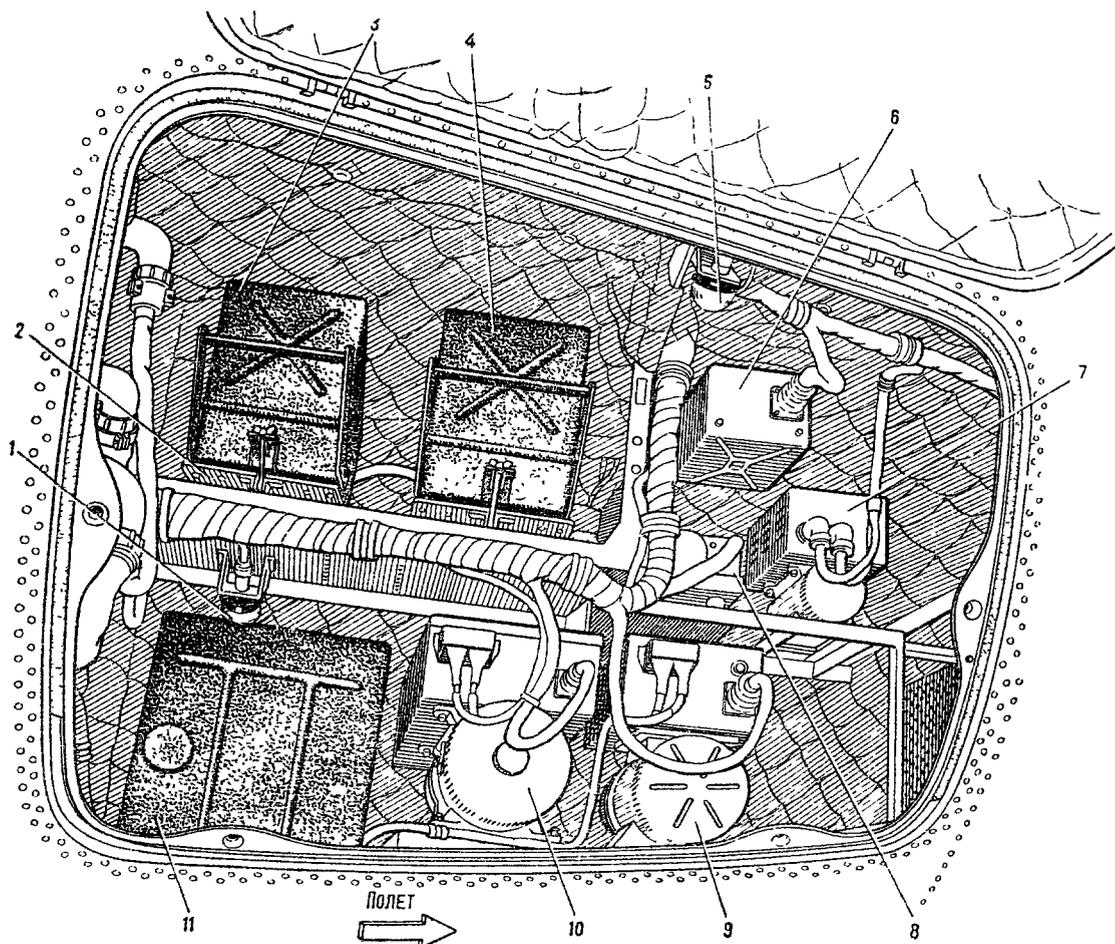
$\Phi$  — основной магнитный поток;

$n$  — скорость вращения якоря.

Следовательно, величина э.д.с. определяется скоростью вращения якоря и величиной магнитного потока, пересекаемого обмоткой якоря. Напряжение на клеммах якоря генератора меньше его э.д.с. на величину падения напряжения в цепи якоря, вызванного протеканием в цепи якоря нагрузочного тока.

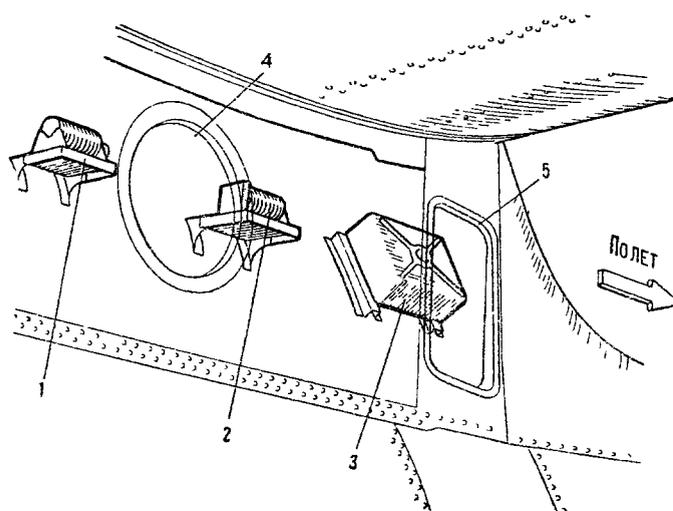
Схема обмоток стартер-генератора показана на фиг. 40, кинематическая схема — на фиг. 41.

Передаточное отношение редукторов стартер-генератора в стартерном режиме равно 3,17:1, а в генераторном режиме — 1:1. Направление вращения — левое, если смотреть со стороны привода.



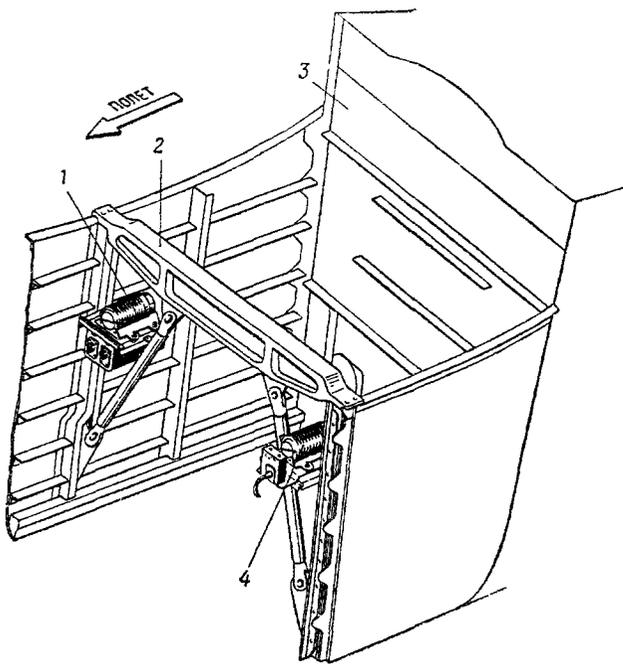
Фиг. 34. Установка электроагрегатов в правом переднем электроотсеке (крышка отсека поднята):

1, 5 — плафоны ПСМ-51 освещения отсека, 2 — основание с направляющими профилями; 3, 4 — аккумуляторные батареи 12-САМ-28 (12-АСАМ-23) в контейнерах, 6 — коробка КПР-9 переключения преобразователей; 7, 9, 10 — преобразователи ПТ-125Ц, ПО-750 и ПТ-1000ЦС (основной); 8 — блок управления БУ10А-4 топливомера СПУТ1-5А, 11 — распределительная коробка аккумуляторов



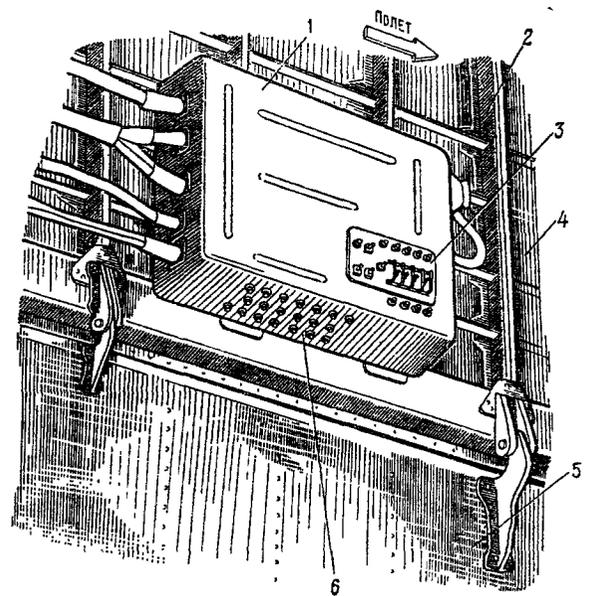
Фиг. 35. Схема установки электроагрегатов под силовым заливом центроплана:

1 — регулятор напряжения РН 600; 2 — регулятор напряжения РН-180 2 и серии генератора СТГ 18ГМ, 3 — коробка КВР 2 4 — люк для доступа к регуляторам, 5 — люк для доступа к коробке включения КВР-2



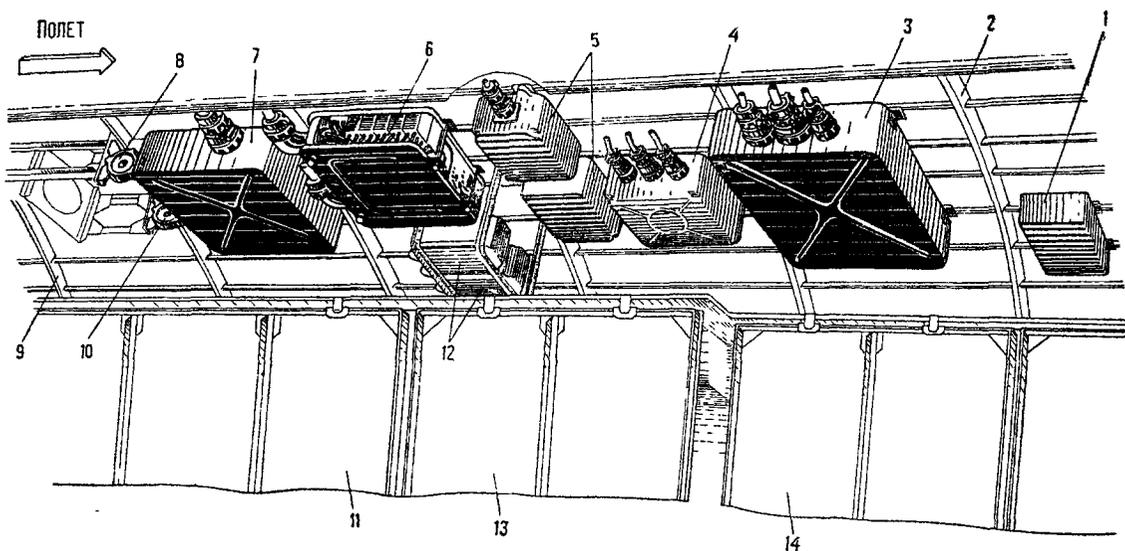
**Фиг. 36. Установка регулятора напряжения РН-180 2-й серии генератора ГС-24А и коробки ПРК-8А в средней части gondoly правого двигателя:**

1 — коробка ПРК-8А; 2 — средний силовой шпангоут; 3 — задний силовой шпангоут; 4 — регулятор напряжения РН-180 2-й серии генератора ГС-24А



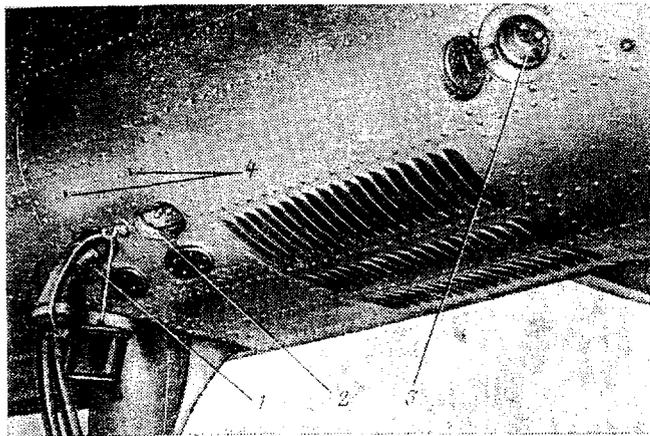
**Фиг. 37. Установка РК gondoly правого двигателя:**

1 — РК gondoly правого двигателя; 2 — шпангоут № 5 gondoly; 3 — щиток централизованной заправки (с самолета серии 43-01 устанавливается в gondole левого двигателя); 4 — левая боковая панель gondoly; 5 — левая створка шасси; 6 — панель с предохранителями



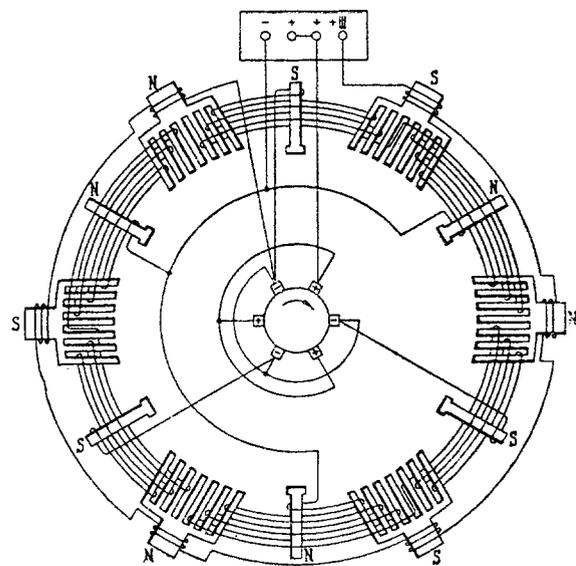
**Фиг. 38. Установка агрегатов на потолке между шпангоутами № 7—13:**

1 — распределительная коробка сигнализации бортпроводника; 2, 9 — шпангоуты № 8, 13; 3 — релейная коробка; 4 — автоматическая панель АПД-27 запуска двигателей; 5 — программные механизмы ПМК-18 системы флюгирования; 6 — распределительная коробка флюгирования; 7 — распределительная коробка 115 в; 8, 10 — трансформаторы тока ТФ-150/1; 11, 13, 14 — откидные панели потолка пассажирской кабины; 12 — автоматы защиты АЗП-8М от перенапряжений

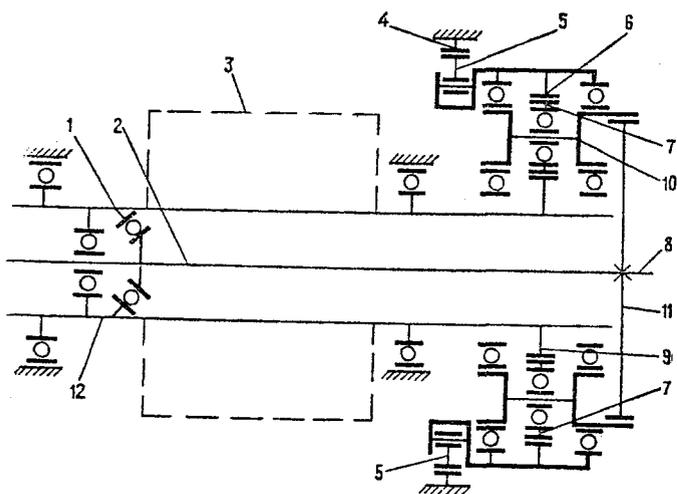


Фиг. 39. Установка вилок разъемов аэродромного питания ШРАП-500К и ШРА-200ЛК в хвостовой части gondoly правого двигателя:

1, 2 — вилки AP1 и AP2 штепсельных разъемов ШРАП-500К;  
3 — вилка штепсельного разъема ШРА-200ЛК; 4 — лампы сигнализации включения электропитания



Фиг. 40. Схема соединения обмоток starter-генератора СТГ-18ТМ



Фиг. 41. Кинематическая схема starter-генератора СТГ-18ТМ:

1 — обгонная муфта; 2 — гибкий вал; 3 — якорь; 4 — храповое колесо; 5 — собачка; 6 — шестерня с внутренним зацеплением; 7 — сателлитные шестерни; 8 — выходной вал; 9 — ведущая шестерня; 10 — водило; 11 — шестерня; 12 — полый вал

## Основные данные

### Генераторный режим

|   |                  |
|---|------------------|
| Напряжение . . . . .  | 28,5±1,2 в       |
| Отдаваемый ток . . . . .  | 600 а            |
| Мощность (при напряжении 30 в)  | 18 квт           |
| Диапазон изменения скорости вращения . . . . .  | 4200—9000 об/мин |
| Примечание. На двигателе АИ-24 стартер-генераторы работают в генераторном режиме при 6700 об/мин. |                  |
| Режим работы . . . . .  | продолжительный  |

### Стартерный режим

|   |  |
|---|--|
| Напряжение питания стартер-генератора:                                      |  |
| при запусках от наземной энергетической установки . . . . .                 | 24 в с переключением на 48 в   |
| при запусках от газотурбинной установки . . . . .                           | 20—60 в  |
| Средний ток, потребляемый за период запуска:                                |  |
| при «горячем» запуске . . . . .   | не более 650 а   |
| при «ложном» запуске . . . . .  | не более 850 а   |
| Максимальная скорость вращения выходного вала в момент отключения . . . . . |  |
|   | не более 3300 об/мин   |
| Режим работы . . . . .  |  |
|   | повторно - кратковременный: 4 включения продолжительностью не более 70 сек каждое, перерыв между включениями 3 мин, после чего полное охлаждение |

Примечания 1. После 15-минутного перерыва допускается повторение указанного режима с последующим полным охлаждением. Время, необходимое для полного охлаждения стартер-генератора после проведения режима запуска при максимальных токовых нагрузках и нормальных атмосферных условиях (при температуре окружающей среды +20°С на уров-

не моря), составляет 2 час. При снижении нагрузок или отрицательной температуре окружающей среды данное время может быть сокращено.

2. При проведении «ложных» запусков двигателя допускается проводить не более двух последовательных включений. Всего за весь срок службы стартер-генератора разрешается не более 25 «ложных» запусков.

Вес стартер-генератора . . . . . не более 44 кг

Стартер-генератор при работе без продува в наземных условиях способен отдавать ток до 200 а не более 20 мин.

Исполнение стартер-генератора — полузакрытое, в щитах имеются окна для входа и выхода охлаждающего воздуха.

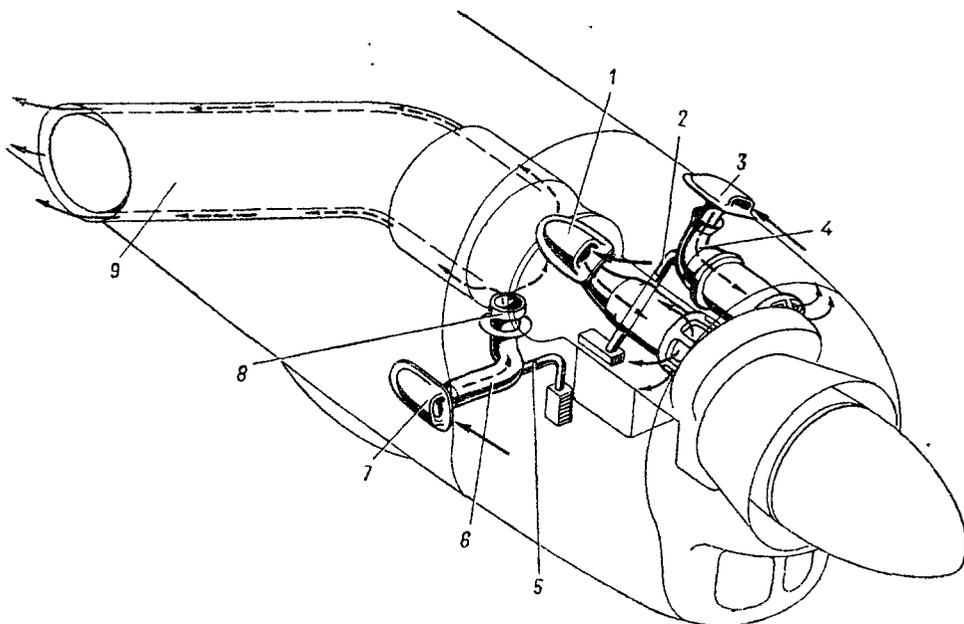
Продув генератора осуществляется следующим образом (фиг. 42). Воздух поступает через шланг, который присоединен к патрубку, расположенному со стороны заднего щита генератора. Часть воздуха проходит над якорем, омывая коллектор, железо якоря и катушки полюсов, и выходит через окна переднего щита; остальная часть воздуха проходит через осевые каналы внутри якоря и также выходит через окна переднего щита.

Кроме того, на якоре (со стороны привода) установлен вентилятор для работы генератора без продува на земле.

### Конструкция и принцип работы

Стартер-генератор, конструкция которого приведена на фиг. 43, состоит из следующих основных узлов: корпуса, щитов со стороны привода и со стороны патрубка, якоря, редуктора сцепления-расцепления и щеточного устройства.

Корпус 22 выполнен из электротехнической стали. К корпусу привертывают винтами основные 23 и дополнительные 9 полюса. Основные полюса —



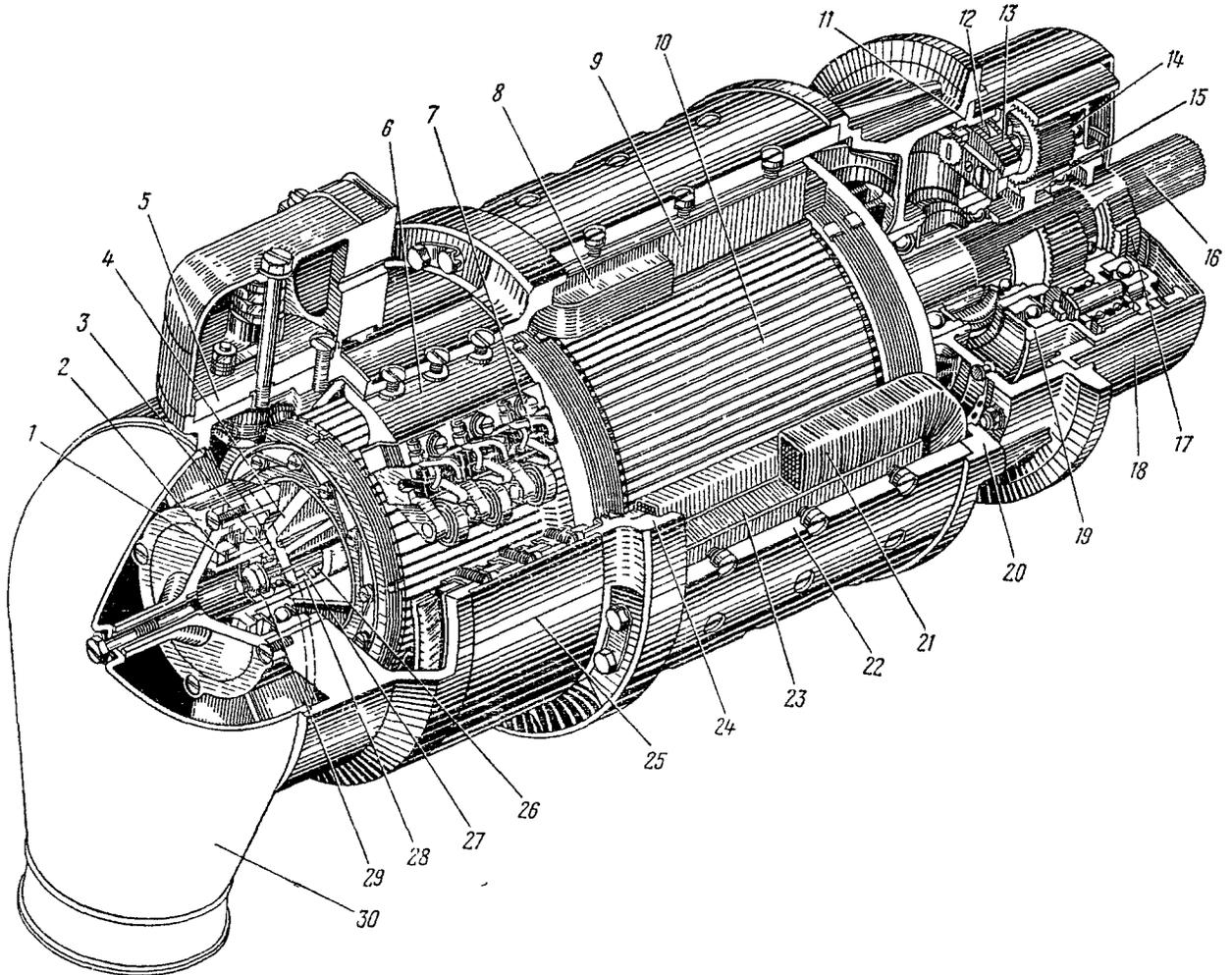
Фиг. 42. Схема системы обдува СТГ-18ТМ и ГО16ПЧ8:

1, 3, 7 — воздухозаборники обдува стартер-генератора СТГ-18ТМ, генератора ГО16ПЧ8 и горячей части двигателя; 2, 4, 5 — патрубки отвода воздуха на обдув электромеханизма МП-5И, генератора ГО16ПЧ8 и усилителей УРТ-24А и УКО-24Б; 6 — труба отвода воздуха; 8 — соединительный патрубок; 9 — выхлопная труба с кожухом

шихтованные, из электротехнической стали, доп-  
 лнительные — цельные, из низкоуглеродистой стали.  
 На основные полюса устанавливают катушки шун-  
 товой обмотки возбуждения 21. В пазах полюса за-  
 ложена компенсационная обмотка. Щит 24 со сто-  
 роны патрубка выполнен из алюминиевого сплава

Щит 20 со стороны привода выполнен из стали и  
 имеет фланец для крепления на двигателе

Пакет якоря 10 набран из листовой электротех-  
 нической стали и посажен на втулку. В пазах якоря  
 заложена обмотка, выполненная из прямоугольной  
 меди. Лобовые части обмоток скреплены бандажа-



Фиг. 43. Стартер-генератор СТГ-18ТМ:

1 — гайка; 2 — конус, 3 — шарикоподшипник, 4 — ступица, 5 — клеммная панель, 6 — щеткодержате-  
 ли; 7 — щетки; 8 — обмотка дополнительного полюса; 9 — дополнительный полюс, 10 — якорь, 11 —  
 храповое колесо, 12 — пружины; 13 — собачки, 14 — сателлитные шестерни; 15 — ведущая шестерня,  
 16 — гибкий валик, 17 — водило, 18 — корпус редуктора, 19 — шестерня с внутренним зацеплением; 20,  
 24 — щиты; 21 — катушки обмотки возбуждения, 22 — корпус генератора, 23 — основные полюса;  
 25 — лента, 26 — ролики, 27 — обгонная муфта, 28 — сепаратор; 29 — полый вал; 30 — колпак с пат-  
 рубком

и крепится к корпусу 22 винтами. К цилиндрической  
 части щита крепят шесть обойм щеткодержателей  
 6 ракетного типа. В щеткодержателях расположе-  
 ны щетки 7 марки МГС-7И. Общее сечение щетки  
 $10 \times 20$  мм, высота 26 мм, количество щеток на щет-  
 кодержателе 3, общее количество щеток на стартер-  
 генераторе — 18. Канатик в щетке опрессован. На-  
 жатие на щетки осуществляется спиральными пружинами с усилием 0,85—1,0 кг

На щите 24 крепят винтами панель 5, к клеммо-  
 вым болтам которой подводят концы от якоря и  
 шунтовой обмотки. На щите установлена коробка с  
 хомутом для крепления экранирующей оплетки. К  
 щиту крепят колпак с патрубком 30 для продува

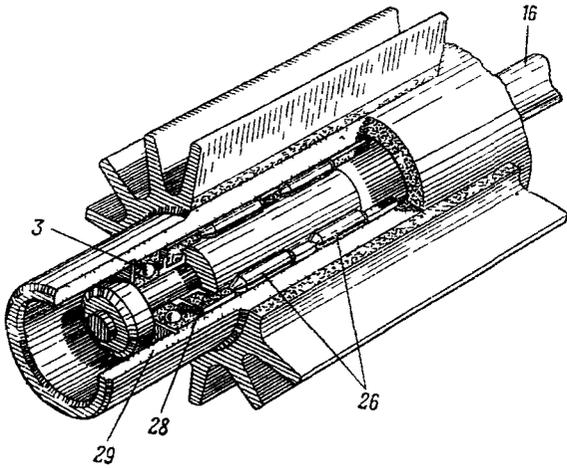
ми из стальной проволоки. Балансирование якоря  
 осуществляется напайкой припоя на бандажи. По-  
 лый вал 29 якоря выполнен из легированной стали.  
 Якорь устанавливают в корпусе на шарикоподшип-  
 никах. Между втулкой и валом находится ступица  
 4 из сплава АК-4, имеющая осевые каналы для ох-  
 лаждающего воздуха.

Вал 29 соединен с приводным гибким валиком  
 16 при помощи роликовой обгонной муфты 27 так,  
 что при генераторном режиме происходит их сцеп-  
 ление, а при стартерном — их расцепление.

На хвостовике гибкого валика 16 со стороны щита  
 24 имеется специальный профиль, на котором ус-  
 тановлены восемь стальных роликов 26, размещен-

рых в пластмассовом сепараторе 28 и внутреннем отверстии полого вала (фиг 44)

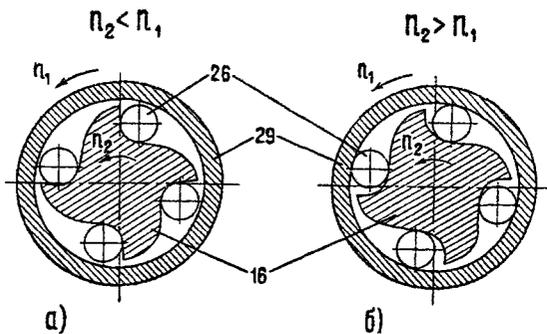
Наружное кольцо, в качестве которого используется внутренняя поверхность полого вала якоря, куточок и ролики образуют обгонную муфту (муфту свободного хода)



Фиг 44 Обгонная муфта (позиции те же, что и на рис. 43)

На другом конце гибкого валика 16 (см фиг 43) нарезаны 24 зуба эвольвентного профиля, при помощи которых вал жестко соединен с водилом 17 редуктора. Для подсоединения к двигателю конец вала выполнен с 16 шлицами того же профиля. Работа обгонной муфты схематично показана на фиг 45

В стартерном режиме (см фиг. 45, а) вращающий момент вала якоря передается через редуктор гибкому валику 16, который вращается при этом с меньшей скоростью, чем полый вал 29 ( $n_2 < n_1$ ). В этом случае ролики 26 обгонной муфты не защемлены, полый вал свободно вращается, обгонная муфта проскальзывает, и валик 16 вращается относительно вала 29 на шарикоподшипнике (см фиг. 44).



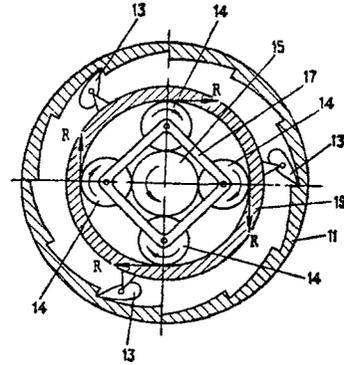
Фиг. 45 Схема работы обгонной муфты (вид со стороны привода):

а — стартерный режим, б — генераторный режим (позиции те же, что и на рис 43)

При достижении валиком 16 оборотов больших, чем на полом валу 29 (см. фиг 45, б), ролики обгонной муфты заклиниваются, вращающий момент с валика 16 передается валу 29 — в этом случае стартер-генератор работает в генераторном режиме

При этом редуктор с помощью муфты сцепления центробежного типа выключается

Редуктор сцепления-расцепления монтируется на шлице 20 (см фиг 43) со стороны привода и служит для увеличения вращающего момента от вала 29 якоря к приводному гибкому валику 16 — при стартерном режиме и для передачи момента с валика 16 валу 29 с передаточным отношением 1:1 — при генераторном режиме.



Фиг 46. Схема работы муфты сцепления-расцепления (позиции те же, что и на рис. 43)

Редуктор состоит из храповой муфты сцепления-расцепления и собственно редуктора. Схема работы муфты сцепления-расцепления приведена на фиг 46

Собственно редуктор состоит из ведущей шестерни 15, неподвижно насаженной на полый вал, и сателлитных шестерен 14, каждая из которых установлена на двух радиальных подшипниках. Сателлитные шестерни насажены на неподвижные оси, жестко связанные с водилом 17, и входят в зацепление с шестерней 19. Водило 17 и шестерня 19 установлены на двух шарикоподшипниках.

На трех осях, жестко связанных с шестерней 19, находятся три собачки 13 муфты сцепления-расцепления. При помощи спиральных пружин часовой типа собачки прижимаются к зубчатому колесу и упираются своими зубьями в жестко связанное с корпусом храповое колесо 11 с внутренним зубом. Таким образом, шестерня 19 не может проворачиваться относительно корпуса при вращении по часовой стрелке (если смотреть со стороны привода) и будет проворачиваться против часовой стрелки. При этом центробежные силы собачек, преодолевая усилие спиральных пружин, выводят собачки из зацепления с храповым колесом 11, и шестерня 19 получает возможность свободного вращения

Редуктор работает следующим образом: при подаче напряжения на стартер-генератор его якорь приходит во вращение против часовой стрелки (если смотреть со стороны привода); через ведущую шестерню 15, насаженную на вал 29 и жестко связанную с якорем, вращение передается сателлитным шестерням 14, которые обкатываются по неподвижной в это время шестерне 19 водила.

Шестерни 14, обкатываясь по шестерне 19 с внутренним зацеплением, создают в ней усилие реакции  $R$ , которое направлено в сторону, противоположную вращению водила. Шестерня 19 стремится вращаться по часовой стрелке, чему препятствует муфта

сцепления-расцепления, которая в этот момент сцеплена. В результате шестерня 19 остается неподвижной, а водило вместе с сателлитными шестернями вращается против часовой стрелки. В эту же сторону вращается и гибкий валик, жестко связанный с водилом.

Гибкий валик, будучи сцепленным с двигателем, раскручивает его; в это время роликовая обгонная муфта, смонтированная в полом вала, расцеплена, а стартер-генератор работает в стартерном режиме.

Когда обороты двигателя превысят обороты якоря, заклинивается обгонная муфта. Вращение якоря передается непосредственно гибкому валу и, следовательно, водилу. Вследствие равенства скоростей вращения водила и шестерни 15, насаженной на полый вал, шестерни 14 затормаживаются и увлекают при своем вращении шестерню 19. При этом под действием центробежных сил собачки отжимаются от упоров и выходят из зацепления с храповым колесом 11, а водило 17 вместе с шестерней 19 вращается вхолостую и не несет никакой нагрузки. Шестерни 14 неподвижны относительно своих осей вращения. Таким образом, якорь ведется гибким валом 16 через роликовую обгонную муфту, и стартер-генератор переходит в генераторный режим.

При остановке двигателей собачки 13 вновь входят в зацепление с храповым колесом 11, обгонная муфта расклинивается, и стартер-генератор готов к новому запуску.

Для повышения эксплуатационной надежности в привод СТГ введена предельная предохранительная муфта. В случае неисправности в стартер-генераторе (при заклинивании якоря) муфта разрывает его кинематическую связь с двигателем посредством среза предельного элемента муфты, отключая неисправный СТГ от вращающихся деталей привода двигателя. Предельную муфту монтируют в шестерне привода СТГ и соединяют ее с шлицевым хвостовиком гибкого валика СТГ.

Предельная муфта (фиг. 47) представляет собой шлицевой валик, состоящий из двух полумуфт 1 и 2, на стыкуемых поверхностях которых выполнены храповые зубья 6. Обе половины муфты жестко связаны между собой сердечником-предохранителем 3, имеющим шейку 7, которая является наиболее слабым элементом муфты. Сердечник 3 запрессован своими концами в отверстия полумуфт 1 и 2 и дополнительно связан при помощи штифтов 5.

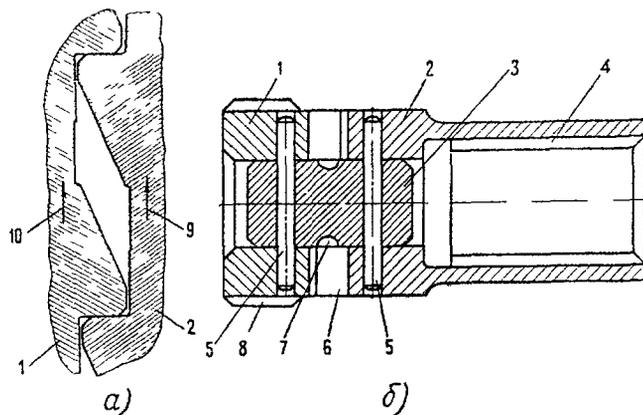
Полумуфта 1 имеет наружные шлицы 8, которыми сочленяется с шлицами шестерни привода СТГ, полумуфта 2 имеет внутренние шлицы 4, которыми она устанавливается на шлицы гибкого валика СТГ.

В стартерном режиме (во время запуска двигателя) вращающий момент от стартер-генератора передается храповыми зубьями муфты.

В генераторном режиме вращающий момент передается от двигателя к стартер-генератору, т. е. происходит изменение направления силового потока. В этом случае вращающий момент передается уже не храповыми зубьями, а через сердечник-предохранитель 3.

При разрушении СТГ, когда происходит резкое повышение нагрузки на муфту, шейка 7 сердечника-предохранителя скручивается и полумуфты разъе-

диняются. Полумуфта 1 остается во вращающейся шестерне привода СТГ, а полумуфта 2, отталкиваясь по наклонным поверхностям храповых зубьев, проскальзывает по шлицам гибкого валика стартер-генератора до упора в его торец. При этом



Фиг. 47 Предельная предохранительная муфта:

а — развертка храповика в месте соединения полумуфт, б — предельная предохранительная муфта в разрезе, 1 — полумуфта, соединенная с приводом двигателя, 2 — полумуфта, соединенная со стартер-генератором; 3 — сердечник-предохранитель; 4 — шлицы для соединения с гибким валом; 5 — штифты; 6 — храповые зубья; 7 — шейка сердечника; 8 — шлицы для соединения с шестерней привода двигателя; 9 — передача вращающего момента при запуске в стартерном режиме, 10 — передача вращающего момента в генераторном режиме.

храповые зубья полумуфт разъединяются и нарушается кинематическая связь между двигателем и СТГ; этим предотвращается дальнейшее разрушение СТГ и лобового картера двигателя.

Диаметр шейки предохранительного валика 9,5—10 мм, что обеспечивает его нормальную работу без остаточных деформаций в шейке при механических нагрузках на муфту, соответствующих нагрузке на стартер-генератор до 1200—1400 а.

## ГЕНЕРАТОР ГС-24А

### Назначение и основные характеристики

Генератор ГС-24А предназначен для следующих целей: в генераторном режиме — для питания бортовой сети самолета и питания стартер-генераторов СТГ-18ТМ при запуске двигателя, в стартерном режиме — для запуска турбогенераторной установки ТГ-16. Генератор представляет собой шестиполусную машину постоянного тока теплостойкого исполнения.

Направление вращения генератора — левое, если смотреть со стороны привода. Исполнение генератора — полузакрытое, в щитах имеются окна для входа и выхода охлаждающего воздуха.

Охлаждение генератора осуществляется продувом воздуха с полным напором у входного патрубка не менее 400 мм вод. ст. при температурах охлаждающего воздуха от  $-60$  до  $+60$  °С и окружающей среды не более  $+80$  °С. Расход охлаждающего воздуха — не менее 180 л/сек.

**Основные данные**  
*Генераторный режим*

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| Напряжение                     | 25,7 в |
| Отдаваемый ток                 | 600 а  |
| Мощность (при напряжении 30 в) | 18 кВт |

**Примечание.** Непрерывная работа на бортовую сеть с нагрузкой 18 кВт допускается в течение одного часа, с нагрузкой 5 кВт — в течение полутора часов, в том числе не более 15 мин с нагрузкой до 18 кВт

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Диапазон изменения скорости вращения | 6500±500 об/мин   |
| Режим работы                         | 1 час 30 мин непрерывной работы, после чего 8 циклов запуска двигателя с перерывами между ними по 2 мин или 4 цикла с перерывами между ними по 15 сек |

*Режим запуска двигателя (при питании СТГ-18ТМ)*

|              |   |
|--------------|---|
| Напряжение   | 20—60 в   |
| Ток          | 1000 а  |
| Режим работы | 8 циклов запуска двигателя по 70 сек каждый после 1 час непрерывной работы при нагрузке до 18 кВт; перерыв между циклами по 2 мин |

**Примечание.** Допускаются следующие режимы работы: 4 цикла запуска двигателя по 70 сек каждый с перерывами между ними по 15 сек или 4 цикла по 60 сек с перерывами между ними по 20 сек, после чего перерыв 2 мин, а затем 2 включения с перерывами в 2 мин между ними

*Стартерный режим (при запуске ТГ-16)*

|                    |  |
|--------------------|--|
| Напряжение питания | 16—30 в  |
| Потребляемый ток   | не более 560 а   |
| Вращающий момент   | 46 кг·м  |
| Скорость вращения  | 1800 об/мин  |
| Режим работы       | повторно - кратковременный: пять включений подряд по 12 сек с последующим охлаждением в течение 15 мин |

Вес генератора . . . . . не более 56 кг  
Генератор рассчитан на применение при высотах до 3000 м над уровнем моря.

Для охлаждения генератора при его работе без продува на якоре (со стороны привода) установлен вентилятор турбинного типа. Продуваемый воздух поступает с торцевой стороны щита. Часть воздуха проходит над якорем, омывая коллектор, якорь и катушки полюсов, и выходит через окна щита со стороны привода; остальной воздух проходит через осевые каналы внутри якоря и также выходит через окна щита.

**Конструкция**

Генератор состоит из корпуса, щитов и якоря. Корпус 8 (фиг. 48) выполнен из электротехнической стали. К корпусу привертывают винтами основные 9 и дополнительные 4 полюса. Основные полюса — шихтованные, из электротехнической стали, дополнительные — цельные, из низкоуглеродистой стали.

На основные полюса устанавливают катушки 7 шунтовой обмотки возбуждения. В пазы основных полюсов заложена компенсационная обмотка. Обмотка катушки 3 дополнительных полюсов выполнена из прямоугольной меди. Схема соединения обмоток генератора показана на фиг. 49.

Щит 10 (см. фиг. 48) со стороны коллектора изготовлен из алюминиевого сплава и прикреплен к корпусу винтами. К цилиндрической части щита крепят шесть обойм щеткодержателей 11 реактивного типа. Общее количество щеток — 18 (по три на щеткодержателе), марка щетки — МГС-5, размеры 10×20×25,5 мм. Нажатие на щетки осуществляется спиральными (ленточными) пружинами с усилием 0,85—1,0 кг.

На щите 10 крепят винтами панель 1, к клеммным болтам которой подводят концы от якоря и обмоток. Окна щита закрыты защитной лентой 2. Щит 6 со стороны привода выполнен из литейной стали и имеет фланец для крепления на турбогенераторной установке.

Якорь 5 устанавливается в щитах 6 и 10 в шарикоподшипниках. Пакет якоря набран из листовой электротехнической стали и посажен на втулку. В пазы заложена обмотка, выполненная из медной проволоки прямоугольного сечения. Лобовые части обмоток скреплены бандажами из стальной проволоки. Балансирование якоря генератора осуществляется снятием металла с кольца со стороны коллектора и вентилятора.

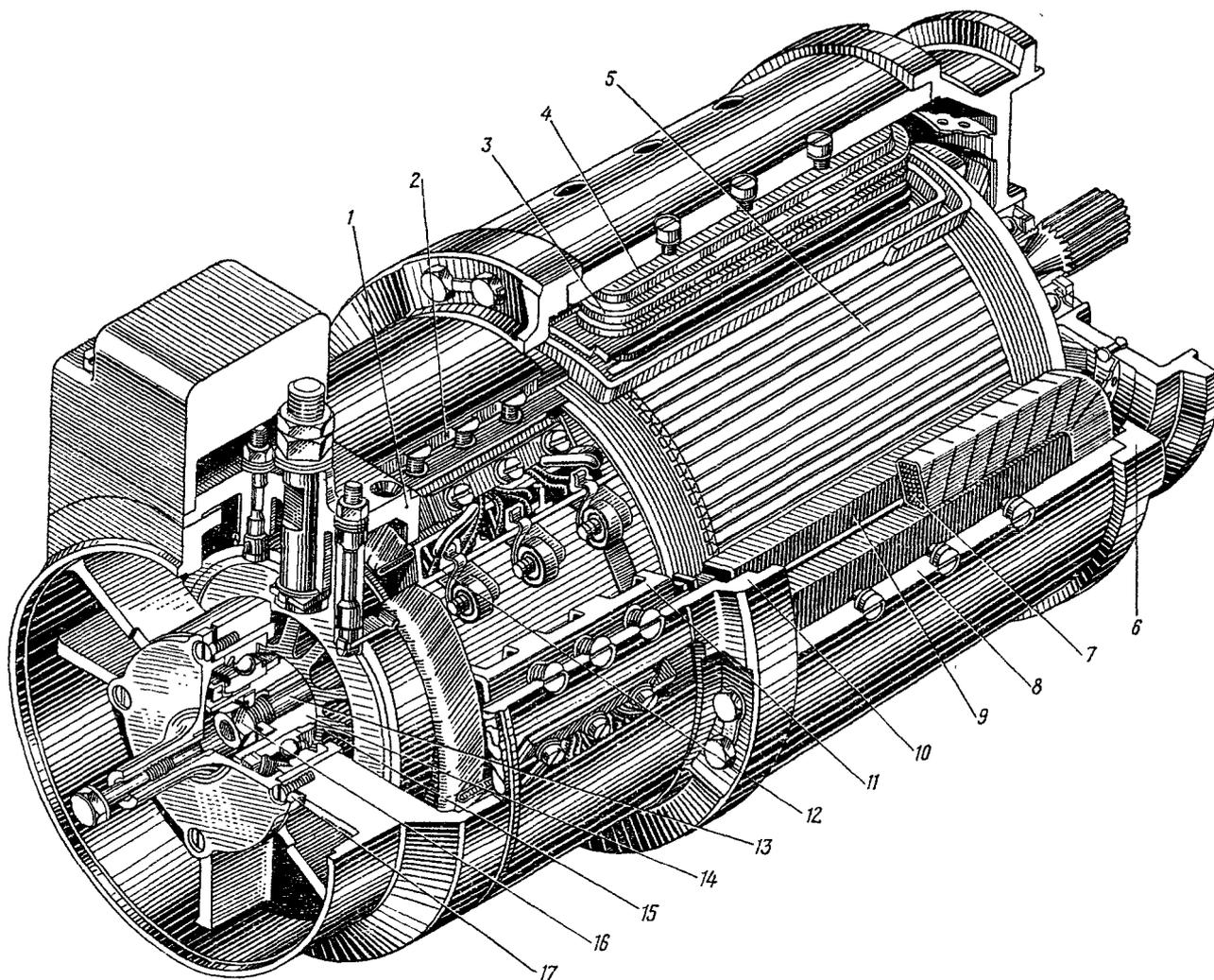
Полый вал 14 якоря выполнен из легированной стали. Между втулкой и валом находится ступица 15, имеющая осевые каналы для охлаждающего воздуха. Вал 14 соединен с приводным гибким валом 13 при помощи конуса. На выходном конце гибкого вала нарезаны 16 шлицев эвольвентного профиля.

Генератор крепят на газотурбинной установке затяжкой фланца хомутом.

**АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ**

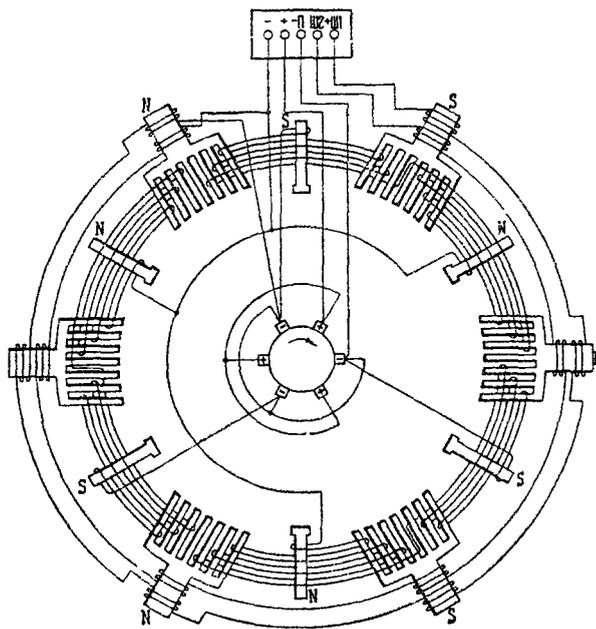
Установленная на самолете аккумуляторная батарея 12-САМ-28 относится к батареям свинцово-кислотного типа. Шифр 12-САМ-28 обозначает: 12 — количество последовательно соединенных в батарее элементов; САМ — стартерная авиационная моноблочная; 28 — емкость в ампер-часах при 5-часовом режиме разряда.

Аккумуляторную батарею 12-САМ-28 собирают в прессованном из эбонита моноблоке 17 (фиг. 50). Моноблок представляет собой монолитный корпус с изолированными друг от друга камерами-ячейками. Эти камеры имеют по две опорные призмы 18, служащие опорой для пластин положительного полублока 4. Пластины отрицательного полублока 20 опираются на отдельные эбонитовые башмачки 21, которые надевают на низ блока и вместе с блоком ставят на дно камеры моноблока. Электролитом батареи служит раствор серной кислоты в дистиллированной воде, имеющий плотность 1,260 г/см<sup>3</sup>. Шесть положительных 1 и шесть отрицательных 3 пластин, активными веществами которых являются соответственно двуокись свинца и металлический губчатый свинец, имеют толщину 1 мм. Эта не-

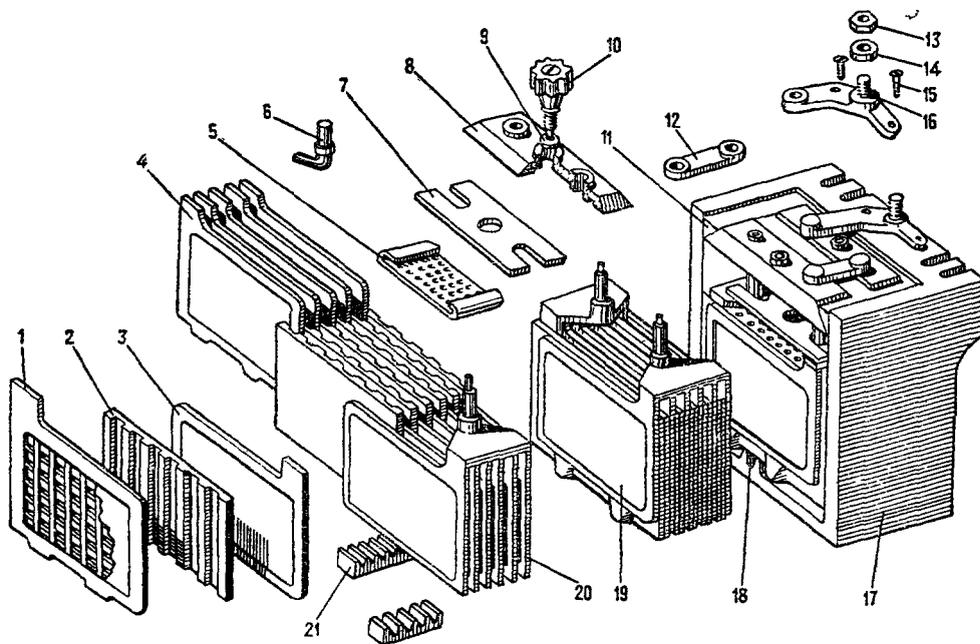


**Фиг. 48. Генератор ГС-24А:**

1 — панель; 2 — защитная лента; 3 — катушка дополнительных полюсов; 4 — дополнительные полюса; 5 — якорь; 6 — щит со стороны привода; 7 — катушки обмотки возбуждения; 8 — корпус; 9 — основные полюса; 10 — щит со стороны коллектора; 11 — обоймы щеткодержателя; 12 — щетки; 13 — гибкий вал; 14 — полый вал; 15 — ступица; 16 — гайка; 17 — винт



Фиг. 49. Схема соединения обмоток генератора ГС-24А



Фиг. 50. Устройство аккумуляторной батареи 12-САМ-28:

1 — положительная пластина; 2 — сепаратор; 3 — отрицательная пластина; 4 — полублок положительных пластин; 5 — предохранительный щиток; 6 — борн; 7 — отражательный щиток; 8 — крышка; 9, 14 — шайбы; 10 — рабочая пробка; 11 — резиновое уплотнение и мастика; 12 — межэлементное соединение; 13 — гайка; 15 — винт; 16 — выводная клемма; 17 — моноблок; 18 — опорные призмы; 19 — блок пластин; 20 — полублок отрицательных пластин; 21 — опорные башмачки

большая толщина пластин является характерной для стартерных батарей типа САМ, так как позволяет увеличить по сравнению с другими типами батарей количество пластин, а следовательно, и активную поверхность последних. По тем же соображениям, а также для уменьшения внутреннего сопротивления батарей уменьшены и расстояния между пластинами. Все это дает возможность получить от батарей *большой коэффициент использования* активных материалов (*большую удельную емкость на 1 кг активных материалов*).

Для фиксированного разделения пластин применяют мипоровые ребристые сепараторы 2, имеющие толщину по ребру 0,8 мм. Отсутствие ножек у отрицательных пластин исключает возможность образования очагов губчатого свинца по низу блока. Благодаря этому, а также тому, что крошки пластин перекрыты сепаратором, обеспечена хорошая защита от коротких замыканий в процессе всего срока службы батарей.

Борны (баретки) 6 полублоков имеют залитые в свинцово-сурьмянистый корпус медные стержни; эти медные стержни повышают токопроводность борнов и обеспечивают разряд батареи большими величинами силы тока.

С целью защиты верхних кромок сепараторов от поломки при замере уровня и плотности электролита или его температуры в верхней части блока прокладывают тонкий перфорированный винилпластовый предохранительный щиток 5. Выше его с опорой на лапку борна помещен эбонитовый щиток с центральным отверстием. Этот щиток, находясь над уровнем электролита, предохраняет его от выплескивания из элемента при работе батареи в условиях вибраций и носит название отражательного щитка 7. При приведении батареи в рабочее состояние и при эксплуатации ее необходимо замерять уровень электролита от нижнего, предохранительного щитка, а не от верхнего, отражательного. Уровень электролита должен превышать нижний щиток на 6—8 мм.

Собранный блок помещают в ячейку моноблока и накрывают фасонной эбонитовой камерной крышкой 8 с тремя отверстиями. Крайние отверстия предназначены для вывода борнов положительных и отрицательных полублоков, среднее отверстие — для заливки и смены электролита, а также для выхода газов, образующихся внутри элемента при работе батареи. Средние отверстия камерных крышек плотно (на резьбе) закрывают специальными пробками 10. Для обеспечения герметичности зазоры между крышками и стенками моноблока уплотняют тонким асбестовым шнуром, сырой резиной или резиновой рамкой, а промежутки между крышками заливают кислотостойкой мастикой.

Все элементы последовательно соединены между собой в батарею межэлементными перемычками 12. От крайних элементов на торцевую стенку моноблока выведены клеммы 16, которые состоят из винта и гайки и служат для присоединения батареи к внешней цепи.

Сверху батарею закрывают эбонитовой крышкой, которая закреплена откидными болтами с барашками.

Рабочая пробка 10 батареи представляет собой эбонитовый корпус, внутри которого помещен свинцовый грузик массой 18 г. В грузик заделан конец резинового клапана. Сверху корпус пробки закрыт крышкой с отверстием. В нормальном положении пробки грузик давит на стержень клапана и открывает кольцевой канал корпуса для выхода газов. При наклоне пробки грузик падает на боковую стенку корпуса и втягивает стержень клапана, который своей головкой закрывает отверстие и герметизирует батарею.

#### Основные данные

|  |                  |
|--|------------------|
| Напряжение . . . . .   | 24 в             |
| Работоспособность сохраняется в диапазоне температур . . . . . | от —60 до +50° С |
| до высоты . . . . .  | 17 км            |
| Вес (с электролитом) . . . . .                                 | не более 28,5 кг |

#### Длительный (5-часовой) режим разряда

|   |        |
|---|--------|
| Емкость . . . . .                         | 28 а·ч |
| Сила разрядного тока . . . . .            | 5,6 а  |
| Конечное напряжение на элементе . . . . . | 1,7 в  |
| Средняя температура электролита . . . . . | 25° С  |

#### Стартерный (запусковой) режим

|   |                  |
|---|------------------|
| Длительность запуска в секундах на длительность паузы в минутах . . . . . | 45/3             |
| Пределы изменения силы тока при запуске . . . . .                         | 650—75 а         |
| Количество запусков при начальной температуре . . . . .                   |                  |
| 25° С . . . . .   | 4                |
| 5° С . . . . .  | 2                |
| Напряжение в конце запуска . . . . .                                      | 16 в             |
| Максимально допустимый разрядный ток . . . . .                            | 750 а            |
| Вес батареи . . . . .   | не более 28,5 кг |

Саморазряд за 15 суток приводит к уменьшению числа запусков не более чем на один.

Количество запусков гарантируется начиная со второго цикла; на первом цикле количество запусков на одно меньше по сравнению с гарантированным.

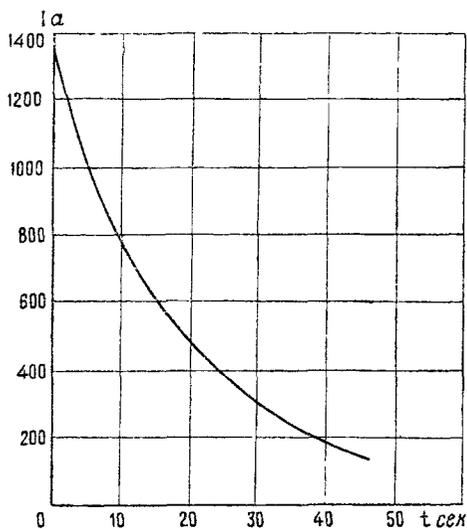
Указанная емкость батареи гарантируется в период первого года эксплуатации (начиная с третьего цикла); на последующий период эксплуатации до окончания гарантии емкость батареи не менее 23 а·ч. Изменение силы тока двух батарей в процессе одного запуска показано на фиг. 51, а на фиг. 52 — изменение напряжения двух батарей при их разряде. Определение степени разряженности батареи на самолете производится при отключенных генераторах путем подключения к ней нагрузки, потребляющей ток, равный 12 а (включением подкачивающего насоса ЭЦН-14). Нагрузку следует включать на короткое время (не более 3—5 сек) во избежание излишнего расхода электроэнергии. При работе батареи на указанную нагрузку напряжение ее должно составлять:

|   |             |
|---|-------------|
| при полностью заряженной батарее или разряженной на 25% . . . . . | 25—24 в     |
| при разряженной на 50% . . . . .                                  | 24—23,5 в   |
| при разряженной на 75% . . . . .                                  | 23,5—22,5 в |

при полностью разряженной батарее . . . . . 22,5—21,0 в

Установка на самолет батарей, разряженной более чем на 25%, не допускается.

Для более точного определения степени разряженности батарей следует проверять напряжение каждого элемента под нагрузкой с помощью пробника Румянцева. При этом для проверки батарей



Фиг. 51. Изменение силы тока двух аккумуляторных батарей 12-САМ-28 (или 12-АСАМ-23) в процессе одного запуска

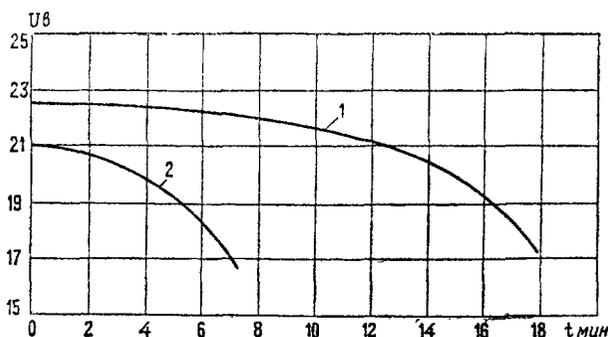
12-САМ-28 в пробник вставляют нагрузочное сопротивление на ток 12 а. Напряжение при этой нагрузке измеряют на каждом элементе. Если напряжение хотя бы у одного элемента окажется ниже 2 в, то батарея должна быть отправлена на зарядную станцию.

Следует иметь в виду, что напряжение батареи, замеренное без нагрузки, практически не отличается от величины электродвижущей силы (э.д.с.), так как падение напряжения на батарее (произведение тока нагрузки на внутреннее сопротивление батареи) равно нулю. Поэтому замеренное таким образом напряжение не может характеризовать состояние батареи.

Образование в процессе разряда батареи сульфата свинца вызывает расходование из электролита серной кислоты и образование воды. Так как плотность серной кислоты больше плотности воды, то во время разряда плотность электролита уменьшается. Благодаря этому степень разряженности батареи наиболее точно может быть определена путем замера плотности электролита с помощью ареометра. При этом плотность электролита, приведенная к 25° С, составляет:

|                                   |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| при заряженной батарее . . . . .  | 1,255—1,265 г/см <sup>3</sup> |
| при разрядке на 25% . . . . .     | 1,200—1,225 г/см <sup>3</sup> |
| при разрядке на 50% . . . . .     | 1,160—1,180 г/см <sup>3</sup> |
| при разрядке на 75% . . . . .     | 1,110—1,130 г/см <sup>3</sup> |
| при полностью разряженной батарее | 1,050—1,080 г/см <sup>3</sup> |

Глубокий разряд батареи вызывает вредную сульфатацию пластин, т. е. образование крупных кристаллов сульфата свинца в толще активной массы. Характерными внешними признаками появления вредной сульфатации пластин являются обильное газовыделение и повышенное напряжение на элементах, наступающие сразу же после включения батареи на заряд.



Фиг. 52. Изменение напряжения двух аккумуляторных батарей 12-САМ-28:

1 — при разряде током 107 а; 2 — при разряде током 210 а

Необходимо тщательно следить за состоянием вентиляционных каналов пробок, обеспечивающих отвод газов, и во избежание саморазряда — за чистотой наружной поверхности батареи.

Аккумуляторные батареи 12-АСАМ-23, применяющиеся на самолетах наряду с батареями 12-САМ-28, работают без свободного электролита, который сливают из батарей после приведения их в рабочее состояние. Необходимый для работы батареи электролит остается в абсорбированном состоянии в порах пластин и сепараторах.

Конструкция батарей 12-САМ-28 и 12-САМ-23 в основном одинаковая, и батареи взаимозаменяемы. Вес батареи 12-АСАМ-23 не более 31 кг.

#### РЕГУЛЯТОР НАПЯЖЕНИЯ РН-180 2-й СЕРИИ

Угольный регулятор напряжения РН-180 2-й серии предназначен для автоматического поддержания в заданных пределах напряжения генераторов постоянного тока СТГ-18ТМ и ГС-24А при изменении их нагрузки и скорости вращения якоря в рабочем диапазоне.

Одновременно регулятор обеспечивает правильное распределение нагрузки при параллельной работе генераторов.

Регулятор работает в комплекте с выносным сопротивлением ВС-25Б.

#### Основные данные

|   |                 |
|---|-----------------|
| Номинальное поддерживаемое напряжение . . . . .   | 28,5 в          |
| Мощность, рассеиваемая угольным столбом регулятора . . . . .  | не более 180 вт |
| Ток, потребляемый рабочей обмоткой . . . . .  | не более 0,87 а |
| Режим работы . . . . .  | продолжительный |
| Изменение напряжения генератора, поддерживаемого регулятором при изменении скорости вращения якоря генератора от минимальной до максим- |                 |

мальной, изменении тока нагрузки от нуля до номинального, неизменной величины выносного сопротивления ВС-25Б и температуре окружающей среды +20° С

составляет 3 в (в пределах 26,3—29,7 в)

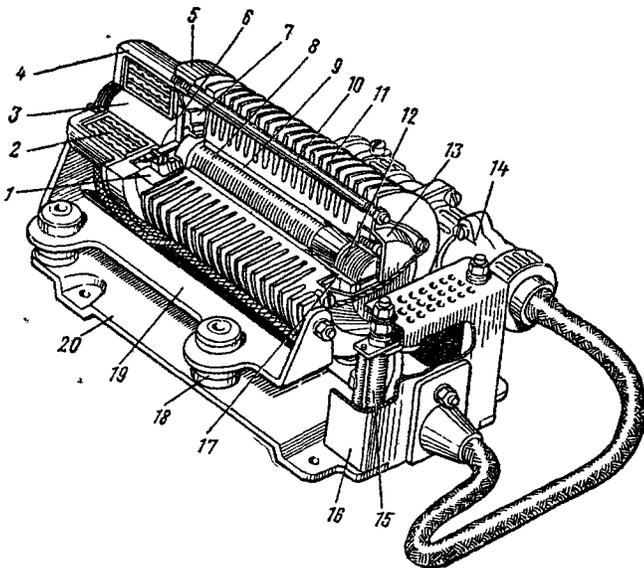
Изменение напряжения генератора при изменениях температуры окружающей среды от -60 до +60° С, в условиях действующих на самолете виброперегрузок и вышеуказанных остальных условиях

3,5 в (в пределах 26,3—30,2 в)

Выносное сопротивление ВС-25Б обеспечивает изменение уровня регулируемого напряжения генератора Вес

в пределах ±1,5 в не более 2,5 кг

Регулятор представляет собой электромагнитный прибор реостатного типа с плавным изменением сопротивления угольного столба типа ШР-14А.



Фиг. 53. Регулятор напряжения РН-180 2-й серии

1 — пластмассовое кольцо, 2 — катушка; 3 — сердечник; 4 — корпус электромагнита; 5 — фланец электромагнита, 6 — якорь, 7 — шайба; 8 — угольный столб ШР 14А, 9 — алюминиевая втулка; 10 — стойка, 11 — ребристый корпус; 12 — контакт, 13 — колпачок, 14 — штепсельный разъем, 15 — подстроечный реостат РС-25; 16 — кожух, 17 — фланец, 18 — амортизатор; 19 — плата, 20 — основание

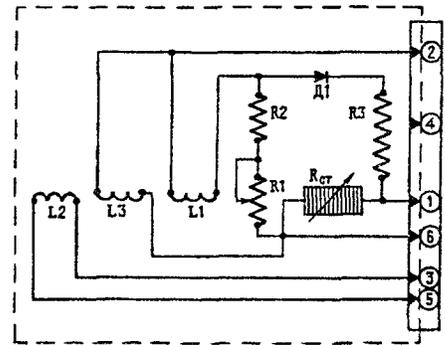
Основными частями регулятора (фиг 53) являются: собственно регулятор, плата с амортизаторами, основание, штепсельный разъем, три сопротивления и колодка с германиевым диодом.

Собственно регулятор состоит из следующих элементов: угольного столба 8, алюминиевой анодированной втулки 9, якоря 6, сердечника 3, с помощью которого осуществляется регулирование магнитного зазора, корпуса 4 электромагнита, катушки 2 с тремя обмотками (рабочей, параллельной работы и температурной компенсации), фланца 5 электромагнита, ребристого корпуса 11, трех стоек 10, соединяющих корпус 11 с фланцем 5, контакта 12, служащего для регулирования сопротивления угольно-

го столба 8, фланца 17, колпачка 13, теплоизолирующего экрана 1 и шайбы 7.

Плита 19 имеет четыре амортизатора 18. Плита с регулятором устанавливается на основании 20 и крепится к нему через амортизаторы винтами. На основании размещены также сопротивление температурной компенсации, стабилизирующее сопротивление, подстроечный реостат 15, закрытые кожухом 16.

Подсоединение регулятора в схему осуществляется через штепсельный разъем. Схема регулятора напряжения показана на фиг. 54.



Фиг. 54. Электросхема угольного регулятора РН-180 2-й серии

Рабочая обмотка регулятора L1 через добавочные сопротивления R1, R2 и выносное сопротивление ВС-25Б подключена к клеммам генератора постоянного тока. Угольный столб Rст регулятора включен последовательно с обмоткой возбуждения генератора.

Чувствительным элементом регулятора, воспринимающим изменение регулируемого напряжения, является электромагнит. Исполнительным органом, непосредственно воздействующим на возбуждение генератора, является угольный столб, набранный из отдельных угольных шайб и обладающий свойством изменять величину сопротивления в широком диапазоне при изменении действующей на него силы сжатия. Изменение силы сжатия столба происходит в результате перемещения якоря электромагнита, жестко связанного с пружиной мембранного типа.

На якорь электромагнита действуют три силы (фиг. 55): сила  $F_{эм}$  электромагнита, сила  $F_{сж}$  реакции угольного столба и сила  $F_{пруж}$  пружины якоря, противоположно направленная силе электромагнита.

Когда алгебраическая сумма сил, действующих на якорь, равна нулю

$$F_{эм} = F_{пруж} - F_{сж},$$

якорь находится в состоянии покоя, и сопротивление угольного столба не изменяется.

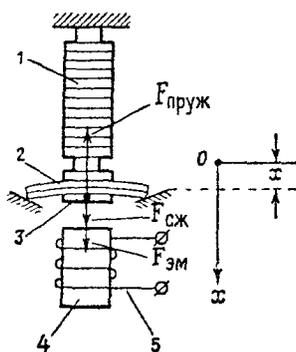
Сила  $F_{пруж} - F_{сж}$  зависит от положения  $x$  якоря, а сила  $F_{эм}$  зависит еще и от ампер-витков обмотки электромагнита (рабочей обмотки регулятора), т. е. от напряжения генератора. Характер зависимости этих сил от перемещения  $x$  якоря показан на фиг 56.

Положению якоря электромагнита  $x_0$  соответствует напряжение  $U_2$ , определяемое точкой пересече-

ния механической и электромеханической характеристик, т. е. условием

$$F_{эм} = F_M = F_{пруж} - F_{сж}.$$

Если напряжение генератора увеличивается по сравнению с номинальным значением  $U_2$  (вследствие увеличения скорости вращения или уменьшения нагрузки на генератор), то оно приобретает значение  $U_1$ . Это происходит за счет того, что якорь элек-



Фиг. 55. Схема работы угольного регулятора напряжения:

1 — угольный столбик, набранный из угольных шайб; 2 — пружина мембранного типа; 3 — якорь электромагнита, жестко связанный с пружиной; 4 — сердечник электромагнита; 5 — рабочая обмотка электромагнита регулятора

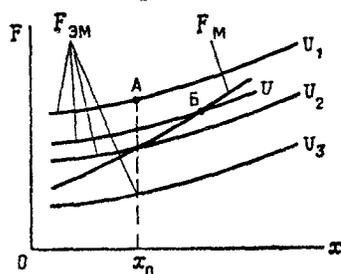
вующую напряжению  $U_1$  (точка А). Вследствие увеличения напряжения ( $U_1 > U_2$ ), а следовательно, и ампер-витков обмотки, якорь перемещается вправо, пока вновь не попадет на механическую характеристику (точка В).

В этом новом положении якоря электромагнита сумма сил вновь становится равной нулю, так как перемещению якоря соответствуют изменения прогиба пружины, сопротивления угольного столба и магнитного зазора.

Величины сил при этом изменяются: электромагнит создает большее усилие за счет уменьшения воздушного зазора при том же токе в рабочей обмотке. Это увеличившееся усилие электромагнита уравнивается усилием пружины, возросшим за счет ее прогиба.

Как видно из фиг. 56, регулятор настроен так, что уменьшение нагрузки приводит к некоторому увеличению напряжения (и наоборот). Подобная настройка регулятора называется настройкой с положительным статизмом.

Таким образом, при повышении напряжения генератора увеличивается ток в рабочей обмотке регулятора и, следовательно, увеличивается сила электромагнита. Равновесие сил, действующих на якорь регулятора, нарушается, и якорь перемещается в направлении электромагнита. При этом давление на угольный столб уменьшается, и его со-



Фиг. 56. Электромеханические  $F_{эм} = f(x)$  и механическая  $F_M = F_{пруж} - F_{сж} = f_1(x)$  характеристики регулятора напряжения

противление в первый момент времени остается в прежнем положении, соответствующем  $x_0$ , и рабочая точка попадает на электромеханическую характеристику, соответ-

ствующую напряжению  $U_1$  (точка А). Вследствие увеличения напряжения ( $U_1 > U_2$ ), а следовательно, и ампер-витков обмотки, якорь перемещается вправо, пока вновь не попадет на механическую характеристику (точка В).

В этом новом положении якоря электромагнита сумма сил вновь становится равной нулю, так как перемещению якоря соответствуют изменения прогиба пружины, сопротивления угольного столба и магнитного зазора. Величины сил при этом изменяются: электромагнит создает большее усилие за счет уменьшения воздушного зазора при том же токе в рабочей обмотке. Это увеличившееся усилие электромагнита уравнивается усилием пружины, возросшим за счет ее прогиба.

Как видно из фиг. 56, регулятор настроен так, что уменьшение нагрузки приводит к некоторому увеличению напряжения (и наоборот). Подобная настройка регулятора называется настройкой с положительным статизмом.

Таким образом, при повышении напряжения генератора увеличивается ток в рабочей обмотке регулятора и, следовательно, увеличивается сила электромагнита. Равновесие сил, действующих на якорь регулятора, нарушается, и якорь перемещается в направлении электромагнита. При этом давление на угольный столб уменьшается, и его со-

противление возрастает, что приводит к уменьшению тока возбуждения генератора и к снижению напряжения до уровня, близкого к заданному.

При снижении напряжения генератора ниже установленного уровня сила электромагнита уменьшается, равновесие сил нарушается и якорь отходит от электромагнита. При этом давление на угольный столб возрастает, и его сопротивление уменьшается. В результате ток возбуждения генератора увеличивается, напряжение генератора возрастает до заданного уровня, после чего перемещение якоря прекращается.

В новом положении якоря регулятора находится в равновесии, но величины действующих на него сил изменились: усилие пружины якоря уменьшилось за счет ее прогиба, а усилие электромагнита уменьшилось за счет увеличения воздушного зазора. Характеристики электромагнита и пружины якоря выбраны таким образом, что небольшое изменение напряжения на рабочей обмотке регулятора вызывает изменение сопротивления угольного столба, которое необходимо для поддержания напряжения генератора на заданном уровне.

Для уменьшения влияния изменений температуры на точность работы регулятора предусмотрена температурная компенсация, заключающаяся в следующем:

— последовательно с рабочей обмоткой L1 (см. фиг. 54) включены сопротивления температурной компенсации R1 и R2, выполненные из константана;

— параллельно рабочей обмотке L1 и сопротивлениям температурной компенсации R1 и R2 включена обмотка температурной компенсации L3, намагничивающая сила которой вычитается из намагничивающей силы рабочей обмотки; поэтому на якорь действует разность этих намагничивающих сил.

Параметры сопротивлений и обмоток подобраны таким образом, что приращение намагничивающих сил от изменения температуры обеих обмоток примерно одинаково.

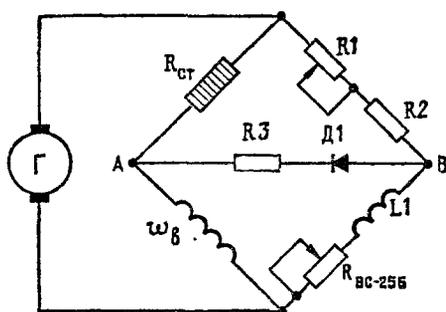
Таким образом, введение в схему регулятора константановых сопротивлений и добавочной обмотки значительно снижает изменение напряжения, зависящее от изменения сопротивления рабочей обмотки при различных температурах.

При переходных режимах работы генератора, т. е. при резких изменениях режима работы (включение и выключение нагрузки, резкие изменения скорости вращения якоря), наблюдаются колебания напряжения и тока возбуждения генератора.

При изменении режима работы генератора, т. е. как только его напряжение отклонится от нормальной величины, якорь регулятора перемещается и изменяет сопротивление угольного столба и ток возбуждения генератора. В силу своей инерционности якорь регулятора пройдет положение равновесия и остановится только тогда, когда напряжение на генераторе уже возрастет на некоторую величину, больше требуемой. Дальше начнется движение якоря и изменение напряжения в другую сторону. При определенных условиях этот процесс может стать незатухающим, и напряжение генератора будет колебаться около среднего значения с какой-то частотой.

той. В колебательном движении будет находиться угольный столб. Колебания напряжения недопустимы для потребителей, а колебания угольного столба вызывают подгар шайб столба и преждевременный выход из строя регулятора.

Для повышения устойчивости работы регулятора в его схеме предусмотрено стабилизирующее сопротивление  $R_3$ , которое способствует уменьшению колебаний напряжения и их затуханию.



Фиг. 57. Схема моста угольного регулятора со стабилизирующим сопротивлением  $R_3$  и выпрямителем

Стабилизирующее сопротивление, представляющее собой по существу сопротивление обратной связи, включено в диагональ моста, состоящего из угольного столба, обмотки возбуждения генератора  $\omega_8$  (фиг. 57), рабочей обмотки регулятора  $L_1$ , выносного сопротивления  $R_{bc-255}$  и сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$ .

Величина и направление тока через стабилизирующее сопротивление  $R_3$  определяется разностью потенциалов в точках  $A$  и  $B$ .

При режимах работы, близких к режиму минимальной скорости вращения и полной загрузки генератора, регулятор напряжения вводит в цепь возбуждения генератора малое сопротивление угольного столба  $R_{ст}$ . При малых значениях  $R_{ст}$  потенциал точки  $A$  становится выше потенциала точки  $B$ , ток в диагонали  $A-B$  при отсутствии диода  $D_1$  протекает в сторону обмотки регулятора  $L_1$ . В этом случае ток в обмотке регулятора увеличивается на величину тока, протекающего в диагонали, причем тем больше, чем меньше  $R_{ст}$ .

При режимах работы, близких к режиму максимальной скорости вращения и холостого хода, регулятор вводит в цепь возбуждения большое сопротивление  $R_{ст}$ . При больших значениях  $R_{ст}$  потенциал точки  $A$  ниже потенциала точки  $B$ , ток в диагонали  $A-B$  направлен в сторону от обмотки регулятора. При этом ток в обмотке регулятора уменьшается (по сравнению со случаем, когда диагональ  $A-B$  с сопротивлением  $R_3$  отсутствует) на величину ответвляющегося тока, причем тем сильнее, чем больше  $R_{ст}$ .

Таким образом, при уменьшении сопротивления угольного столба ток в рабочей обмотке регулятора увеличивается за счет тока в стабилизирующем сопротивлении (при отсутствии диода  $D_1$ ), а при увеличении сопротивления угольного столба — уменьшается.

Например, произошло включение нагрузки генератора и напряжение генератора снизилось. Тогда за счет снижения напряжения генератора ток в рабочей обмотке  $L_1$  регулятора уменьшится, при этом уменьшится сила электромагнита, якорь регулятора начнет перемещаться, увеличивая давления на угольный столб. Сопротивление  $R_{ст}$  и падение напряжения на нем будут уменьшаться, а потенциал точки  $A$  увеличиваться. Последнее вызовет уменьшение тока, протекающего через стабилизирующее сопротивление  $R_3$  при отсутствии диода  $D_1$ ; следовательно, уменьшится падение напряжения на сопротивлениях  $R_1$  и  $R_2$ ; общее уменьшение тока в обмотках электромагнита регулятора будет меньше, чем при отсутствии стабилизирующего сопротивления.

Уменьшение скорости снижения тока в обмотке электромагнита вызовет меньшее снижение силы электромагнита, вследствие чего уменьшится скорость движения якоря и возможность перерегулирования, а значит, и увеличится устойчивость работы в переходных режимах.

Таким образом, изменение величины и направления тока в стабилизирующем сопротивлении влияет на изменение силы электромагнита, замедляя перемещение якоря регулятора и усиливая затухание колебаний якоря. Следовательно, этот процесс способствует быстрому прекращению колебаний напряжения генератора.

Во время установившегося режима работы генератора ток, проходящий через стабилизирующее сопротивление, или складывается с током рабочей обмотки электромагнита, или вызывает дополнительное падение напряжения на сопротивлениях  $R_1$  и  $R_2$ . Вследствие этого при малом сопротивлении угольного столба, соответствующем малой скорости вращения якоря генератора, напряжение за счет стабилизирующего сопротивления несколько понижается, а при большом сопротивлении угольного столба — увеличивается. При этом напряжение при минимальных оборотах якоря генератора снижается больше, чем повышается при максимальных оборотах.

Таким образом, стабилизирующее сопротивление  $R_3$  вносит в работу статизм. Чтобы уменьшить статизм регулятора за счет действия сопротивления  $R_3$ , последовательно с ним включен диод  $D_1$ , запирающий цепь стабилизации при малых скоростях вращения генератора, когда потенциал точки  $A$  выше потенциала точки  $B$ . При малых скоростях и больших нагрузках система генератор — регулятор работает устойчиво и без сопротивления  $R_3$ . При больших же скоростях, когда возможна неустойчивая работа системы, потенциал точки  $A$  ниже потенциала точки  $B$  и диод не препятствует протеканию тока по сопротивлению  $R_3$  от точки  $B$  к точке  $A$ .

Обмотки  $L_2$  параллельной работы регуляторов левого и правого двигателей, работающие с параллельно включенными генераторами, соединяют навстречу друг другу и уравнивают нагрузку генераторов, автоматически корректируя их напряжение.

Нагрузка генераторов контролируется по падению напряжения на балластных сопротивлениях БС-18000, включенных в минусовые шины генера-

торов На самолетах, начиная с серии 30-01, на которых балластные сопротивления сняты, нагрузка генераторов контролируется по падению напряжения на обмотках генератора (при этом регулятор напряжения подключается к клемме «—П» генератора)

При равных нагрузках генераторов падения напряжений на балластных сопротивлениях или обмотках равны, потенциалы точек присоединения к ним регуляторных обмоток параллельной работы также равны, поэтому тока в уравнивательных обмотках нет.

Неравномерная нагрузка генераторов вызывает различные падения напряжения на балластных сопротивлениях или обмотках генераторов, потенциалы точек присоединения к ним обмоток параллельной работы становятся неравными, в обмотках возникает ток, создающий в электромагнитах регуляторов дополнительные магнитные потоки, суммирующиеся с потоками рабочих обмоток регуляторов.

При суммировании этих магнитных потоков увеличивается сила притяжения якоря регулятора более нагруженного генератора и его напряжение снижается; соответственно напряжение второго генератора повышается.

Таким образом, путем выравнивания напряжений параллельно включенных генераторов выравниваются и их нагрузки.

Для обеспечения устойчивой работы регулятора напряжения общее сопротивление внешних соединительных проводов должно быть в цепи возбуждения генератора не более 0,1 ом, в цепи обмотки параллельной работы — не более 0,15 ом.

#### ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-МИНИМАЛЬНОЕ РЕЛЕ ДМР-600Т 2-й СЕРИИ

Дифференциально-минимальное реле ДМР-600Т 2-й серии предназначено для автоматического включения генератора в бортовую сеть самолета и отключения его от сети.

Реле выполняет следующие основные функции:

— подключает генератор к сети, когда его напря-

жение превышает напряжение сети на установленную величину. Поэтому оно и называется дифференциальным (разностным);

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

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

— позволяет осуществлять ручное (неавтоматическое) дистанционное отключение генератора.

#### Основные данные

Номинальное напряжение . . . . . 28,5 в  
Номинальный ток силовой цепи . . . . . 600 а

Превышение напряжения генератора под напряжением сети, при котором дифференциальное реле срабатывает на включение . . . . . 0,2—1,0 в

Примечание. При наличии в бортовой сети нагрузки, имеющей общее сопротивление не выше 100 ом, и отсутствии в сети других источников питания реле включает генератор в сеть при напряжении на его клеммах не более 24 в

Обратный ток, при котором генератор отключается от сети . . . . . 25—50 а

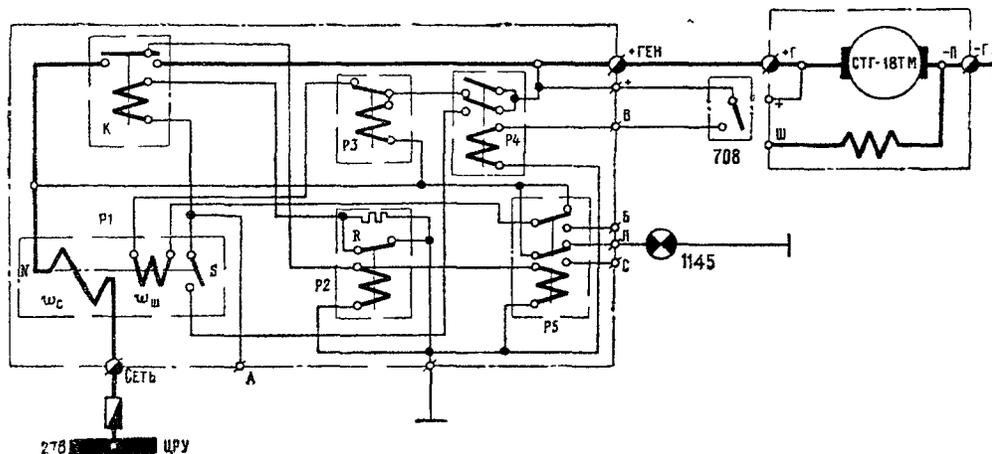
Примечание. Реле срабатывает на отключение при напряжении генератора не более 8 в, а также может срабатывать при обрыве провода между генератором и реле (при специальном способе его включения, не предусмотренном на самолете Ан 24).

Режим работы . . . . . продолжительный

Время срабатывания реле от момента включения до замыкания контактов контактора силовой цепи при номинальном напряжении 28,5 в и температуре окружающей среды +20° С . . . . . не более 0,15 сек

Перегрузочная способность силовых контактов (протекание двукратного тока по отношению к номинальному) . . . . . в течение 30 сек, но не чаще чем через каждые 5 час работы

Разрывная способность силовых контактов . . . . . по три включения и отключения пятикратного (относительно номи-



Фиг. 58. Электросхема дифференциально-минимального реле ДМР-600Т 2-й серии:

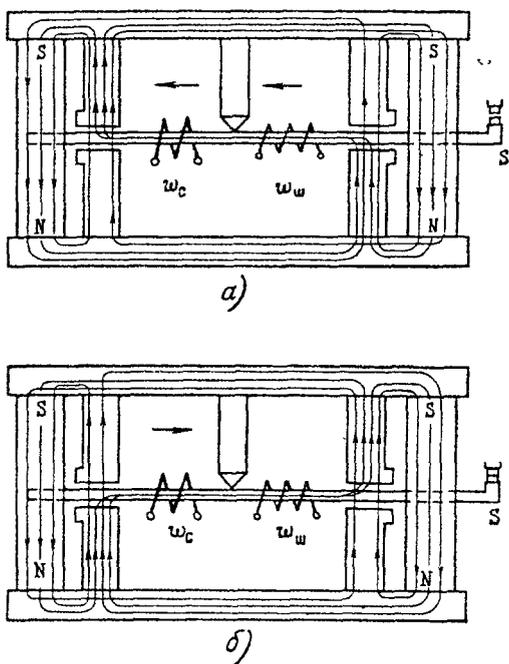
708 — выключатель генератора СТГ-18ТМ; 1145 — сигнальная лампа «Генератор отключен»

нального) тока в омической цепи при длительности его протекания до разрыва не более 1 сек

Допустимые пределы изменения на-  
пряжения для нормальной работы  
контактора реле . . . . . 25—30 в  
Вес . . . . . не более 2,5 кг

Принципиальная схема включения реле в сеть изображена на фиг. 58.

ДМР-600Т состоит из следующих основных элементов:



Фиг. 59. Схема распределения магнитного потока ДМР-600Т 2-й серии:

а — при разомкнутых контактах, б — при замкнутых контактах

— поляризованного дифференциального реле Р1, имеющего шунтовую  $w_{ш}$  и серийную  $w_{с}$  обмотки и постоянный магнит NS;

- контактора К;
- реле Р2, Р3, Р4, Р5,
- сопротивления R.

При замыкании выключателя генератора напряжение с клеммы «+» ДМР-600Т поступает через клемму В на обмотку реле Р4. В результате этого реле Р4 срабатывает, и через его контакты напряжение подается на обмотку реле Р3, обмотку и контакты реле Р1; схема подготовлена к работе.

Пока напряжение сети выше, чем напряжение генератора, ток в последовательной  $w_{с}$  и параллельной  $w_{ш}$  обмотках реле Р1 протекает от сети к генератору. Создаваемый этим током магнитный поток действует по направлению потока в якоре реле Р1 от постоянных магнитов (фиг. 59, а), в результате чего якорь удерживается в положении, при котором контакты S реле будут разомкнуты.

Если напряжение генератора превысит напряжение сети, тож в обмотках дифференциального реле

создаст поток в магнитном зазоре, направленный навстречу потоку от постоянного магнита при разомкнутых контактах (см. фиг. 59, б). В этом случае контакты S дифференциального реле замыкаются и «плюс» от генератора подается на обмотку контактора К (см. фиг. 58), контакты которого замыкаются и генератор подключается к сети. Ток, проходящий через серийную обмотку  $w_{с}$  дифференциального реле, будет удерживать его контакты в замкнутом состоянии. При замыкании контактора К напряжение подается на обмотку реле Р2, которое срабатывает и, размыкая нормально-замкнутые контакты, вводит добавочное сопротивление R в цепь обмотки контактора. Кроме того, напряжение подается на обмотку реле Р5, которое срабатывает и отключает лампу сигнализации «Генератор отключен».

Если напряжение сети превысит напряжение генератора, то по обмотке  $w_{с}$  реле Р1 потечет ток обратного направления. При возрастании тока до 25—50 а контакты реле Р1 размыкаются, обмотка контактора К обесточивается, и генератор отключается от сети.

Реле Р3 разрывает цепь питания обмотки  $w_{ш}$  реле Р1 при выключенном выключателе генератора Реле Р4 исключает «паразитные» связи генератора с бортсетью через обмотки реле Р3 и Р1.

Для нормальной работы сопротивление провода между генератором и клеммой «Ген.» ДМР-600Т должно быть не более 0,002 ом.

#### ВЫНОСНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ВС-25Б

Выносное сопротивление ВС-25Б предназначено для работы с регулятором напряжения с целью подрегулировки его напряжения в пределах  $\pm 1,5$  в от номинального значения 28,5 в.

#### Основные данные

|   |                 |
|---|-----------------|
| Сопротивление . . . . .                               | не менее 5 ом   |
| Номинальный ток . . . . .                             | 1,1 а           |
| Режим работы . . . . .                                | продолжительный |
| Допустимый перегрев константанового провода . . . . . | не более 80° С  |
| Перегрев корпуса . . . . .                            | не более 60° С  |
| Вес . . . . .   | не более 0,1 кг |

#### АВТОМАТ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ АЗП-8М 4-й СЕРИИ

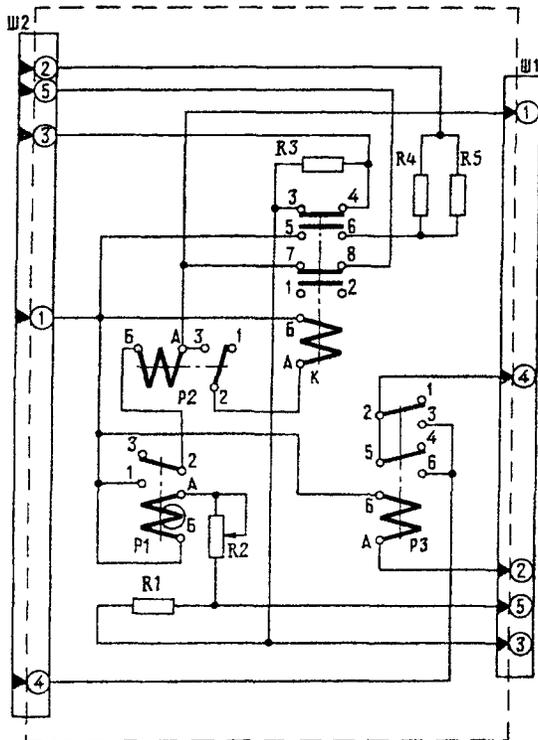
Автомат защиты от перенапряжения АЗП-8М 4-й серии предназначен для автоматического отключения генератора при аварийном повышении его напряжения, которое возникает вследствие спекания угольного столба или обрыва цепи рабочей обмотки регулятора напряжения.

Схема автомата (фиг. 60) представляет собой комплекс следующих элементов:

- реле замедленного действия Р1;
- коммутационного реле Р3;
- коммутационного реле Р2,
- кнопочного контактора К,
- сопротивлений R1, R3, R4, R5 и регулируемого сопротивления R2,
- двух штепсельных разъемов.

Все элементы автомата расположены на основании и закрыты сверху крышкой. Исходное положение автомата — при нажатой кнопке включения.

Реле P1 — устройство замедленного действия с зависимой от напряжения выдержкой времени. Реле имеет электромагнит втяжного типа и встроенный в каркас катушки воздушный демпфер. Обмотка реле P1 включена параллельно обмотке возбуждения генератора и реагирует на повышение напряжения в этой обмотке.



Фиг. 60. Электросхема автомата защиты сети от перенапряжения АЗП-8М 4-й серии

Выдержка времени, создаваемая реле P1, необходима для обеспечения селективности срабатывания и для исключения ложных срабатываний реле P1 при кратковременных эксплуатационных повышениях напряжения, вызванных, например, сбросом нагрузки генератора.

Контактор К — кнопочный, импульсного действия, с шариковой защелкой поворотного типа; имеет две пары силовых и две пары вспомогательных контактов. При нажатой кнопке одна пара силовых и вспомогательных контактов нормально-открытая и вторая пара — нормально-закрытая.

Одна пара силовых контактов контактора включена в цепь обмотки возбуждения генератора. Вспомогательные нормально-закрытые контакты включены на «плюс» генератора.

У реле P3 нормально-открытые контакты включены в цепь обмотки параллельной работы регулятора напряжения, работающего совместно с автоматом в схеме защиты. Обмотка реле подключена к клеммам генератора через выключатель генератора, отключающий одновременно реле P3 и ДМР-600Т.

Сопротивления R1 и R2 регулируют напряжение

включения реле P1. Сопротивление R3 является нагрузкой в цепи обмотки возбуждения генератора. Сопротивления R4 и R5 являются добавочными сопротивлениями в цепи сигнальной лампы в случае ее подключения к автомату (на самолете Ан-24 сигнальные лампы не установлены).

При повышении напряжения на клеммах 3 Ш1 и 1 Ш2 до 27—28 в при нормальной температуре окружающей среды и до 25,5—28,5 в при всех других условиях срабатывают реле P1, P2 и контактор К. На клемме 5 Ш1 появляется напряжение.

После срабатывания контактора К между клеммами 3 Ш1 и 3 Ш2 включается сопротивление R3, клемма 4 Ш1 подключается к клемме 4 Ш2 и отключается соединение между клеммами 1 Ш1 и 5 Ш2.

В табл. 8 приведена характеристика времени срабатывания АЗП-8М 4-й серии при внезапном повышении напряжения на клеммах 3 Ш1 и 1 Ш2.

Таблица 8

| Изменение напряжения в | Время срабатывания сек           |   |
|------------------------|----------------------------------|---|
|                        | при нормальной температуре среды | при других условиях в рабочем диапазоне |
| 15—31                  | До 1,2                           | До 1,5                                  |
| 15—50                  | Не менее 0,07                    | Не менее 0,06                           |

В схеме энергетике постоянного тока автомат работает следующим образом. При возрастании напряжения генератора более 30 в через определенный промежуток времени, зависящий от величины напряжения, срабатывает реле P1.

Через нормально-открытый контакт реле P1 напряжение поступает на обмотку реле P2, которое, срабатывая, своим нормально-открытым контактом подает напряжение на обмотку контактора К.

Контактор К срабатывает и своими контактами: — разрывает цепь обмотки возбуждения генератора;

— обесточивает ДМР, которое, срабатывая, отключает поврежденный генератор от сети;

— отключает питание обмотки реле P3.

Реле P1 и P2 отключаются вследствие развозбуждения генератора.

При срабатывании контактора К его шток поднимается; контакты приводят в исходное положение новым нажатием кнопки включения.

Контакты реле P3 разрывают цепь уравнительной обмотки регулятора напряжения. Автоматическое отключение обмотки параллельной работы регулятора аварийного генератора необходимо для обеспечения правильной работы оставшегося генератора.

Вес автомата защиты — не более 1,8 кг.

#### БАЛЛАСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ БС-18000

(устанавливается на самолетах до серии 30-01)

Балластное сопротивление БС-18000 предназначено для создания падения напряжения, пропорционального току нагрузки генератора, с целью автоматического распределения нагрузки между параллельно работающими генераторами.

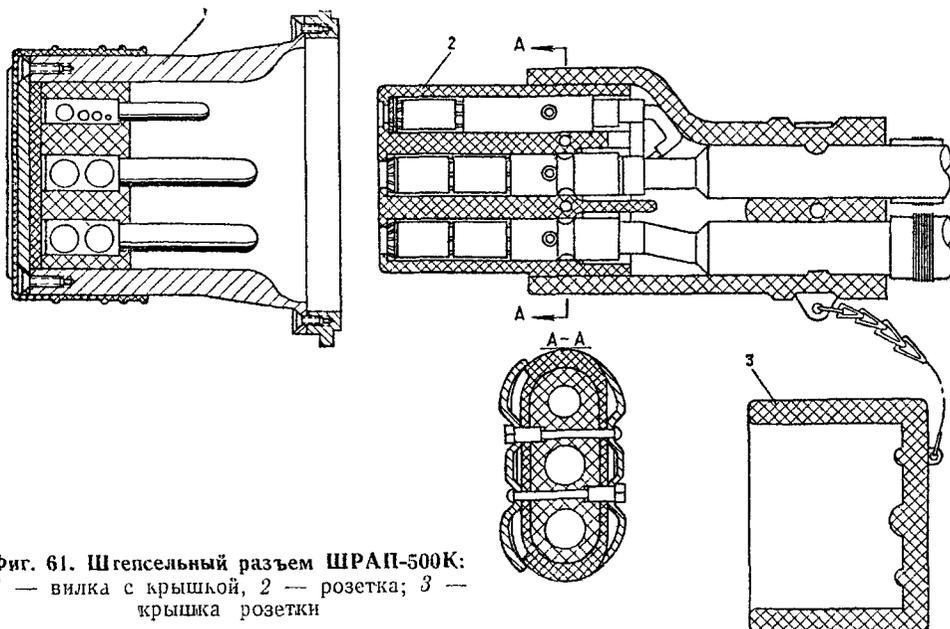
Сопротивление представляет собой два латунных стержня, к которым тугоплавким припоем припаяны четыре нихромовые пластины.

**Основные данные**

|                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| Нормальная величина сопротивления | 0,000715 ом ± 6% |
| Номинальный ток                   | 600 а            |
| Режим работы                      | продолжительный  |
| Вес                               | 0,83 кг          |

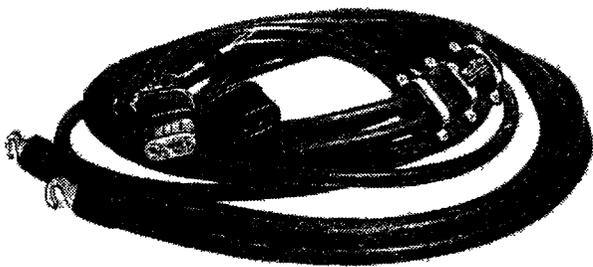
**ШТЕПСЕЛЬНЫЙ РАЗЪЕМ  
АЭРОДРОМНОГО ПИТАНИЯ ШРАП-500К**

Силовой штепсельный разъем ШРАП-500К предназначен для быстрого соединения (и разъединения) электрических цепей питания наземных источников электроэнергии постоянного тока с бортовой сетью самолета.



Фиг. 61. Штепсельный разъем ШРАП-500К: 1 — вилка с крышкой, 2 — розетка; 3 — крышка розетки

Разъем ШРАП-500К (с крышкой) является международным стандартным разъемом, который сты-



Фиг. 62. Кабель аэродромного питания постоянного тока с розеткой ШРАП-500К

куется с розетками разъемов, имеющимися в аэропортах на отечественных и международных линиях.

Штепсельный разъем (фиг. 61) состоит из вилки, установленной на самолете, и розетки, присоеди-

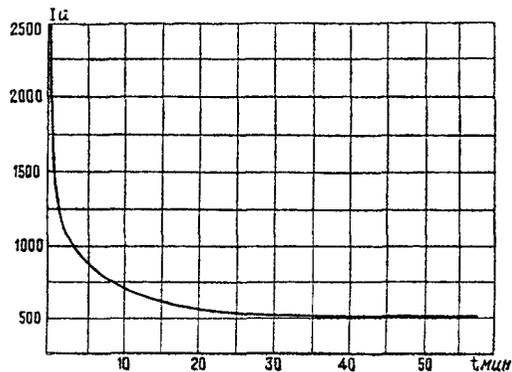
ной к кабелю аэродромного источника электроэнергии. Общий вид кабеля показан на фиг. 62.

Вилка разъема имеет «плюсовой» и «минусовой» силовые штыри диаметром 11,15 мм и управляющий штырь диаметром 8 мм. Переходное сопротивление каждой пары силовых контактов 60 мком, а управляющих контактов — 250 мком.

Конструкция разъема — пылевлагозащитная. Разъем не имеет фиксации сочлененного положения, т. е. он не снабжен замком. Усилие сочленения и расчленения 20—30 кг. Разъем допускает не менее 3000 сочленений и расчленений. При этом в конце срока службы допускается частичное (до 1/4 общей поверхности контактирования) снятие покрытия на рабочих частях контактов.

Разъем допускает длительную нагрузку в 500 а и 1500 а в течение 60 сек при напряжении до 30 в.

На фиг. 63 показан график продолжительности работы ШРАП-500К в зависимости от тока нагрузки.



Фиг. 63. График продолжительности работы ШРАП-500К

Вес разъема — не более 1,84 кг (вилки — не более 0,67 кг и розетки — не более 1,17 кг).

При эксплуатации разъема необходимо предупреждать засорение вилок и гнезд разъема землей, песком и проч.

## ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Для измерения тока в цепях источников постоянного тока и напряжения в основной и аварийной сетях используют три амперметра АЗ и один вольтметр В1, установленные на электрощитке энергетики (см. фиг. 19).

### Амперметр АЗ

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

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

Наружный шунт ШЗ представляет собой калиброванное марганцовое сопротивление, равное  $7,5 \cdot 10^{-5}$  ом, укрепленное в медных стойках. Для лучшего теплоотвода и обеспечения стабильности при различных температурах сопротивление выполнено в виде шести параллельно соединенных пластин.

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

#### Основные данные

|  |   |
|--|---|
| Пределы измерения амперметра (с шунтом ШЗ) . . . . .   | 100—900 а   |
| Погрешность комплекта при температуре $+20^\circ\text{C}$ . . . . .  | не более $\pm 27$ а   |
| Основная погрешность измерительного прибора . . . . .  | $\pm 2\%$ от суммы номинальных значений шкалы ( $\pm 22$ а)               |
| Дополнительная погрешность измерительного прибора на каждые $10^\circ\text{C}$ отклонения температуры от $+20^\circ\text{C}$ в диапазоне от $+50$ до $-60^\circ\text{C}$ . . . . . | не превышает $\pm 1\%$ от суммы номинальных значений шкалы ( $\pm 11$ а). |
| Падение напряжения на шунте при номинальном токе 1000 а . . . . .  | 75 мв   |
| Эксплуатационный ток шунта (ток 600—900 а допускается пропускать не более 10 сек) . . . . .  | 600 а   |
| Погрешность шунта (от номинального значения) . . . . .   | $\pm 0,5\%$   |
| Сопротивление провода, соединяющего измерительный прибор с шунтом . . . . .  | $0,9 \pm 0,075$ ом  |
| Вес измерительного прибора . . . . .   | не более 0,25 кг  |
| Вес шунта . . . . .  | не более 0,95 кг  |

Измерительные приборы и шунты из разных комплектов соответственно взаимозаменяемы. Шунт может нагреваться от проходящего по нему тока до температуры  $150^\circ\text{C}$ .

Отклонение сопротивления провода, соединяющего измерительный прибор с шунтом, от величины  $0,825—0,975$  ом вносит дополнительную погрешность в измерение, равную  $\pm 1\%$ .

## Вольтметр В1

Вольтметр В1 представляет собой миллиамперметр магнитоэлектрической системы с последовательно включенным внутри прибора гасящим марганцовым сопротивлением.

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

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

#### Основные данные

|  |  |
|--|--|
| Предел измерения . . . . .   | 0—30 в   |
| Основная погрешность вольтметра . . . . .  | $\pm 2\%$ от номинального значения шкалы ( $\pm 0,6$ в)              |
| Дополнительная погрешность вольтметра на каждые $10^\circ\text{C}$ отклонения температуры от $+20^\circ\text{C}$ в диапазоне от $+60$ до $-60^\circ\text{C}$ . . . . . | не превышает $\pm 5\%$ от номинального значения шкалы ( $\pm 1,5$ в) |
| Вес вольтметра . . . . .   | не более 0,25 кг   |

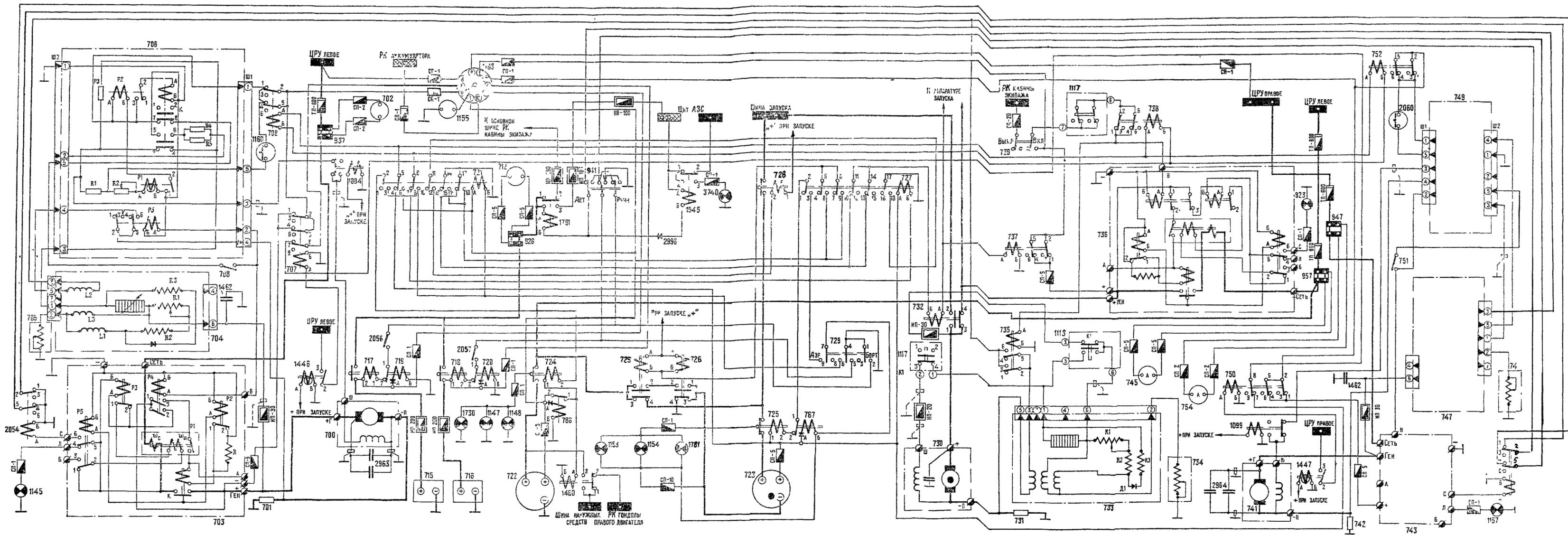
## 5. СХЕМА ЭНЕРГЕТИКИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Схема энергетики постоянного тока приведена на фиг. 64.

Переключение бортсети постоянного тока с аэродромного питания (от наземной энергетической установки) на бортовое (от аккумуляторных батарей) производится со щитка энергетики переключателем 729 «Аэродр. — Борт». При положении переключателя «Аэродр.» и подсоединенном к розетке АР1 источнике аэродромного питания на обмотку промежуточного реле 721 подается напряжение по цепи: вспомогательный контакт розетки 722 аэродромного питания, предохранитель СП-5, обмотка реле 721, переключатель 729, корпус. При подсоединенной розетке 723 (АР2) в обмотке реле 727 также протекает ток по цепи: вспомогательный контакт розетки 723, предохранитель СП-5, обмотка промежуточного реле 727, переключатель 729, предохранитель СП-10, нормально-замкнутые контакты контактора 726, корпус.

В результате этого реле 721 и 727 срабатывают, после чего срабатывают контактор 724 включения АР1 (за счет протекания тока через нормально-замкнутые контакты реле 786 контроля полярности, обмотку контактора 724, контакты 2—3 реле 721, переключатель 729, корпус) и контактор 725 включения АР2 (за счет протекания тока через обмотку контактора 725, нормально-замкнутые контакты реле 787 контроля полярности, контакты 2—3 реле 727, переключатель 729 и далее на корпус через контакты контактора 726).

Через контакты контактора 724 (от АР1) и контакты контакторов 725 и 726 (от АР2) напряжение подается на шину левого ЦРУ (через шунт 957 амперметра и предохранители ТП-600). Подача напряжения от аэродромных розеток сигнализируется лампами 1147, 1148, 1780, 1153, 1154 и 1781. По две сигнальные лампы каждой розетки размещены



Фиг. 64. Электросхема энергетики постоянного тока:

700, 701, 741, 742 — стартер-генераторы СТГ-18ТМ и безластные сопротивления ВС-18000 левого и правого двигателей; 702, 754, 937, 948 — амперметры АЗ и шунты ШЗ генераторов; 703, 743 — дифференциально-минимальные реле ДМР-600Т 2-й серии левого и правого генераторов; 704, 747 — угольные регуляторы РН-180 2-й серии; 705, 748 — выносные сопротивления ВС-25Б; 706, 749 — автоматы защиты от перенапряжения АЗП-8М 3-й серии; 707, 750 — реле ТКЕ52ПД блокировки включения ДМР-600Т; 708, 751 — выключатели ВГ-15К генераторов («СТГ лев», «СТГ прав») на щитке электроэнергетики; 709, 752 — реле ТКЕ52ПД блокировки ДМР-600Т при подключении аэродромного питания; 712, 928 — амперметр А2 и шунт Ш2 аккумуляторов; 715, 716 — аккумуляторы 12-САМ-28

№ 1 и 2, 717, 718 — контакторы КМ-400Д включения аккумуляторов; 719, 720, 786, 787 — реле ТДЕ210 контроля полярности аккумуляторов № 1 и 2 и аэродромных источников № 1 и 2; 721, 727 — промежуточные реле ТКЕ56ПД (срабатывают при подключении аэродромных источников № 1 и 2); 722, 723 — разъемы ШРАП-500К аэродромного источника № 1 и 2; 724, 725, 728 — контакторы КМ-600Д включения аэродромных источников № 1 и 2 и запуска от аэродромных средств; 726, 732 — переключающие контакторы ТКС611А; 729 — переключатель ЗППНГ-15К («Аэродр — Борт»). 730, 731 — генератор ГС-24А и его балластные сопротивления ВС-18000. 733 — угольный регулятор РН-180 2-й серии генератора ГС 24А, 734 — выносное сопротивление ВС-25Б, 735, 737, 738 — реле ТКЕ52ПД включе-

ния турбогенератора на параллельную работу, блокировки ДМР-600Т при запуске и блокировки ДМР-600Т при подключении аэродромного источника; 736 — дифференциально-минимальное реле ДМР-600Т генератора, 739, 923 — выключатель ЗПППГ-15К генератора ГС-24А и сигнальная лампа СМ-37 о его включении; 745, 957 — амперметр АЗ и шунт ШЗ генератора ГС-24А, 941 — переключатель ЗППНГ-15К аварийного питания («Автом. — Осн шина — Ручное») на электрошитке энергетики; 1084, 1099 — контакторы ТКД511А переключения обмоток возбуждения СТГ-18ТМ левого и правого двигателей; 1113, 1117 — лускорегулирующая коробка ПРК-8А и панель запуска ПТ 16А турбогенераторной установки; 1145, 1157 — сигнальные лампы СЛЦН выхода из строя левого и правого генераторов СТГ, 1147, 1148, 1153, 1154 — лампы СЛЦН сигнализации включения наземного аэро-

дромного источника № 1 и 2 возле ШРАП-500К и на электрошитке энергетики; 1155 — вольтметр В1, 1160, 2060 — кнопки 205КС аварийного выключения возбуждения генераторов СТГ-18ТМ левого и правого двигателей; 1183 — переключатель ШПН вольтметра В1; 1446, 1447 — реле времени ТВЕ-101В, 1460 — переключающий контактор КП-50Д; 1462, 2693, 2694 — конденсаторы МБГП-2-200, 1545, 3740 — контактор КП-100Д и лампа СЛЦН сигнализации перехода на аварийное питание; 1780, 1781 — лампы СЛЦН сигнализации включения аэродромного питания АР1 и АР2 (на правом борту gondoly правого двигателя); 1791 — контактор КП-400Д аварийного питания; 2054, 2055 — реле ТКЕ52ПД блокировки аварийного питания; 2056, 2057 — выключатели ВГ 15К контроля аккумуляторов № 1 и 2; 2996 — кремниевый диод Д242 (Д214)



на правой гондоле (с внутренней и наружной сторон) и по одной — на щите энергетрики постоянного и переменного тока в кабине экипажа.

При подключении розетки АР1 срабатывает контактор 1460 (вне зависимости от положения переключателя 729), и напряжение от этой розетки подается на шину наружных средств аэродромного обслуживания. На эту же шину при отключенной розетке АР1 питание подается от бортсети самолета (от РК гондолы правого двигателя) через нормально-замкнутые контакты контактора 1460.

За счет того, что силовые штыри разъемов аэродромного питания длиннее вспомогательного, их сочленение с розеткой происходит раньше, чем электрический контакт у вспомогательного штыря, т. е. до срабатывания контакторов 724 и 725. Тем самым предупреждается подгар силовых штырей при сочленении обеих половин разъема аэродромного питания.

Реле 786 и 787 контроля полярности служат для автоматического отключения питания от розеток АР1 и АР2 соответственно при перепутанной полярности (за счет срабатывания этих реле в случае перепутывания полярности разрываются цепи включения контакторов 724 и 725).

При срабатывании промежуточных реле 721 и 727 подготавливается цепь включения контакторов 726 (через нормально-разомкнутые контакты 5—6, 8—9 реле 727 и 14—15, 17—18 реле 721). Этим исключается возможность включения контакторов 726, предназначенных для переключения в процессе запуска двигателей аэродромных источников из параллельного их соединения в последовательное, даже при одной отключенной розетке аэродромного питания.

Аналогично этому разрывом контактов 10—11, 13—14 реле 727 и контактов 13—14, 16—17 реле 721 обеспечивается блокировка включения переключающего контактора 732, исключающая одновременную работу аэродромных средств и генератора 730 (ГС-24А) на запуск двигателей.

Через контакты 4—5 и 7—8 реле 721 или контакты 5—6 и 8—9 этого же реле обеспечивается отключение генераторов постоянного тока при подсоединении розеток АР2 или АР1 соответственно (за счет срабатывания реле 709, 738, 752 блокировок включения генераторов).

При переводе переключателя 729 в положение «Борт» срабатывают контакторы 717 и 718, подключающие к бортсети аккумуляторные батареи. Выключатели 2056 и 2057, расположенные на РК кабины экипажа, обычно находятся во включенном состоянии и предназначены для отдельного включения каждой аккумуляторной батареи к сети с целью замера ее напряжения (при выключенных генераторах).

Реле 719 и 720 обеспечивают подключение к бортсети аккумуляторов только правильной полярности.

Включение дифференциально-минимальных реле стартер-генераторов СТГ-18ТМ № 1 и 2 производится со щитка энергетрики постоянного и переменного тока выключателями 708 и 751 соответственно. Цепь включения ДМР СТГ-18ТМ № 1: клемма «+» ДМР, предохранитель СП-5, нормально-замкнутые контакты 1—2 и 4—5 реле 707 и реле 709,

нормально-замкнутые контакты контактора К в автомате защиты от перенапряжения 706, выключатель 708, клемма «В» ДМР. Аналогична цепь включения ДМР и стартер-генератора СТГ-18ТМ № 2.

Как видно из схемы, в случае перенапряжения за счет срабатывания автомата защиты разрывается цепь включения соответствующего генератора.

Срабатывание блокировочного реле 707 для генератора № 1 или блокировочного реле 750 для генератора № 2 обеспечивает автоматическое отключение соответствующего стартер-генератора от бортсети во время его работы в стартерном режиме вне зависимости от положения выключателей стартер-генераторов. Этим исключается возможность появления в бортовой сети повышенного напряжения, которое подается на стартер-генераторы при запуске двигателей.

Реле выдержки времени 1446 и 1447, обеспечивающие срабатывание блокировочных реле 707 и 750, включаются от аппаратуры запуска двигателей. Реле имеют выдержку времени на отключение после обесточивания, равную 0,5 сек, чтобы исключить ложное срабатывание автоматов защиты от перенапряжения АЗП-8М. Это ложное срабатывание может произойти за счет кратковременных забросов напряжения, связанных с переходными процессами переключения стартер-генераторов из стартерного режима в генераторный.

В случае отключения ДМР-600Т при включенном положении его выключателя (на щитке энергетрики постоянного и переменного тока) загорается лампа сигнализации 1145 для генератора № 1 или 1157 для генератора № 2 на средней панели приборной доски.

Включение реле 736 (ДМР-600Т 2-й серии) генератора ГС-24А производится переключателем 739 со щитка энергетрики постоянного и переменного тока. Цепь включения аналогична включению ДМР стартер-генераторов.

Для того чтобы во время запуска двигателей повышенное напряжение генератора ГС-24А не проникло в бортсеть, цепь включения его ДМР разрывается контактами реле 737, которое срабатывает при подключении ГС-24А на запуск двигателей.

Автоматическое распределение нагрузки между параллельно работающими генераторами осуществляется в результате подачи напряжения с балластных сопротивлений 701, 742 и 731 на обмотки L2 параллельной работы регуляторов РН-180 2-й серии. Магнитные потоки этих обмоток воздействуют на угольный столб регуляторов таким образом, что напряжение перепруженного генератора снижается, а недогруженного — увеличивается.

На самолетах, где балластные сопротивления БС-18000 не установлены (с серии 30-01), обмотки параллельной работы регуляторов подключены к клеммам «—П» соответствующих генераторов. В этом случае роль уравнивающих сопротивлений играют обмотки генераторов.

Как видно из схемы, при срабатывании АЗП-8М автоматически разрывается электрическая цепь уравнивательной обмотки регулятора отключаемого генератора С помощью реле 735 отключается уравнивательная цепь генератора ГС-24А при его отключении.

Регулирование напряжения генераторов производится со щитка энергетики постоянного и переменного тока с помощью сопротивлений 705, 748, 734.

Конденсаторы, подключенные к стартер-генераторам, к генератору ГС-24А и регуляторам напряжения, предназначены для снижения уровня помех радиоприему.

Включение аварийного питания производится переключателем 941 «Автом.—Осн. шина — Ручное» со щитка энергетики постоянного и переменного тока. При установке этого переключателя в положение «Ручное» происходит включение аккумуляторных батарей вне зависимости от положения переключателя «Аэродр.—Борт». Одновременно с этим шины аварийного питания за счет срабатывания контакторов 1791 и 1545 аварийного питания отключаются от основной сети и их питание осуществляется от аккумуляторных батарей.

В случае установки переключателя 941 в положение «Автомат» (его рабочее положение в полете) и отключения ДМР стартер-генераторов (что соответствует аварийному обесточиванию бортовой сети) система аварийного питания включается автоматически за счет замыкания цепей обмоток контакторов 1791 и 1545 контактами реле 2054 и 2055, которые при отключении ДМР путем снятия напряжения с клемм «С» ДМР замыкают свои нормальнозамкнутые контакты. Этим обеспечивается минимальное время перехода на аварийное питание. Для сигнализации экипажу о переходе на аварийное питание, на средней панели приборной доски установлена (с самолета серии 20-01) лампа сигнализации 3740, загорающая при срабатывании контактора 1545 аварийного питания.

Как видно из схемы, включение и отключение СТГ-18ТМ и генератора ГС-24А обеспечивается соответствующими реле ДМР-600Т. При этом возбуж-

дение СТГ-18ТМ и ГС-24А всегда остается включенным. Для отключения возбуждения стартер-генераторов в аварийных ситуациях на щитке энергетики постоянного и переменного тока установлены две кнопки 1160 и 2060, обеспечивающие принудительное срабатывание автоматов защиты АЗП-8М 4-й серии. Лампа 923 на щитке энергетики сигнализирует о включении ГС-24А.

Схемой энергетики предусматривается возможность замера напряжения в различных точках схемы с помощью вольтметра 1155 и переключателя 1183, установленных на щитке энергетики постоянного и переменного тока.

Положения переключателя обеспечивают замер напряжения на следующих элементах:

- разъемах аэродромного питания АР1 и АР2;
- аккумуляторных батареях АК1 и АК2;
- генераторе ГС-24А;
- стартер-генераторах СТГ-18ТМ (левом и правом);
- левом и правом ЦРУ;
- аварийной шине.

Замер напряжения производится до подключения источников к бортовой сети.

Во избежание перенапряжения на вольтметре при запуске двигателей цепь замера напряжения на АР2 при запуске автоматически разрывается с помощью реле 707 и 750.

Замер токов нагрузки бортовых и аэродромных источников производится с помощью четырех амперметров, установленных на щите энергетики, три из которых включены в цепь генераторов СТГ-18ТМ и ГС-24А, а один — в цепь аккумуляторов. Причем амперметр, включенный в цепь ГС-24А, может использоваться и для контроля за током нагрузки при питании от аэродромного источника.

### ГЛАВА III

## ЭНЕРГЕТИКА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

### 6. СХЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

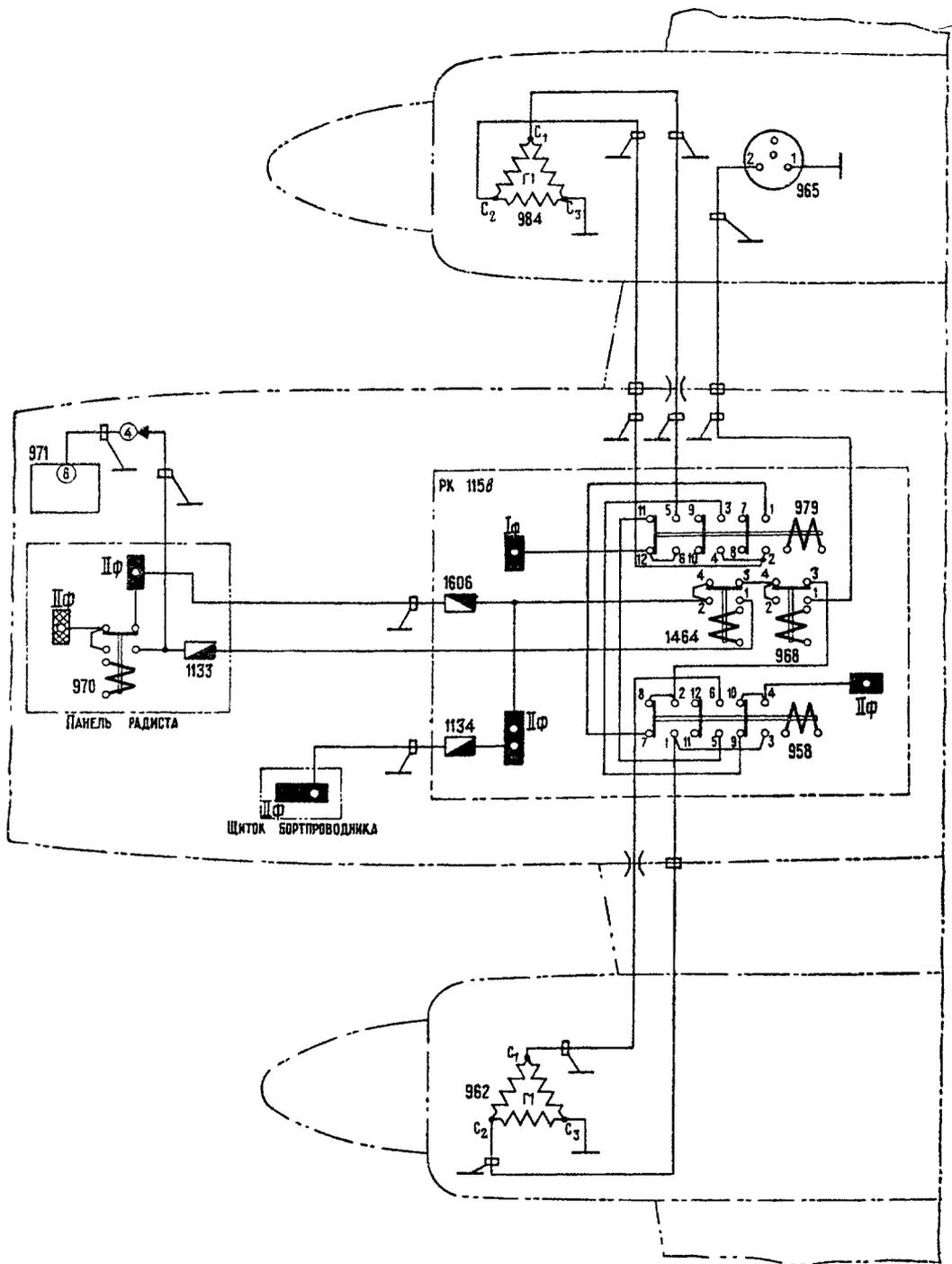
Источниками электроэнергии переменного однофазного тока напряжением 115 в 400 гц являются два синхронных генератора ГО16ПЧ8 и преобразователь ПО-750 2-й серии, а переменного трехфазного тока напряжением 36 в 400 гц — два преобразователя ПТ-1000ЦС и преобразователь ПТ-125Ц.

Для подсоединения питания бортовой однофазным переменным током от наземных энергетических установок на самолете установлен разъем аэродромного питания ШРА-200ЛК.

Схема распределения электроэнергии переменного однофазного тока показана на фиг. 65.

Генератор 962 левого двигателя (генератор № 1) подключен к шине питания аппаратуры своей клеммой С<sub>2</sub> через нормально-разомкнутые контакты 1—2 контактора 958 включения генератора № 1 и нормально-замкнутые контакты 3—4 контактора 968 включения аэродромного источника и контактора 1464 включения преобразователя ПО-750 2-й серии.

Генератор 984 правого двигателя (генератор № 2) подключен к шине питания аппаратуры своей клеммой С<sub>2</sub> через нормально-разомкнутые контакты 1—2 контактора 979 включения генератора № 2, нормально-замкнутые контакты 7—8 контактора 958 и далее по общей цепи с генератором № 1. Контактors 958 и 979 срабатывают соответственно



Фиг. 65. Схема распределения электроэнергии переменного тока 115 в 400 гц:

958, 979 — контакторы ТКС133ДТ включения генераторов № 1 и 2 в сеть; 962, 984 — генераторы ГО16ПЧ8 № 1 и 2; 965, 968 — разъем ШРА-200ЛК и контактор ТКС111ДТ включения аэродромного питания; 970 — контактор ТКД511ДТ включения ПО-750 2-й серии на аварийную шину; 971 — преобразователь ПО-750 2-й серии; 1133, 1134 — предохранители СП-10 и СП-20; 1464 — контактор ТКС111ДТ выхода ПО-750 2-й серии на основную шину; 1606 — плавкая вставка ПВ-100АС

при включении генераторов № 1 и № 2 и замыкают цепь однофазного переменного тока (клеммы С<sub>2</sub> генераторов — корпус).

Для питания рулевых агрегатов автопилота с генераторов снимается мощность трехфазного тока по системе два провода — корпус (клеммы С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> и С<sub>3</sub> генераторов). Величина мощности трехфазного тока не должна превышать 850 в.а. Подключение фазного провода с клемм С<sub>1</sub> генераторов к шине питания автопилота аналогично подключению провода с клеммы С<sub>2</sub> через контакты контакторов 958 и 979.

Противообледенительную систему лопастей воздушных винтов и их обтекателей подключают к фазным проводам (клеммы С<sub>2</sub> генераторов) аналогично подключению шины питания аппаратуры, но минуя контакторы 968 и 1464.

Так как параллельная работа генераторов переменного тока не предусматривается, контактор 958 исключает возможность одновременного подключения к бортсети генераторов № 1 и 2. Генератор № 1 является основным, нормально работающим генератором, а генератор № 2 — резервным.

При подключении питания бортсети от наземной энергетической установки через бортовой разъем 965 (ШРА-200ЛК) срабатывает контактор 968, отключающий шину питания аппаратуры от генераторов ГО16ПЧ8.

Аналогично при включении преобразователя 971 (ПО-750 2-й серии) срабатывает контактор 1464, отключающий шину питания аппаратуры как от генераторов, так и от наземной энергетической установки.

Таким образом, контакторы 958, 979, 968 и 1464 исключают одновременную параллельную работу на бортсеть двух и более названных источников питания переменным током.

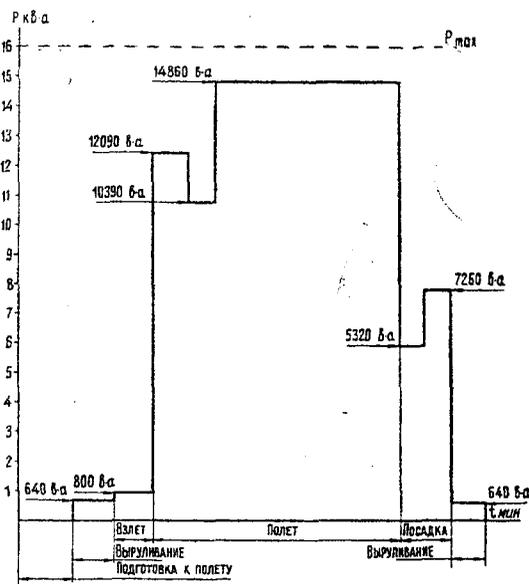
Питание противообледенительной системы лопастей воздушных винтов и их обтекателей осуществляют только генераторы. Это обусловлено тем, что включение системы при неработающих двигателях во избежание перегрева нагревательных элементов не допускается (этим исключается необходимость в питании системы от наземной энергетической установки), а мощности преобразователя ПО-750 2-й серии для питания системы недостаточно. Преобразователь ПО-750 может быть использован для поочередного питания потребителей электроэнергии, потребляемая мощность которых при их наземной отработке не превышает мощности преобразователя (750 в.а). Предохранитель 1133 (СП-10) предназначен для защиты преобразователя от перегрузок при включении мощных нагрузок в основную сеть однофазного переменного тока.

Помимо основной сети однофазного переменного тока, на самолете предусмотрена аварийная сеть с питанием от преобразователя ПО-750 2-й серии через контактор 970. При этом преобразователь от основной сети отключается.

К аварийной сети подключены те потребители электроэнергии, без которых затруднен полет даже в течение непродолжительного времени:

- автомат дозировки топлива АДТ;
- радиокомпас;
- командная радиостанция;
- самолетный радиоответчик;

— приборы контроля за работой двигателей и газотурбинной установки (указатели давления масла и топлива и температуры масла, измерители крутящего момента двигателей и указатели давления гидросмеси).



Фиг. 66. График нагрузок сети переменного тока 115 в 400 гц

Таким образом, схема распределения электроэнергии переменного тока обеспечивает не менее чем двукратное автоматическое резервирование источников питания и высокую степень надежности энергоснабжения потребителей переменного тока.

На фиг. 66 изображен график нагрузки бортсети переменного тока напряжением 115 в 400 гц.

## 7. АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

На фиг. 67 показано размещение агрегатов системы на самолете.

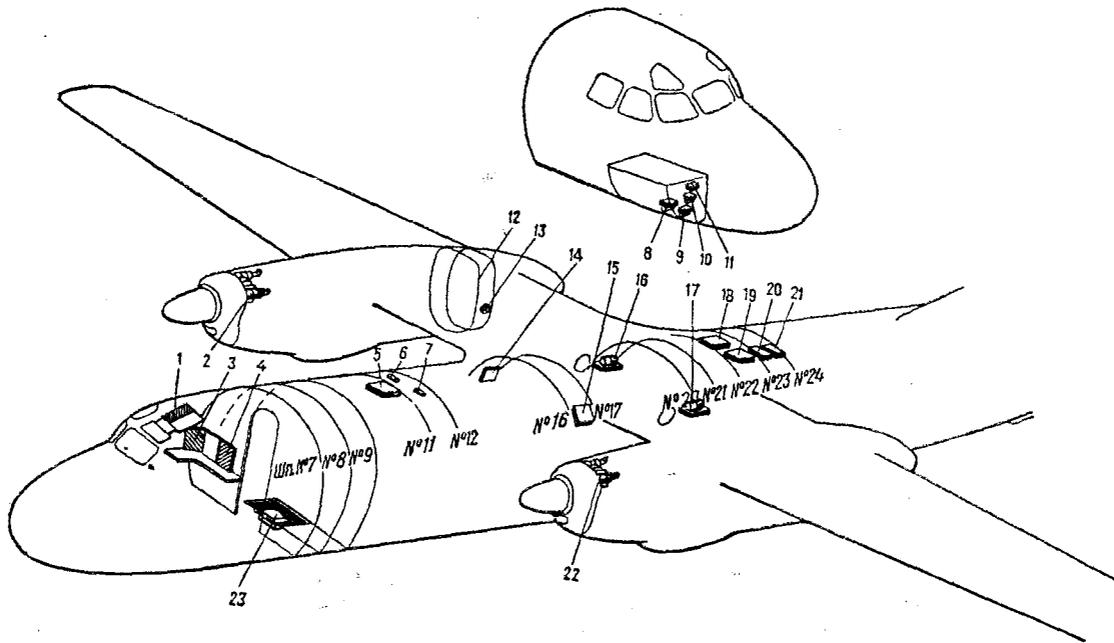
В систему входят следующие агрегаты:

- два генератора ГО16ПЧ8;
- преобразователь ПО-750 2-й серии;
- два преобразователя ПТ-1000ЦС;
- преобразователь ПТ-125Ц;
- две коробки включения и регулирования КВР-2;
- два регулятора напряжения РН-600;
- два выносных сопротивления ВС-33;
- два автомата защиты от перенапряжения АЗП1-1СД;
- две коробки отсечки по частоте КОЧ-1АН;
- коробка переключения преобразователей КЮР-9 3-й серии;
- разъем аэродромного питания ШРА-200ЛК;
- приборы контроля (амперметры АФ-150 с трансформаторами ТФ-150/1, вольтметры ВФ-150 и ВП-46, частотометр ГФ-400/120);
- коммутационная и светосигнальная аппаратура;
- защитная аппаратура (предохранители и автоматы защиты сети).

Генераторы ГО16ПЧ8 установлены по одному на каждом двигателе (фиг. 68). Доступ к ним обеспечивается при открытых створках gondолы.

69). Доступ к нему возможен при открытой крышке люка б в полу по оси самолета.

Подход к коробкам КВР-2, которые установлены



Фиг. 67. Размещение электроагрегатов системы переменного тока:

1, 4 — электрощиток энергетики в варианте без бортового радиостанции или в варианте с бортовым радиостанцией; 2, 22 — генераторы ГО16ПЧ8; 3 — панель переменного тока (панель радиостанции); 5 — РК переменного тока 115 в; 6, 7 — трансформаторы ТФ-150/1; 8, 23 — преобразователи ПТ-1000ЦС (основной и резервный); 9 — преобразователь ПО-750 2-й серии; 10 — преобразователь ПТ-125Ц; 11 — коробка КПР-9 2-й серии переключения преобразователей; 12 — шпангоут № 12 хвостовой части gondолы; 13 — разъем аэродромного питания ШРА-200ЛК; 14, 15 — коробки КВР-2; 16, 17 — регуляторы напряжения РН-600; 18, 19 — коробки отсечки по частоте КОЧ-1АН; 20, 21 — автоматы защиты от перенапряжения АЗП1-1СД

Преобразователь ПО-750 2-й серии размещен в переднем правом электроотсеке (см. фиг. 34). Там же находятся основной преобразователь ПТ-

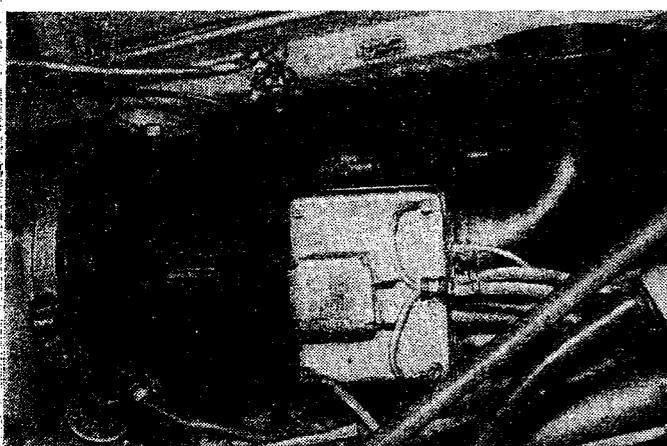
на левом и правом бортах, перед передним лонжероном крыла в районе шпангоутов № 16—17, обеспечивается через наружные лючки (см. фиг. 35).

Регуляторы напряжения РН-600 генераторов обоих двигателей установлены соответственно в левом и правом зализах центроплана совместно с регуляторами напряжения генераторов постоянного тока (см. фиг. 35). Воздухозаборники обеспечивают требуемый продув регуляторов забортным воздухом за счет скоростного напора.

Выносные сопротивления ВС-33 с приборами контроля находятся на щитке энергетики постоянного и переменного тока (см. фиг. 19).

Автоматы защиты от перенапряжения АЗП1-1СД и коробки отсечки по частоте КОЧ-1АН установлены над потолком пассажирского салона, в месте расположения шпангоутов № 23—24 (фиг. 70), и подход к ним обеспечивается при откидывании средних панелей потолка.

Разъем аэродромного питания ШРА-200ЛК (см. фиг. 39) расположен на внутренней стороне правой gondолы, около разъемов постоянного тока.



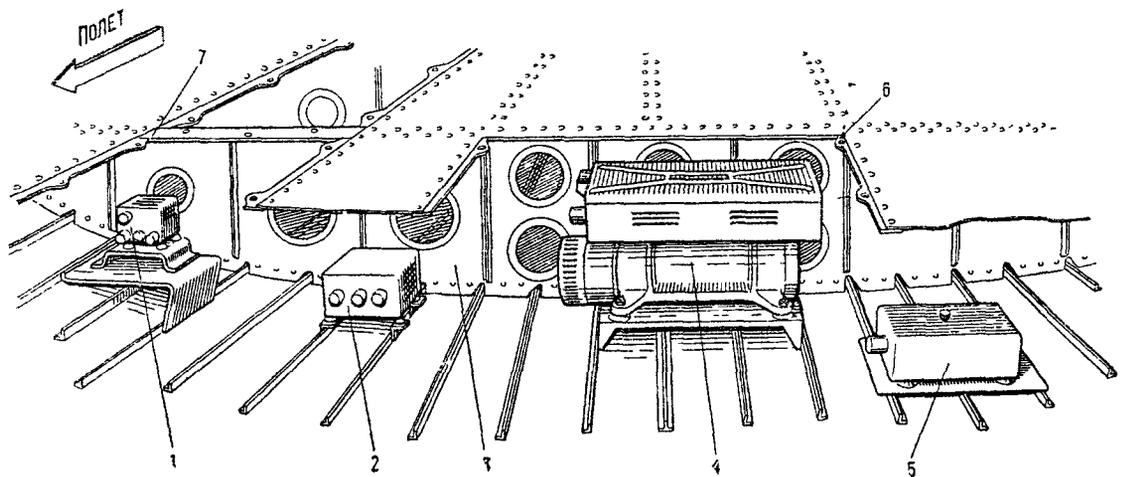
Фиг. 68. Установка генератора ГО16ПЧ8 на двигателе

1000ЦС, преобразователь ПТ-125Ц и коробка переключения преобразователей КПР-9.

Резервный преобразователь ПТ-1000ЦС установлен под полом между шпангоутами № 8—9 (фиг.

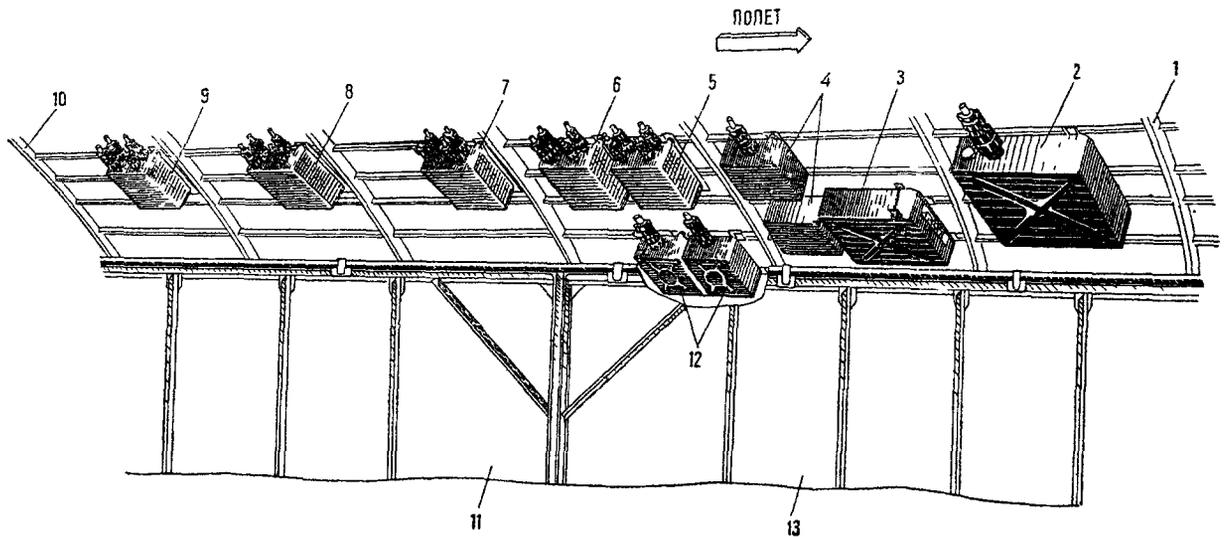
Трансформаторы амперметров установлены над потолком пассажирского салона, в месте расположения шпангоутов № 11—12 (см. фиг. 38).

Коммутационная и светосигнальная аппаратура расположена на щитке энергетики постоянного и



Фиг. 69. Размещение электроагрегатов под полом между шпангоутами № 8—9:

1 — электронный блок сигнализатора РИО-2М; 2 — блок фильтров измерителя вибраций ИВ-41А; 3 — низинка шпангоута № 9; 4 — резервный преобразователь ПТ-1000ЦС; 5 — блок сигнализации обогрева приемников полного давления; 6, 7 — люки для доступа к агрегатам



Фиг. 70. Установка электроагрегатов на потолке между шпангоутами № 21—27:

1, 10 — шпангоуты № 21 и 27; 2 — распределительная коробка топливных насосов; 3 — распределительная коробка проверки автопилота; 4 — коробки отсечки по частоте КОЧ-1АН; 5, 6, 7, 9 — исполнительные блоки БИ-2АУ системы пожаротушения ССП-2А; 8 — исполнительный блок ССП-7БИ системы пожаротушения ССП-7; 11, 13 — откидные панели потолка; 12 — автоматы защиты от перенапряжения АЗП-1СД

переменного тока, а защитная аппаратура — в рас-  
пределительных устройствах.

### ГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ГО16ПЧ8

Генератор переменного тока ГО16ПЧ8\* предна-  
значен для питания бортсети самолета однофазным  
переменным током стабилизированного напряжения  
и частоты и представляет собой шестиполосную  
синхронную машину с трехфазной обмоткой пере-  
менного тока и независимым возбуждением от борт-  
сети постоянного тока.

Обмотка возбуждения генератора расположена  
на роторе. Подвод тока к обмотке возбуждения  
осуществляется через два контактных кольца и две  
пары щеток. Обмотка переменного тока располо-  
жена на статоре, а концы ее выведены наружу на  
клеммную коробку и соединены по схеме «треуголь-  
ник».

Принцип работы синхронного генератора осно-  
ван на явлении электромагнитной индукции, заклю-  
чающемся в том, что при пересечении магнитным  
полем ротора трехфазной обмотки статора в ней на-  
водится электродвижущая сила (э.д.с.). Действую-  
щее значение э.д.с. в фазе определяется по фор-  
муле

$$E = 4,44f\omega\Phi,$$

где  $f = \frac{pn}{60}$  — частота изменения э.д.с.;

$\omega$  — число витков в фазе статора;

$\Phi$  — магнитный поток одного полюса ро-  
тора;

$p$  — число пар полюсов;

$n$  — скорость вращения ротора.

Из формулы следует, что при постоянной скоро-  
сти вращения ротора э.д.с. синхронного генератора  
можно изменять только путем изменения магнитно-  
го потока ротора (изменением тока в обмотке воз-  
буждения ротора).

Ротор генератора приводится во вращение через  
гибкий вал, который обеспечивает эластичное сое-  
динение с приводом и амортизацию при ударной  
нагрузке в бортсети на генератор. Направление  
вращения генератора — против часовой стрелки,  
если смотреть со стороны привода.

Охлаждение генератора осуществляется путем  
продува забортным воздухом. Для подачи охлаж-  
дающего воздуха генератор имеет патрубок (см.  
фиг. 42).

#### Основные данные

|  |             |
|--|-------------|
| Номинальное напряжение . . . . .                 | 120 в       |
| Номинальный ток . . . . .                        | 133 а       |
| Номинальная мощность (однофаз-<br>ная) . . . . . | 16 кв·а     |
| Коэффициент мощности (cos φ) . . . . .           | 0,85        |
| Скорость вращения . . . . .                      | 8000 об/мин |
| Частота . . . . .                                | 400 ± 4 гц  |

Примечание. На двигателе АИ-24 генератор ГО16ПЧ8  
работает при 7982 ± 79 об/мин (на всех режимах работы дви-

\* ГО — генератор однофазный; 16 — номинальная мощ-  
ность в кв·а; П — охлаждение за счет продува воздухом, Ч —  
расчетная частота, равная 400 гц; 8 — число тысяч оборотов  
при номинальном режиме.

гателя в полете, что соответствует частоте 399 ± 4 гц) и при  
7347 ± 119 об/мин (в режиме работы двигателя «Земной ма-  
лый газ», что соответствует частоте 367 ± 6 гц).

Напряжение возбуждения . . . . . 26—30 в

Ток возбуждения . . . . . не более 25 а

Примечания. 1 В аварийном случае питание обмотки  
возбуждения генератора и цепей управления аппаратуры мож-  
жет осуществляться от аккумуляторных батарей напряжени-  
ем не менее 20 в. При этом нагрузка на генератор не должна  
превышать 30% от номинальной.

2. Нагрузка 16 кв·а подается на регулируемую фазу С<sub>2</sub>—С<sub>3</sub>.  
На нерегулируемую фазу С<sub>1</sub>—С<sub>2</sub> допускается включение на-  
грузки до 850 в а. При этом напряжение на фазе С<sub>1</sub>—С<sub>2</sub> дол-  
жно быть не более 140 в при изменении нагрузки в фазе С<sub>2</sub>—  
С<sub>3</sub> от 0 до 100%.

Режим работы . . . . . продолжительный

Вес . . . . . не более 27,5 кг

Марка щеток МГС-7, размер 7 × 14 × 23,5 мм. Из-  
нос щеток допускается до высоты 15 мм (по боль-  
шей стороне).

Генератор состоит из корпуса, ротора и щита  
(фиг. 71).

Корпус 18 выполнен из алюминиевого сплава и  
представляет собой моноблок. На его внутренней  
поверхности имеются продольные ребра, на кото-  
рых укреплен пакет статора 14 с обмоткой 13 пере-  
менного тока.

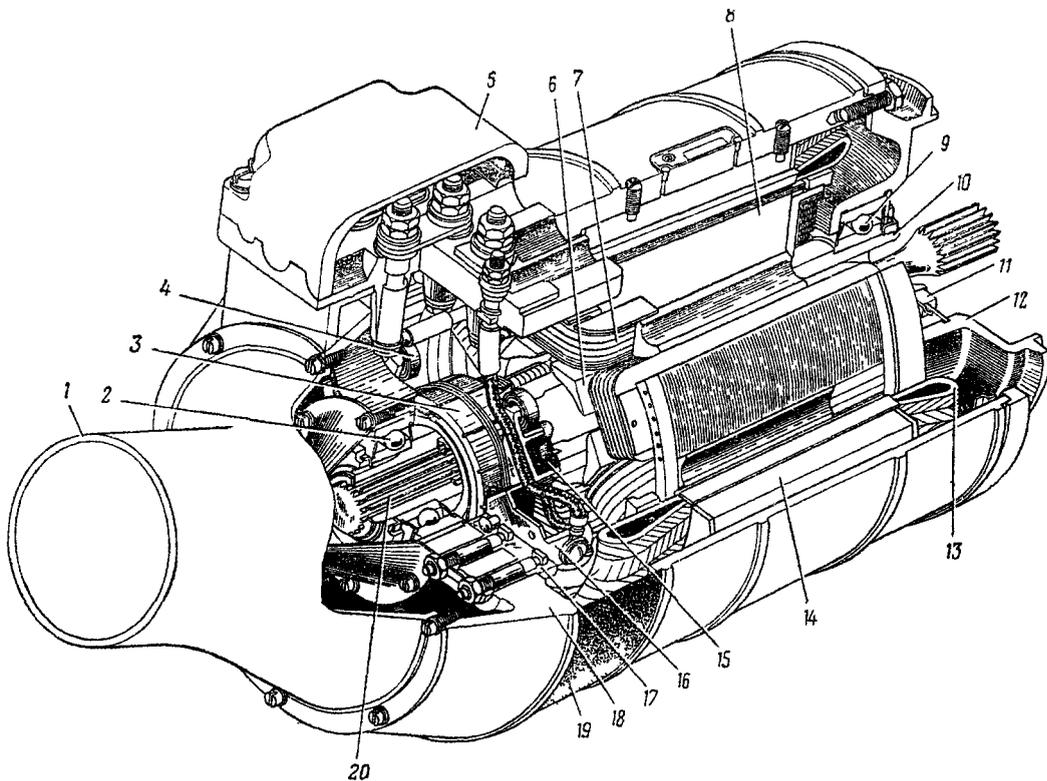
В торце корпуса 18 на поперечных ребрах укреп-  
лено гнездо под шарикоподшипник. На двух из этих  
ребер укреплены щеткодержатели 16 со щетками  
15. Щеткодержатели крепятся посредством переход-  
ной изоляционной панели 17. Нажатие на щетки  
осуществляется спиральными пружинами 4.

На боковой поверхности корпуса 18 имеются два  
окна для доступа к щеткам и контактным кольцам.  
Сверху окна закрываются защитной лентой 19. На  
корпусе через переходную подставку крепится  
клеммная коробка 5, к которой подведены концы  
статорной и роторной обмоток. На наружной по-  
верхности корпуса имеются две выточки для креп-  
ления генератора на двигателе с помощью хомута.

Ротор 6 состоит из полого вала 10 и напрессован-  
ного на него пакета 8 с обмоткой возбуждения 7,  
концы которой выведены на контактные кольца 3.  
Внутри полого вала находится гибкий вал 20, сое-  
диненный с полым посредством шлицов. Хвостовик  
гибкого вала имеет 16 шлицов эвольвентного про-  
филя для стыковки с коробкой приводов двига-  
теля.

Ротор вращается на двух шарикоподшипниках 2  
и 9. Шарикоподшипник 9 закреплен в щите 12 сто-  
порным кольцом, а на полом вала — гайкой 11.  
Щит 12 выполнен из стального литья и имеет поса-  
дочное место для крепления к корпусу 18 генера-  
тора, гнездо под шарикоподшипник 9, фланец для  
крепления к приводу с помощью хомута и окна для  
выхода охлаждающего воздуха. Для подвода ок-  
лаждающего воздуха к корпусу 18 генератора кре-  
пится патрубок 1, выполненный из алюминиевого  
сплава.

Для поддержания нормальных температурных  
условий работы генератора к его входному патруб-  
ку должен подводиться воздух с давлением на вхо-  
де 300 мм вод. ст. при температуре продуваемого  
воздуха от +45 до —60° С. Расход воздуха при этом  
не менее 160 л/сек.



Фиг 71. Генератор ГО16ПЧ8

1 — патрубок, 2 9 — шарикоподшипники 3 — контактные кольца 4 — спиральные пружины 5 — клеммная коробка, 6 — ротор 7 — обмотка возбуждения, 8 — пакет ротора, 10 — полый вал 11 — гайка, 12 — щит 13 — обмотка переменного тока, 14 — пакет статора, 15 — щетки МГС 7, 16 — щеткодержатели, 17 — переходная изоляционная панель, 18 — корпус генератора, 19 — защитная лента 20 — гибкий вал

### ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПО-750 2 й СЕРИИ

Преобразователь ПО-750 2-й серии мощностью 750 в·а предназначен для преобразования постоянного тока напряжением 27 в в переменный однофазный ток напряжением 115 в 400 гц

Преобразователь состоит из двух машин, смонтированных в одном корпусе электродвигателя постоянного тока и однофазного синхронного генератора. Преобразователь имеет защитное исполнение с проточной самовентилирующей. Направление вращения якоря преобразователя левое, если смотреть со стороны коллектора.

Электродвигатель преобразователя четырехполюсный, со смешанным возбуждением. Синхронный генератор преобразователя имеет четырехполюсную неподвижную магнитную систему и вращающийся ротор с двумя контактными кольцами для отвода переменного тока.

Якорь электродвигателя и ротор генератора конструктивно выполнены на одном валу. Элементы управления преобразователя расположены в коробке, смонтированной на корпусе преобразователя.

#### Основные данные

|                     |               |
|---------------------|---------------|
| Напряжение питания  | 27 в          |
| Потребляемый ток    | не более 56 а |
| Выходное напряжение | 115 в         |
| Отдаваемый ток      | 651 а         |
| Мощность            | 750 в а       |

|  |                  |
|--|------------------|
| Коэффициент мощности (cos φ)   | 0,9 (отстающий)  |
| Частота  | 400 гц           |
| Скорость вращения  | 12000 об/мин     |
| Режим работы   | продолжительный  |
| Вес с коробкой управления  | не более 14,8 кг |
| Искажение формы кривой выходного напряжения во всем диапазоне нагрузок | не превышает 10% |

Примечания 1 При изменении напряжения питания в пределах  $27 \text{ в} \pm 10\%$  и нагрузки от 100% до 0, при температуре окружающей среды  $+20 \pm 10^\circ \text{C}$  выходное напряжение изменяется не более чем на  $\pm 3\%$  (без использования реостата регулировки уровня напряжения) а частота — не более чем на  $\pm 4\%$  относительно номинального значения.

2 При изменении напряжения питания в пределах  $27 \text{ в} \pm 10\%$  и нагрузки от 100% до 0, температуры окружающей среды от  $+50$  до  $-60^\circ \text{C}$  и высоты до 20 000 м выходное напряжение изменяется не более чем на  $\pm 4\%$  (без использования реостата регулировки уровня напряжения), а частота — не более чем на  $\pm 5\%$  относительно номинального значения.

3 Реостат регулировки уровня напряжения генератора допускает изменение напряжения в пределах от 111 до 119 в при номинальных нагрузке, напряжении питания и окружающей температуре  $20^\circ \pm 10^\circ \text{C}$ .

В преобразователе используются однотипные щетки марки МГС-8, по четыре со стороны постоянного и переменного тока. Отличие составляют только размеры щеток соответственно  $8 \times 16 \times 23 \text{ мм}$  и  $6,5 \times 8 \times 16 \text{ мм}$ .

Схемой электрических соединений преобразователя обеспечивается дистанционный запуск преобразователя, понижение уровня радиопомех, создаваемых преобразователем, до допустимых пределов;

стабилизация выходного напряжения и частоты переменного тока, а также отключение преобразователя при скорости вращения выше  $14\,600 \frac{400}{600} \text{ об/мин.}$

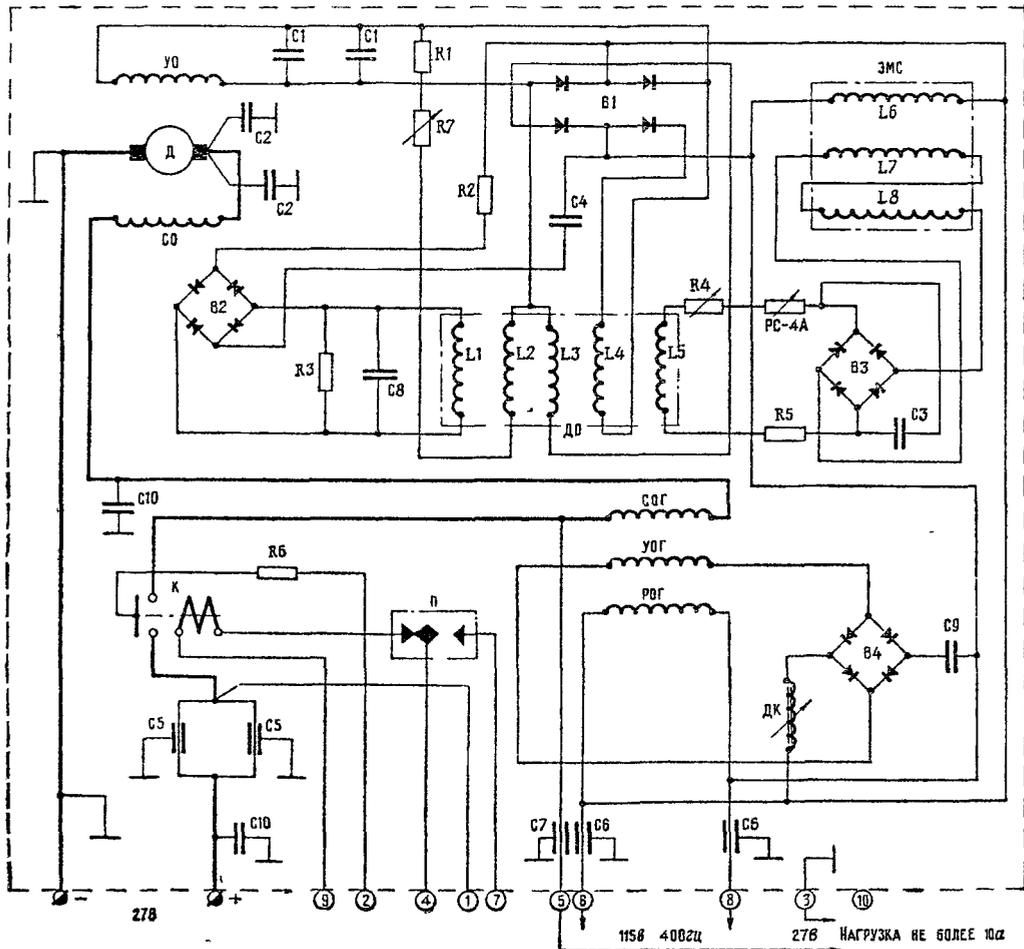
Электросхема преобразователя приведена на фиг. 72.

где  $U$  — напряжение питания;

$I_{я}$  — потребляемый ток;

$R_{я}$  — сопротивление якоря электродвигателя;

$\Phi$  — суммарный магнитный поток обмоток электродвигателя;



Фиг. 72. Электросхема преобразователя ПО-750 2-й серии

Преобразователь используется в однопроводных системах питания, поэтому «минусовые» точки цепей постоянного тока соединены с корпусом преобразователя; цепи переменного тока от корпуса изолированы.

Для приведения радиопомех, создаваемых преобразователем, к допустимым пределам предусмотрен фильтр. Он состоит из последовательно включенной индуктивности, роль которой выполняет серийная обмотка генератора (СОГ), двух параллельно включенных конденсаторов С10 и двух проходных конденсаторов С5. Для этой же цели между «плюсовыми» щетками электродвигателя и корпусом преобразователя включены конденсаторы С2. Снижение уровня радиопомех, создаваемых преобразователем в сети переменного тока и в транзитной цепи, осуществляется при помощи проходных конденсаторов С6 и С7.

Скорость вращения якоря электродвигателя определяется формулой

$$n = \frac{U - I_{я} R_{я}}{c \Phi},$$

$c$  — коэффициент, который определяется из соотношения

$$c = \frac{p}{60a} N 10^{-3},$$

где  $p$  — число пар полюсов;

$N$  — число активных проводников якоря;

$a$  — число параллельных ветвей обмотки якоря.

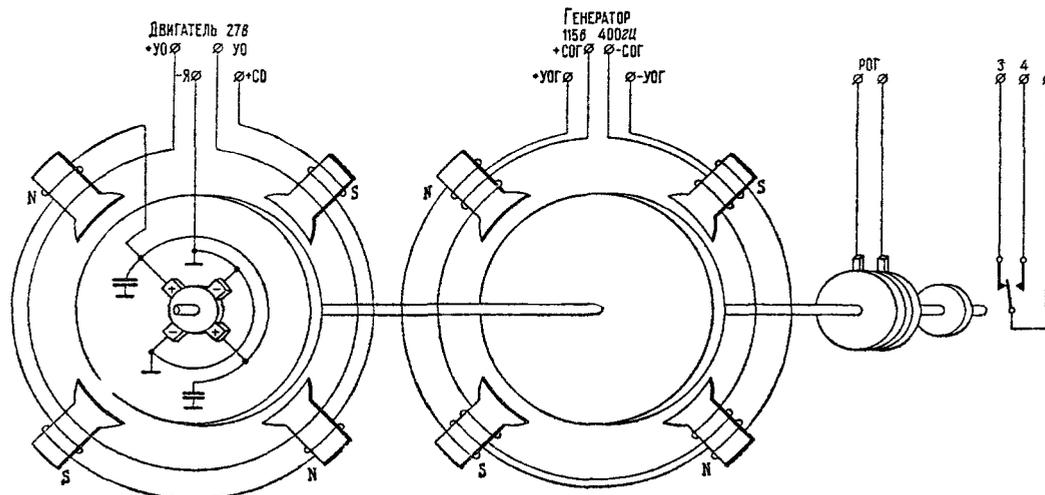
Из этой формулы видно, что для поддержания на определенном уровне скорости вращения якоря (от которой зависит напряжение и частота переменного тока при изменении напряжения питания преобразователя и нагрузки на него от холостого хода до максимальной), необходимо воздействовать на магнитный поток.

Схема соединений обмоток машинной части преобразователя показана на фиг. 73.

Стабилизация частоты и напряжения переменного тока преобразователя осуществляется компаундированием возбуждения генератора, изменением тока возбуждения в управляющей обмотке генератора УОГ (см. фиг. 72) при помощи электрическо-

го резонансного контура и изменением тока возбуждения в управляющей обмотке электродвигателя УО при помощи электромагнитного регулятора.

Генератор преобразователя имеет две обмотки возбуждения управляющую УОГ, включенную через выпрямитель В4 и последовательный резонансный контур на напряжение переменного тока, и серийную СОГ, обтекаемую током электродвигателя.



Фиг. 73. Схема соединения обмоток машинной части ПО-750

Электродвигатель преобразователя также имеет две обмотки возбуждения: серийную СО, предназначенную для улучшения условий запуска преобразователя (для увеличения пускового момента электродвигателя), и управляющую УО, которая подключена через выпрямитель В1 и дроссель управления ДО на напряжение переменного тока.

Электрический резонансный контур, через который питается УОГ, состоит из последовательно соединенных конденсатора С9 и дросселя индуктивности ДК.

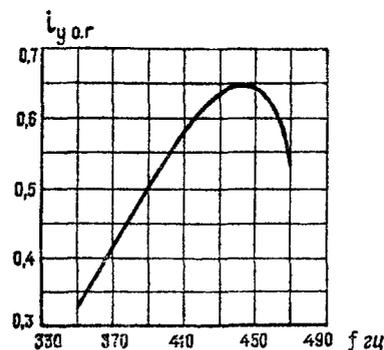
Резонансный контур настраивается на резонанс при частоте выше номинальной и равной примерно 430—480 гц. Характеристика такого контура, работающего на управляющую обмотку генератора, показана на фиг 74

Электромагнитный регулятор напряжения состоит из дросселя управления ДО (см фиг 72), электромагнитного стабилизатора ЭМС, выпрямителей В1, В2, В3, конденсаторов С1, С3, С4, С8, сопротивлений R1, R2, R3, R4, R5, R7 и реостата РС-4А. Дроссель управления является регулируемым реактивным сопротивлением в цепи управляющей обмотки электродвигателя, величиной которого и определяется ток в этой цепи. Дроссель имеет четыре обмотки: переменного тока L3, L4, обратной связи L2, подмагничивания L1 и нейтрализации L5. Обмотка переменного тока, состоящая из двух ветвей, подключена к выпрямителю В1 так, что в каждой из ее ветвей за период протекает только одна полуволна переменного тока. Причем постоянные составляющие этих полувольт, подмагничивая сердечник пропорционально рабочим токам дросселя, протекающим по ветвям обмотки, создают эффект обратной связи (внутренняя обратная связь). Вы-

прямленный по двухполупериодной схеме в выпрямителе В1 рабочий ток дросселя управления протекает по управляющей обмотке УО электродвигателя. Конденсаторы С1 на выходе этого выпрямителя сглаживают пульсации выпрямленного напряжения и повышают его значение.

Величина тока в обмотке УО зависит от величины результирующего постоянного поля подмагничива-

ния, создаваемого обмотками обратной связи L2, подмагничивания L1 и нейтрализации L5, а также внутренней обратной связью.



Фиг. 74. Характеристика резонансного контура ПО-750

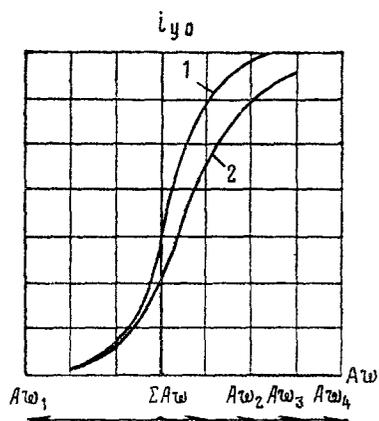
Обмотка подмагничивания, подключенная через выпрямитель В2, конденсатор С4 и сопротивление R2 к выходному напряжению генератора, измеряет регулируемое напряжение. Эта обмотка создает поле подмагничивания, пропорциональное выходному напряжению преобразователя.

Магнитный поток, создаваемый обмоткой подмагничивания L1, направлен по потоку, создаваемому внутренней обратной связью, т. е. увеличивает насыщение сердечника дросселя при увеличении выходного напряжения преобразователя.

Конденсатор С4, реактивное сопротивление которого зависит от частоты переменного тока, повышает чувствительность схемы, осуществляя коррекцию регулируемого напряжения по частоте.

Конденсатор С8 служит для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения на обмотке подмагничивания.

Обмотка нейтрализации L5, включенная через сопротивление R4, R5 и реостат РС-4А на стабилизированное напряжение, которое обеспечивается стабилизатором ЭМС, создает постоянный магнитный поток, сохраняющий свое направление и вели-



Фиг. 75. Характеристики дросселя управления (ДО) преобразователя ПО-750:

1 — дроссели с внутренней и дополнительной внешней обратной связью; 2 — дроссели с внутренней обратной связью;  $A\omega_1$  — ампер-витки нейтрализации,  $A\omega_2$  — ампер-витки подмагничивания,  $A\omega_3$  — ампер-витки внутренней обратной связи;  $A\omega_4$  — ампер-витки внешней обратной связи;  $\Sigma A\omega$  — суммарные ампер-витки

чину при всех изменениях режима работы преобразователя. Магнитный поток, создаваемый обмоткой нейтрализации, направлен навстречу потокам подмагничивания и обратной связи, т. е. разматывает сердечник дросселя.

Стабилизатор ЭМС представляет собой двухстержневой сердечник, стержни которого имеют разное сечение. На стержне большего сечения намотаны первичная L6 и компенсационная L7 обмотки, а на насыщенном стержне меньшего сечения намотана вторичная обмотка L8

Первичная обмотка включена на выходное напряжение преобразователя. При изменении этого напряжения э.д.с. на зажимах вторичной обмотки стабилизатора будет меняться в значительно меньшей степени. Чтобы компенсировать и это небольшое изменение э.д.с., последовательно со вторичной обмоткой стабилизатора и навстречу ей включена компенсационная обмотка, э.д.с. которой увеличивается пропорционально увеличению подводимого напряжения.

Таким образом, на нагрузке (в данном случае — на выходе выпрямителя ВЗ) обеспечивается стабилизированное напряжение, равное разности напряжений вторичной и компенсационной обмоток.

Напряжение стабилизатора ЭМС является эталонным напряжением, с которым сравнивается регулируемое напряжение переменного тока (при по-

мощи обмоток подмагничивания и нейтрализации). Кривые, характеризующие влияние ампер-витков обмоток подмагничивания, нейтрализации и обратной связи на характеристику дросселя управления, приведены на фиг. 75.

При увеличении выходного напряжения и частоты переменного тока относительно номинальных значений в результате сброса нагрузки или повышения напряжения питания ток УОГ увеличивается, что приводит к дополнительному повышению выходного напряжения. При этом электромагнитный регулятор напряжения увеличит ток в управляющей обмотке электродвигателя УО за счет увеличения тока в обмотке подмагничивания, которое вызовет насыщение сердечника дросселя управления ДО и уменьшение его индуктивного сопротивления. Увеличение тока в обмотке УО понизит скорость вращения электродвигателя, а следовательно, частоту и выходное напряжение переменного тока.

Уменьшение выходного напряжения и частоты относительно номинальных значений протекает в том же порядке, но в сторону уменьшения токов и повышения частоты и напряжения.

Для повышения чувствительности регулятора напряжения, помимо внутренней обратной связи, на дросселе ДО предусмотрена обмотка обратной связи L2 (см. фиг. 72), включенная через сопротивление R1 и R7 параллельно управляющей обмотке УО.

С целью уменьшения влияния температуры окружающей среды и собственного нагрева элементов схемы регулирования (расположенных в коробке управления преобразователя) на точность стабилизации напряжения в схеме предусмотрена температурная компенсация отдельных цепей, осуществляемая константовыми сопротивлениями R1, R2, R3, R4, R5 и R7. Сопротивления R4 и R7 одновременно являются элементами настройки схемы на номинальное напряжение, а реостат РС-4А служит для приведения выходного напряжения к номиналу на объекте. Шлиц реостата РС-4А расположен на коробке управления преобразователя над штепсельным разъемом.

Уровень частоты переменного тока устанавливается при помощи контурного дросселя ДК переменной индуктивности.

Как было указано выше, в управляющую обмотку электродвигателя подается выпрямленный ток. При исчезновении переменного напряжения электродвигатель пойдет вразнос, так как скорость вращения его будет ограничиваться только действием последовательной обмотки. Для защиты преобразователя от разброса на валу электродвигателя установлен центробежный переключатель П, который при скорости вращения преобразователя  $14\ 600 \pm 600$  об/мин размыкает нормально-замкнутые контакты, что приводит к отключению преобразователя от сети. Повторный пуск преобразователя, отключенного центробежным переключателем, возможен лишь после нажатия на кнопку возврата, приводящую элементы переключателя в первоначальное положение.

Запуск преобразователя осуществляется подачей напряжения бортовой сети через его выключатель, клем-

му 4 штепсельного разъема, нормально-замкнутые контакты центробежного переключателя П и далее на обмотку контактора К, который срабатывает. При замыкании контактов контактора К преобразователь подключается к сети питания, и одновременно через клемму 2 ШР во внешнюю сеть начинается поступать напряжение борсети для осуществления необходимых переключений (подробно см. описание схемы энергетике переменного тока).

Электрическая сеть питания преобразователя в период пуска должна обеспечивать на его клеммах напряжение не менее 20 в при пусковом токе 415 а.

### ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПТ-1000ЦС

Преобразователь ПТ-1000ЦС служит для преобразования постоянного тока напряжением 27 в в переменный трехфазный ток напряжением 36 в частотой 400 гц. Конструктивное выполнение преобразователя — закрытое, с самовентиляцией. Преобразователь состоит из электродвигателя постоянного тока, синхронного трехфазного генератора и коробки управления. Обмотки синхронного генератора соединены «звездой» с выводом средней точки.

#### Основные данные

Напряжение питания . . . . . 27 в  
Потребляемый ток . . . . . не более 60,5 а

Скорость вращения . . . . . 8000 об/мин  
Выходное напряжение . . . . . 36 в  
Ток нагрузки . . . . . 16,1 а  
Отдаваемая мощность . . . . . 1000 в·а  
Коэффициент мощности (cos φ) . . . . . 0,8 (отстающий)  
Частота переменного тока . . . . . 400 гц  
Режим работы . . . . . длительный  
Вес с коробкой управления . . . . . не более 20,3 кг

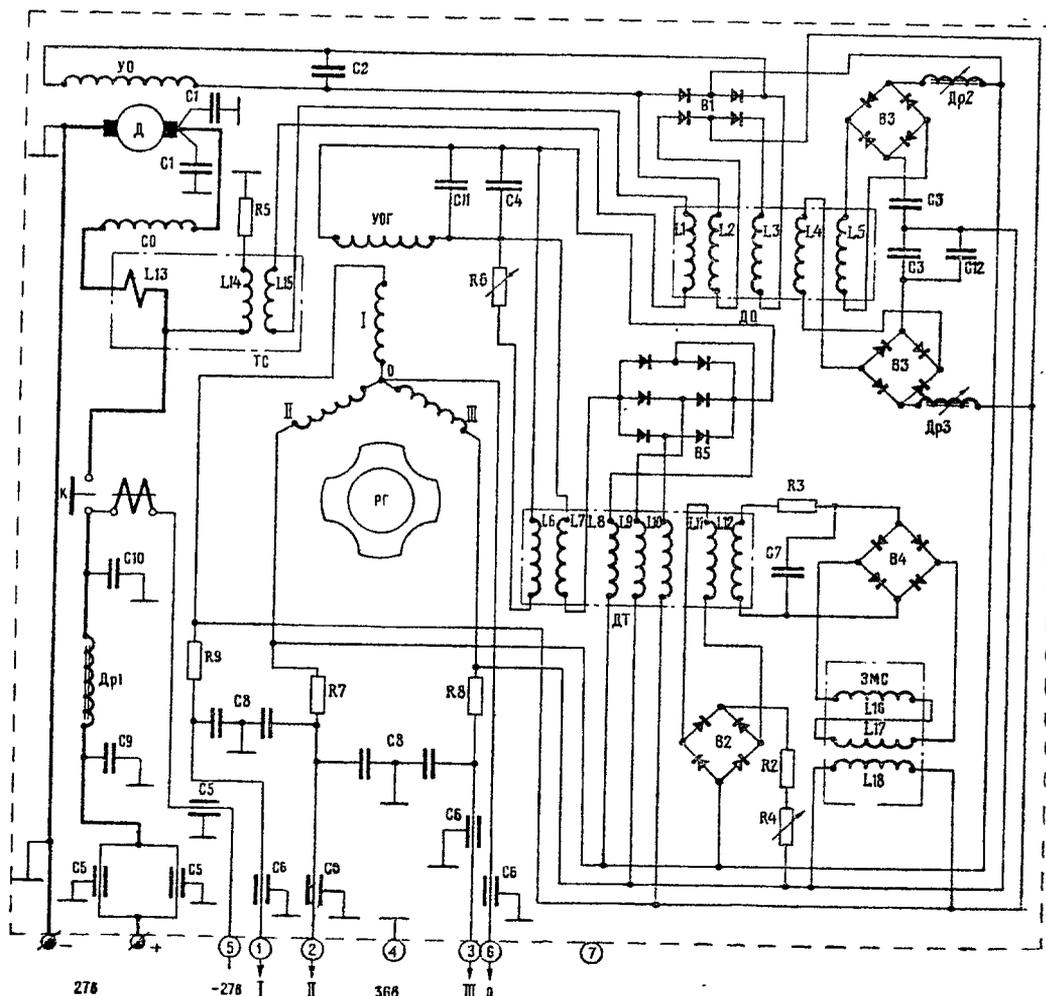
Примечания. 1. При изменении напряжения питания в пределах  $27 \text{ в} \pm 10\%$ , нагрузки от 100% до 0, при температуре окружающей среды  $20 \pm 10^\circ \text{С}$  напряжение переменного тока изменяется не более чем на  $\pm 3\%$ , а частота — не более чем на  $\pm 1\%$  относительно номинальных значений.

2. При изменении напряжения питания в пределах  $27 \text{ в} \pm 10\%$ , нагрузки от 100% до 0, окружающей температуры от  $+50$  до  $-60^\circ \text{С}$ , а также высоты от 0 до 18 000 м напряжение переменного тока изменяется не более чем на  $\pm 2 \text{ в}$ , а частота — не более чем на  $\pm 2\%$  относительно номинальных значений.

Схема преобразователя (фиг. 76) обеспечивает: дистанционный запуск; понижение уровня радиопомех, создаваемых преобразователем при его работе; стабилизацию выходного напряжения и частоты переменного тока.

Запуск преобразователя описан ниже в разделе «Схема энергетике переменного тока».

Для приведения к допустимым пределам уровня помех, создаваемых преобразователем, со стороны



Фиг. 76. Электросхема преобразователя ПТ-1000ЦС

постоянного тока предусмотрен П образный фильтр, состоящий из дросселя Др1 и двух конденсаторов С9 и С10. Кроме того, в «плюсовой» цепи питания электродвигателя и в цепи обмотки контактора К установлены проходные конденсаторы С5. Для этой же цели между «плюсовыми» щетками электродвигателя и корпусом преобразователя установлены два конденсатора С1.

Для понижения уровня помех радиоприему в цепи переменного тока преобразователя включен радиопередатчик, состоящий из четырех проходных конденсаторов С6 и двух конденсаторов С8.

Стабилизация частоты переменного тока преобразователя обеспечивается (так же как и в преобразователе ПО-750 2 й серии) постоянством скорости вращения электродвигателя.

Электродвигатель преобразователя имеет две обмотки возбуждения — серийную и управляющую. Серийная обмотка С0 предназначена для осуществления запуска преобразователя, повышения степени устойчивости его работы, а также для уменьшения регулируемой мощности возбуждения, что позволяет уменьшить вес регулятора частоты. Управляющая обмотка У0 предназначена для обеспечения постоянства скорости вращения электродвигателя. Питание управляющей обмотки осуществляется со стороны переменного тока через магнитный усилитель Д0 и выпрямитель В1.

Рабочие обмотки L<sup>2</sup>, L<sup>3</sup> магнитного усилителя включены таким образом, что по каждой из них течет пульсирующий ток. Постоянная составляющая этого тока пропорциональна рабочему току нагрузки и, осуществляя подмагничивание усилителя, создает положительную обратную связь.

Для обеспечения требуемой точности стабилизации частоты ( $\pm 2\%$ ) применена двухконтурная схема. Контур настроенный на частоту 450 гц, питает обмотку подмагничивания L5 магнитного усилителя, создающую поток, направление которого совпадает с направлением потока положительной обратной связи. Контур, настроенный на частоту 350 гц питает обмотку нейтрализации L4 магнитного усилителя, которая создает поток, направленный встречно с потоками подмагничивания и положительной обратной связи.

Из характеристики резонансных контуров (фиг 77) видно, что при отклонении частоты переменного тока от номинального значения (400 гц) ток в цепи одного контура уменьшается, а в цепи другого — увеличивается, и наоборот.

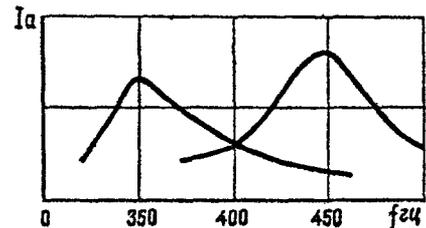
Регулирование частоты переменного тока в оговоренных пределах осуществляется следующим образом: повышение напряжения питающей сети или уменьшение нагрузки генератора вызывает увеличение оборотов электродвигателя, а следовательно, и частоты переменного тока. При этом ток в обмотке подмагничивания L5 (см фиг 76) возрастает, а в обмотке нейтрализации L4 убывает. Благодаря встречному включению этих обмоток результирующий магнитный поток увеличивается, что увеличивает насыщение сердечника и уменьшает индуктивное сопротивление дросселя переменному току.

Принцип действия магнитного усилителя заключается в том, что небольшие изменения мощности

постоянного тока в обмотке подмагничивания вызывают значительно большие изменения мощности в цепи рабочей обмотки. Поэтому ток в управляющей обмотке электродвигателя возрастает и обороты падают.

При уменьшении напряжения питания электродвигателя или при увеличении нагрузки процесс регулирования протекает в обратном порядке.

При частоте 400 гц токи в обмотках подмагничивания и нейтрализации становятся равными, и магнитные потоки этих обмоток нейтрализуются. При номинальном напряжении питания электродвигателя в его управляющей обмотке возбуждения устанавливается такой ток, который обеспечивает получение частоты 400 гц.



Фиг 77 Характеристики резонансных контуров ПТ-1000ЦС

Возникновение автоколебаний при изменении режима предотвращается введением в схему трансформатора устойчивости ТС, первичная обмотка L14 которого включена в цепь электродвигателя, а вторичная L15 — на демпферную обмотку L1 магнитного усилителя. Кроме того, в трансформаторе ТС имеется размагничивающая обмотка L13, включенная встречно с первичной через сопротивление R5 на напряжение бортовой сети. Эта обмотка компенсирует постоянную составляющую потока, которую создает первичная обмотка трансформатора, повышая эффективность его работы.

Демпферная обмотка L1 действует только в переходных режимах при колебаниях частоты и тока якоря электродвигателя. Изменение режима работы преобразователя приводит к изменению тока в первичной обмотке трансформатора, что, в свою очередь, вызывает возникновение импульса тока в его вторичной цепи. Этот импульс тока передается на демпферную обмотку L1 магнитного усилителя, которая затормаживает изменение тока в управляющей обмотке У0 двигателя, возникающее в результате изменения тока в контурах.

Для сглаживания пульсаций выпрямленного тока на выходе выпрямителя В1 включен конденсатор С2.

Стабилизация выходного напряжения создается путем изменения величины магнитного сопротивления ярма статора генератора. Для этой цели на этом участке магнитной цепи заложена обмотка УОГ (расположена в тех же пазах статора, что и рабочая обмотка генератора), которая питается через регулятор напряжения выпрямленным током генератора.

Таким образом, в ярме статора действуют два потока: постоянный, определяемый ампер витками обмотки управления генератора, и переменный, опре-

деляемый намагничивающей силой магнитов. При изменении тока в обмотке управления генератора УОГ изменяются магнитная проницаемость и магнитное сопротивление ядра статора. В зависимости от изменения магнитного сопротивления меняется величина рабочего потока машины. Обмотка управления генератора подключена к выходу трехфазного дросселя управления ДТ через выпрямитель В5. Регулирование напряжения с помощью дросселя управления ДТ и стабилизатора ЭМС осуществляется аналогично регулированию в преобразователе ПО-750 2-й серии.

При увеличении регулируемого напряжения увеличивается насыщение дросселя, т. е. уменьшается его реактивное сопротивление, что, в свою очередь, приводит к увеличению тока в управляющей обмотке генератора; это уменьшает магнитную проницаемость цепи рабочего потока машины, а значит, и напряжение генератора.

При уменьшении регулируемого напряжения процесс регулирования протекает в обратном порядке.

Для уменьшения последствий ударного короткого замыкания генератора последовательно с его рабочей обмоткой установлены сопротивления R7, R8 и R9.

Клеммы «+» и «—», через которые осуществляется питание преобразователя от бортсети, расположены на торцовой стенке коробки управления. Там же размещен штепсельный разъем, через который осуществляется отвод переменного тока.

#### ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПТ-125Ц

Преобразователь ПТ-125Ц служит для преобразования постоянного тока напряжением 27 в в переменный трехфазный ток напряжением 36 в частотой 400 гц.

Преобразователь представляет собой двигатель-генератор, состоящий из следующих основных узлов: электродвигателя постоянного тока со смешанным возбуждением; трехфазного синхронного генератора с возбуждением от постоянных магнитов; коробки управления, установленной на преобразователе и включающей в себя аппаратуру стабилизации частоты, фильтры для подавления радиопомех и контактор дистанционного запуска.

Исполнение преобразователя — закрытое, с самовентиляцией. Статор генератора и корпус электродвигателя смонтированы на общем основании, а ротор генератора и якорь электродвигателя — на одном валу.

Преобразователи ПТ-125Ц 2-й и 3-й серий по своим техническим данным и условиям применения полностью взаимозаменяемы. Отличие заключается в разных элементах схемы, помещенных в коробках управления.

Добавление к индексу преобразователя буквы «Т» означает, что этот преобразователь работоспособен в странах с тропическим климатом.

#### Основные данные

|  |              |
|--|--------------|
| Напряжение питания (постоянный ток)          | 27 в         |
| Потребляемый ток при напряжении питания 27 в | не более 8 а |

|   |                 |
|---|-----------------|
| Ток холостого хода преобразователя в холодном состоянии при напряжении питания 27 в через 5 мин после запуска | не более 5,3 а  |
| Скорость вращения   | 12 000 об/мин   |
| Выходное напряжение (линейное)  | 36 в            |
| Ток нагрузки  | 2 а             |
| Отдаваемая мощность   | 125 в·а         |
| Коэффициент мощности (cos φ)  | 0,6 (отстающий) |
| Частота переменного тока  | 400 гц          |
| Режим работы  | длительный      |
| Вес с коробкой управления   | не более 6 кг   |

Примечания. 1. При изменении напряжения питания в пределах 27 в  $\pm 10\%$  и нагрузки от 100 до 20% при температуре окружающей среды  $20 \pm 10^\circ \text{C}$  частота переменного тока изменяется не более чем на  $\pm 1,5\%$  относительно номинального значения.

2. При напряжении питания 27 в, нагрузке 100% и температуре окружающей среды  $20 \pm 10^\circ \text{C}$  среднее арифметическое значение линейных напряжений генератора находится в пределах  $36 \pm 0,6$  в.

3. При условиях, указанных в п. 2 примечания, и сбросе нагрузки от 100 до 20% напряжение переменного тока отклоняется от первоначального значения ( $36 \pm 0,6$  в) не более чем на 10%.

4. При изменении напряжения питания в пределах 27 в  $\pm 10\%$ , нагрузки от 100 до 20%, окружающей температуры от  $+50$  до  $-60^\circ \text{C}$ , высоты от 0 до 25 000 м напряжение переменного тока находится в пределах 34,5—41 в, а частота — в пределах  $400 \text{ гц} \pm 2\%$ .

Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не превышает 15% при симметричных нагрузках от 20 до 100% и номинальном напряжении питания во всех трех фазах.

Схема преобразователя показана на фиг. 78.

Обмотки генератора преобразователя соединены «звездой» без вывода средней точки.

Регулирование напряжения и частоты ПТ-125Ц, а также способ снижения помех радиоприему в принципе аналогичны соответствующим методам, применяемым в преобразователе ПТ-1000ЦС. Направление вращения — левое, если смотреть со стороны коллектора.

Штепсельные разъемы для подключения преобразователя к бортсети расположены со стороны торцовой части коробки управления.

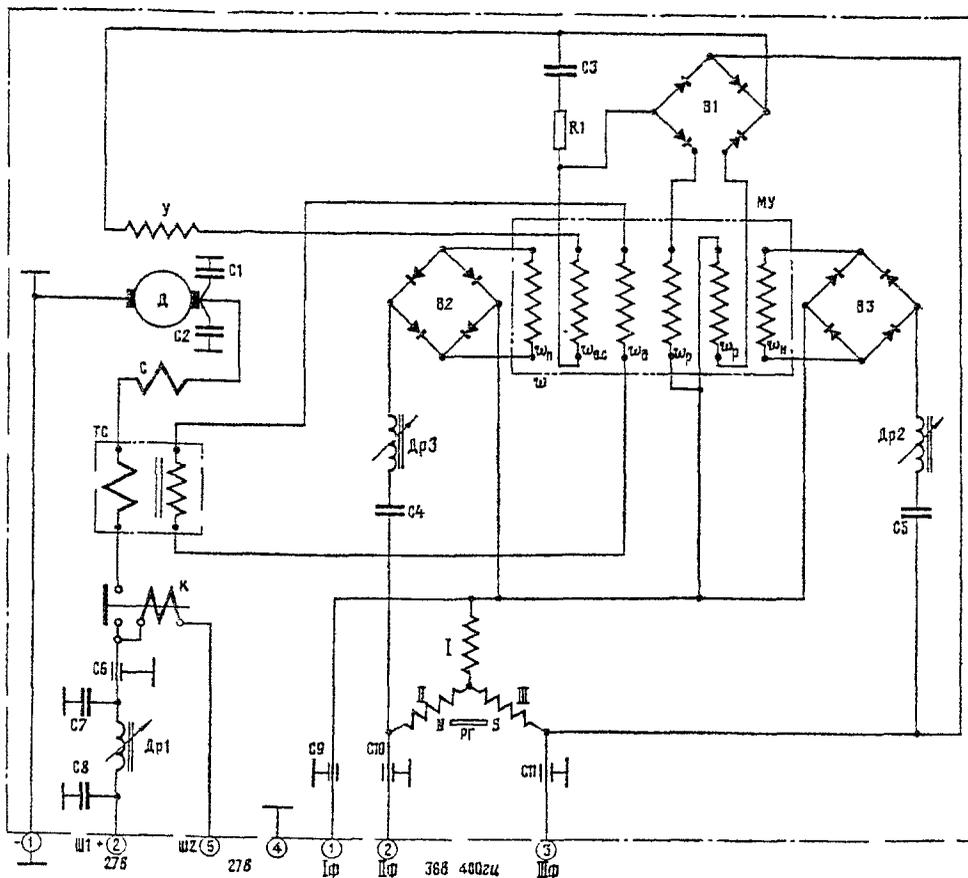
Описание схемы запуска преобразователя приведено ниже, в разделе «Схема энергетика переменного тока».

#### КОРОБКА ВКЛЮЧЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ КВР-2

Коробка включения и регулирования КВР-2 предназначена для работы в системе защиты и регулирования напряжения генераторов переменного тока ГО16ПЧ8. В коробке предусмотрена однофазная схема регулирования и трехфазная схема защиты.

#### Основные данные

|  |                 |
|--|-----------------|
| Номинальное напряжение питания:  |                 |
| постоянного тока   | 28 в            |
| переменного тока   | 115 в           |
| Частота питающего переменного тока   | 400 гц          |
| Ток возбуждения генератора, коммутируемый коробкой   | не более 50 а   |
| Режим работы   | продолжительный |
| Изменение напряжения в регулируемой фазе генератора С <sub>2</sub> — С <sub>3</sub> , под- |                 |



Фиг 78 Электросхема преобразователя ПТ-125Ц

держиваемого коробкой совместно с регулятором напряжения РН-600 и выносным сопротивлением ВС 33 при изменении скорости вращения генератора  $8000 \text{ об/мин} \pm 1\%$ , номинальной нагрузки от 50 до 100%, напряжения в цепи возбуждения генератора от 26 до 30 в, неизменной величине выносного сопротивления и температуре окружающей среды  $+20 \pm 5^\circ \text{C}$

не более 5 в (в пределах 111,5—118,5 в)

при указанном выше режиме работы, на высотах над уровнем моря до 12 000 м и при изменении температуры окружающей среды от 0 до  $+60^\circ \text{C}$

не более 7 в (в пределах 111,5—118,5 в)

Вес . . . . . не более 5 кг

Комплекс элементов, входящих в коробку, крепится к литому основанию, которое закрыто крышкой прямоугольной формы с отверстиями для охлаждения.

Схема регулирующей части коробки дана на фиг. 79, схема включающей части коробки и описание ее работы приведены в разделе «Схема энергетика переменного тока».

Напряжение генератора при изменении нагрузки регулируется автоматически путем изменения тока возбуждения генератора

Автоматический регулятор состоит из магнитного усилителя МУ, расположенного в коробке КВР-2, и угольного регулятора РН-600, клеммы рабочей

обмотки которого подключены к клеммам 2 и 3 штепсельного разъема Ш2 коробки КВР-2.

Чувствительным элементом регулятора является обмотка управления  $\omega_u$  магнитного усилителя, ток которой прямо пропорционален напряжению генератора. Усилительными элементами регулятора являются магнитный усилитель и угольный столб РН-600. Исполнительным элементом является обмотка возбуждения генератора, последовательно с которой включен угольный столб РН-600.

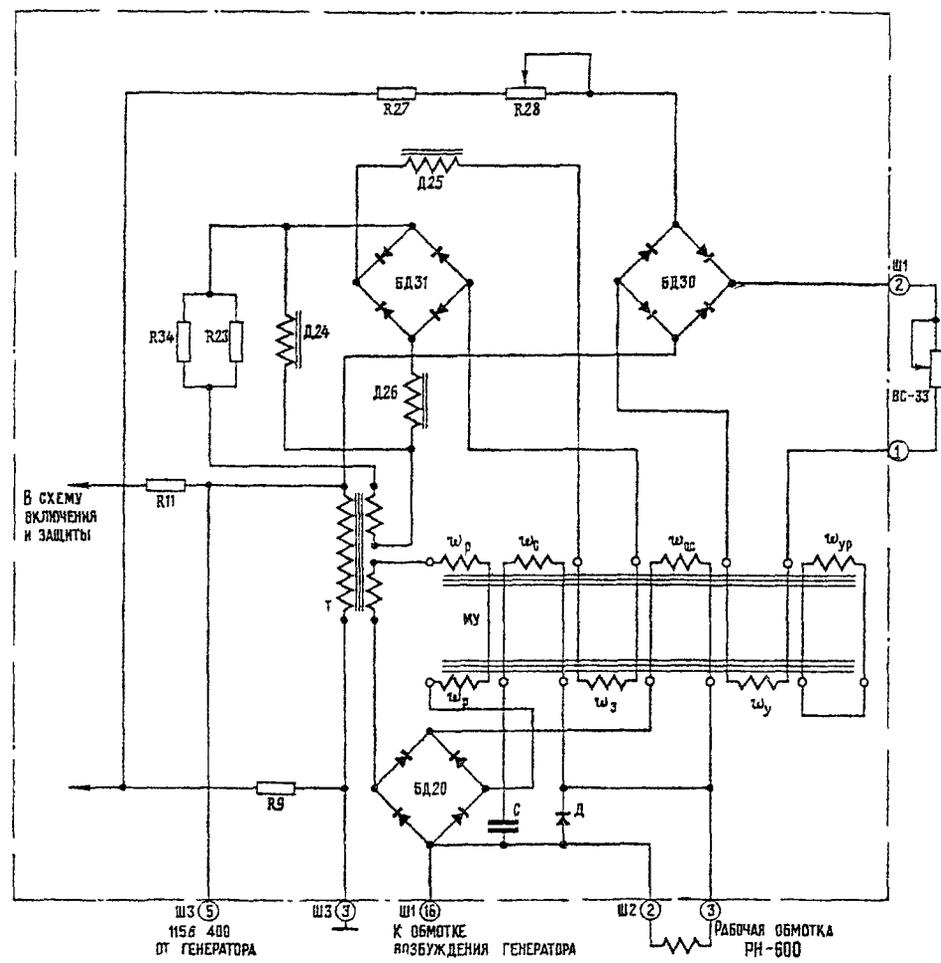
Магнитный усилитель выполнен на двух сердечниках, на каждом из которых располагаются рабочие обмотки  $\omega_r$ . Питание этих обмоток производится от понижающего трансформатора Т. Подмагничивающие обмотки помещаются сверху каждой из рабочих обмоток.

Нагрузкой магнитного усилителя является рабочая обмотка электромагнита регулятора РН-600, которая включается на выход усилителя через выпрямитель БД20 последовательно с обмоткой обратной связи. Ток на выходе магнитного усилителя зависит от степени подмагничивания сердечника усилителя постоянным током. Подмагничивание создается суммарным действием намагничивающих сил четырех обмоток: управляющей  $\omega_u$ , эталонной  $\omega_e$ , обратной связи  $\omega_o$  и стабилизирующей  $\omega_c$ . Рабочий ток магнитного усилителя зависит в основном от соотношения намагничивающих сил управляющей и эталонной обмоток, включенных встречно.

Управляющая обмотка включена на клеммы генератора Последовательно с управляющей обмоткой включены сопротивления подстройки R27 и R28 и выносное сопротивление ВС-33 (на клеммы 1—2 штепсельного разъема Ш1 коробки КВР-2).

Управляющая обмотка  $\omega_c$  создает подмагничивание, пропорциональное напряжению генератора

пропорционально изменению частоты. При повышении частоты увеличивается падение напряжения на дросселе Д24, и одновременно увеличивается падение напряжения на дросселе Д26 так, что разность напряжений остается практически постоянной При понижении частоты происходит обратное явление, но разность напряжений не меняется.



Фиг. 79. Электросхема регулирующей части коробки КВР-2

Эталонная обмотка  $\omega_c$  создает постоянное подмагничивание. Стабильность эталонного тока обеспечивается стабилизатором тока. Стабилизатор состоит из понижающего трансформатора Т, дросселя насыщения Д24, балластных сопротивлений R23 и R34, дросселя Д26 с увеличенным воздушным зазором, выпрямителя БД31 и второго дросселя Д25 с зазором. Так как дроссель Д24 работает в режиме насыщения, то при изменении напряжения генератора и неизменной частоте напряжения на дросселе остается постоянным. При этом изменяется ток, проходящий по дросселю Д24 и сопротивлениям R23 и R34, вследствие чего на последних изменяется падение напряжения.

При изменении частоты генератора изменяется напряжение на дросселе Д24. Для компенсации изменения напряжения от частоты последовательно с эталонной обмоткой включен дроссель Д26, индуктивное сопротивление которого изменяется прямо

Дроссель Д25 необходим для гашения токов, наведенных в эталонной обмотке токами высших гармоник и замыкающихся через выпрямитель БД31. Таким образом, ток эталонной обмотки остается практически постоянным в пределах заданных изменений частоты и напряжения генератора.

Обмотка  $\omega_c$  положительной внешней обратной связи действует согласно с управляющей обмоткой и увеличивает коэффициент усиления магнитного усилителя.

Стабилизирующая обмотка  $\omega_c$  включена параллельно рабочей обмотке регулятора РН-600 через конденсатор С29 и предназначена для повышения устойчивости работы системы регулирования в переходных режимах (при включении и сбросе нагрузки и т. д.) При установившемся режиме работы генератора ток в стабилизирующей обмотке усилителя отсутствует. Стабилизирующая обмотка включена согласно с обмоткой управления.

Уравнительная обмотка  $\omega_{ур}$  закорачивается с целью демпфирования всех процессов, проходящих в магнитном усилителе, что улучшает устойчивость системы в целом.

При номинальном напряжении генератора результирующая намагничивающая сила четырех обмоток магнитного усилителя обеспечивает номинальный рабочий ток в обмотке угольного регулятора.

Рабочая точка характеристики магнитного усилителя находится на середине ее линейного участка. При увеличении напряжения генератора ток в управляющей обмотке усилителя возрастает, и рабочая точка на характеристике усилителя перемещается так, что рабочий ток увеличивается. При этом ток в рабочей обмотке электромагнита РН-600 возрастает, сопротивление его угольного столба увеличивается, что приводит к уменьшению тока возбуждения генератора и снижению напряжения его до номинального значения.

При снижении напряжения генератора процесс регулирования протекает в обратном порядке.

Выносное сопротивление ВС-33 включено последовательно в цепь обмотки управления магнитного усилителя. При введении выносного сопротивления ток обмотки управления падает, уменьшается ток в рабочих обмотках магнитного усилителя и, следовательно, в обмотке регулятора РН-600 с теми же последствиями, которые были описаны выше. При выведении выносного сопротивления происходят обратные явления, и напряжение генератора падает.

### РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ РН-600

Угольный регулятор напряжения РН-600 предназначен для автоматического поддержания напряжения генератора переменного тока ГО16ПЧ8 в заданных пределах при изменении его нагрузки и скорости вращения в рабочем диапазоне.

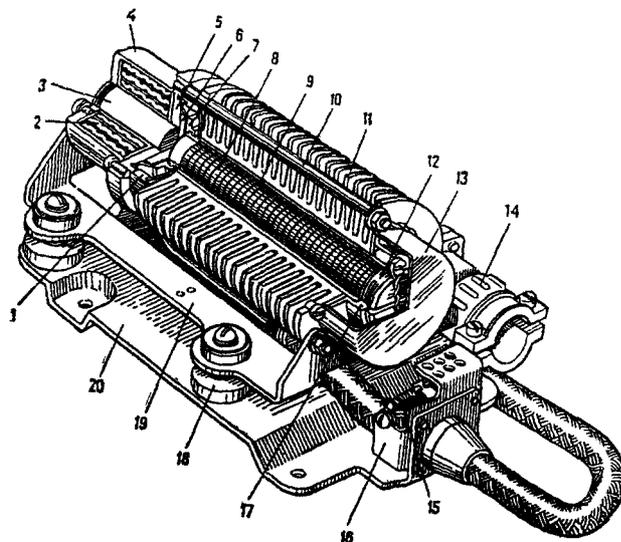
Регулятор РН-600 представляет собой электромагнитный регулятор реостатного типа с плавным изменением сопротивления угольного столба, включенного в цепь обмотки возбуждения генератора.

#### Основные данные

|  |                     |
|--|---------------------|
| Номинальное поддерживаемое напряжение . . . . .  | 115 в               |
| Напряжение постоянного тока в цепи возбуждения генератора . . . . .  | 26—30 в             |
| Мощность, рассеиваемая угольным столбом, с продувом под полным напором в 140 <sup>±20</sup> мм вод. ст. . . . .                        | не более 600 вт     |
| Примечание. В наземных условиях допускается работа без продува в течение 5 мин или работа с 30% нагрузкой генератора в течение 10 мин. |                     |
| Ток, потребляемый рабочей обмоткой регулятора . . . . .  | не более 0,15 а     |
| Режим работы . . . . .   | продолжительный     |
| Температура нагрева ребристого корпуса регулятора . . . . .  | не превышает 200° С |
| Вес . . . . .  | не более 2,5 кг     |

Основными частями регулятора (фиг. 80) являются: собственно регулятор, подставка с амортизаторами, основание, патрубков, штепсельный разъем и подстроечный реостат.

Собственно регулятор состоит из следующих основных элементов: угольного столба 8, алюминиевой анодированной втулки 9, якоря 6, сердечника 3, с помощью которого осуществляется регулирование магнитного зазора, корпуса 4 электромагнита, фланца 5 электромагнита, катушки 2 с двумя обмотками — рабочей и стабилизирующей, ребристый корпус 11, трех стоек 10, соединяющих корпус 11 с корпусом 4 электромагнита, контакта 12 для регулирования сопротивления угольного столба 8, фланца 17, колпачка 13, пластмассового кольца 1 и шайбы 7.



Фиг. 80. Регулятор напряжения РН-600:

1 — пластмассовое кольцо, 2 — катушка; 3 — сердечник; 4 — корпус электромагнита; 5 — фланец электромагнита; 6 — якорь, 7 — шайба; 8 — угольный столб; 9 — алюминиевая втулка, 10 — стойка, 11 — ребристый корпус; 12 — контакт; 13 — колпачок, 14 — штепсельный разъем, 15 — подстроечный реостат, 16 — кожух, 17 — фланец; 18 — амортизатор; 19 — плита; 20 — основание

Плита 19 имеет четыре амортизатора 18. Регулятор с плитой устанавливается на основании 20 и крепится к нему через амортизаторы винтами. На основании размещен подстроечный реостат 15, закрытый кожухом 16.

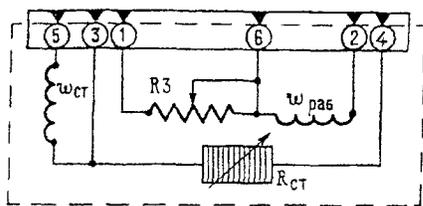
Для обеспечения принудительного воздушного охлаждения (продува) к регулятору прикладывается патрубок.

Подсоединение регулятора в схему осуществляется через штепсельный разъем 14. Электросхема угольного регулятора приведена на фиг. 81.

Угольный столб  $R_{ст}$  регулятора включен последовательно с обмоткой возбуждения генератора на напряжение бортовой сети постоянного тока и работает аналогично регулятору РН-180.

При повышении напряжения генератора увеличивается ток в рабочей обмотке  $\omega_{раб}$  регулятора, и электромагнит, преодолевая противодействие мембраны, начинает притягивать якорь к сердечнику. Перемещение якоря влечет за собой уменьшение давления на угольный столб, сопротивление его увеличивается, что вызывает уменьшение тока в цепи обмотки возбуждения генератора, и напряжение по-

следнего уменьшается. При уменьшении напряжения генератора процесс регулирования протекает в обратной последовательности.



Фиг. 81. Электросхема регулятора РН-600

Для обеспечения устойчивой работы в переходных режимах регулятор снабжен стабилизирующей обмоткой  $w_{ст}$ , включенной параллельно обмотке возбуждения генератора. Намагничивающие силы, создаваемые рабочей и стабилизирующей обмотками, направлены в одну сторону, за счет чего и обеспечивается устойчивая работа регулятора.

Общее сопротивление внешних соединительных проводов в цепи угольного столба должно быть не более  $0,01 \text{ ом}$ .

#### ВЫНОСНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ВС-33

Выносное сопротивление ВС-33 предназначено для работы в схеме регулирования напряжения генератора переменного тока ГО16ПЧ8.

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

#### Основные данные

Сопротивление обмотки . . . . .  $115 \pm 5 \text{ ом}$   
 Допустимый ток в обмотке . . . . . не более  $0,15 \text{ а}$   
 Режим работы . . . . . продолжительный

Примечание. Сопротивление ВС-33А отличается от ВС-33 только тем, что в ВС-33 перемычка установлена между ползунком и клеммой 3, а в ВС-33А — между ползунком и клеммой 1

Сопротивление обеспечивает регулирование напряжения . . . . . в пределах  $\pm 7 \text{ в}$   
 Вес . . . . . не более  $0,065 \text{ кг}$

#### АВТОМАТ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ АЗП1-1СД

Автомат АЗП1-1СД предназначен для защиты сети переменного однофазного тока от аварийного повышения напряжения.

#### Основные данные

Напряжение питания  
 постоянного тока . . . . .  $24-30 \text{ в}$   
 переменного тока частотой  $400 \text{ гц}$   $115 \text{ в} \pm 6\%$   
 Напряжение сети переменного тока, при котором автомат срабатывает на всех аварийных режимах и при напряжении питания автомата  $115 \text{ в}$  . . . . .  $126-133 \text{ в}$

Примечание. Автомат не срабатывает при кратковременном повышении напряжения сети, связанном с нормальными переходными процессами за счет отключения нагрузки или короткого замыкания в сети.

Время срабатывания автомата при частоте переменного тока  $400 \text{ гц}$  при повышении напряжения:

от  $115$  до  $140 \text{ в}$  . . . . . от  $0,7$  до  $2,5 \text{ сек}$   
 от  $115$  до  $220 \text{ в}$  . . . . . от  $0,1$  до  $0,3 \text{ сек}$   
 Режим работы . . . . . продолжительный  
 Вес . . . . . не более  $1,7 \text{ кг}$

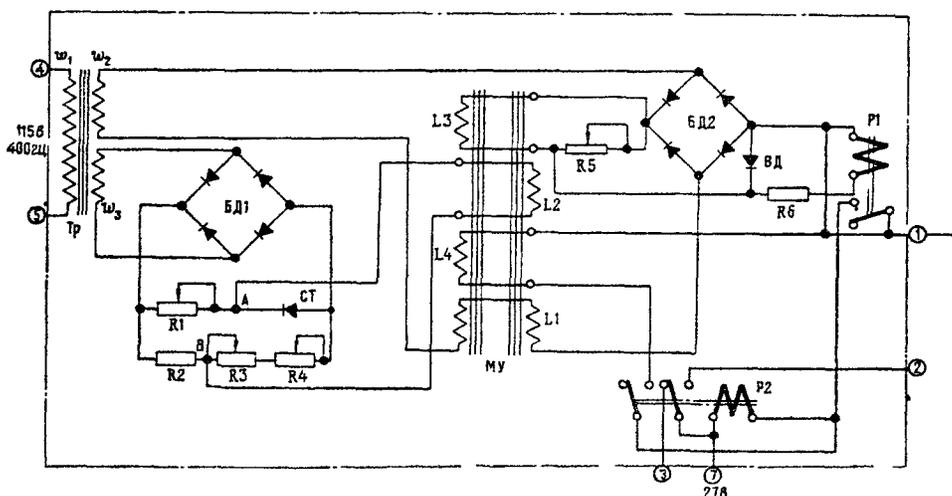
Автомат рассчитан на применение при изменении частоты от  $350$  до  $900 \text{ гц}$ .

В схему автомата входят следующие элементы (фиг. 82):

- реле замедленного действия Р1;
- магнитный усилитель МУ;
- трансформатор Тр;
- коммутационное реле Р2;
- два блока диодов БД1 и БД2;
- диод ВД;
- стабилитрон СТ;
- регулируемые сопротивления и реостаты Р1, Р3, Р4, Р5;
- сопротивления Р2 и Р6;
- штепсельный разъем.

Все элементы автомата расположены на основании и закрыты крышкой.

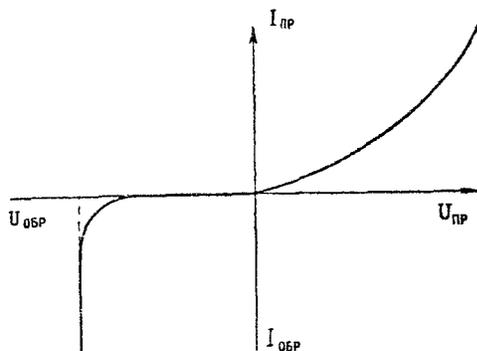
Реле Р1 имеет зависимую от напряжения выдержку времени и состоит из электромагнита втяжного типа и воздушного демпфера, встроенного в каркас катушки.



Фиг. 82. Электросхема автомата защиты от перенапряжения АЗП1-1СД

Нормально-открытый контакт реле P1 включен в цепь обмотки реле P2. Обмотка реле P1 включена последовательно с обмоткой L3 обратной связи магнитного усилителя. Выдержка времени, создаваемая реле P1, необходима для исключения ложных срабатываний этого реле при кратковременных эксплуатационных повышениях напряжения.

Одна пара переключающих контактов реле P2 включена в цепь сигнала аварийного повышения напряжения (клеммы 2 и 7 штепсельного разъема), другая пара — в цепь обмотки L4 подмагничивания магнитного усилителя. Реле P2 при срабатывании самоблокируется через обмотку L4 подмагничивания магнитного усилителя.



Фиг. 83. Характеристика стабилизатора автомата АЗП1-1СД

Трансформатор Тр понижает напряжение генератора.

Блоки диодов БД1 и БД2 выпрямляют переменный ток, а диод ВД сглаживает выпрямленный постоянный ток.

Сопротивления R1, R2, R3, R4 и стабилитрон СТ составляют мостовую схему. Сопротивление R5 регулирует напряжение обмотки L3 обратной связи магнитного усилителя. Гасящее сопротивление R6 служит для получения более пологой вольт-секундной характеристики реле P1.

При включении автомата в сеть на клемму 7 ШР подается напряжение постоянного тока, а на клемму 4 — переменный однофазный ток 115 в. Переменный ток подается на первичную обмотку  $\omega_1$  трансформатора Тр. Напряжение со вторичной обмотки  $\omega_2$  трансформатора выпрямляется блоком диодов БД1 и подается на чувствительный орган, представляющий собой мостовую схему из сопротивлений R1, R2, R3, R4 и стабилитрона СТ. В диагональ этого моста включена обмотка L2 управления усилителя МУ.

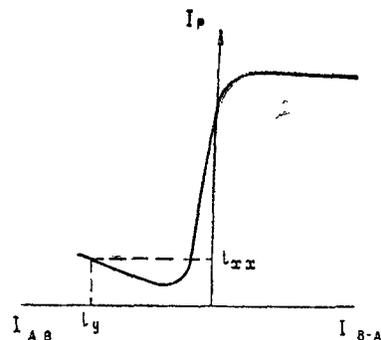
Стабилитрон СТ, включенный в одно из плеч моста, представляет собой нелинейное сопротивление, характеристика которого показана на фиг. 83.

Как видно из характеристики, стабилитрон поддерживает напряжение постоянным ( $U_{ст}$ ) за счет резкого увеличения тока. При номинальном напряжении генератора стабилитрон закрыт, и мостовая схема с обмоткой управления магнитного усилителя представляет собой параллельно-последовательное соединение сопротивлений. Потенциал точки А превышает потенциал точки В (см. фиг. 82). По управляющей обмотке L2 течет ток, который создает

в рабочей обмотке магнитного усилителя и реле P1 ток холостого хода ( $i_{xx}$ ).

Характеристика магнитного усилителя представлена на фиг. 84.

При повышении напряжения генератора увеличивается выпрямленное напряжение, и стабилитрон открывается. Потенциал точки А стабилизируется стабилитроном и остается постоянным при повышении напряжения до любого уровня. Потенциал точки В повышается при повышении напряжения, а разность потенциалов точек А и В уменьшается до нуля и затем меняет знак.



Фиг. 84. Характеристика магнитного усилителя автомата АЗП1-1СД

Питание рабочих обмоток L1 (см. фиг. 82) магнитного усилителя осуществляется через трансформатор Тр от его обмотки  $\omega_2$ . Последовательно с рабочими обмотками L1 через выпрямительный блок БД2 включены обмотка L3 обратной связи усилителя и реле P1.

Сопротивление R5 служит для регулировки глубины обратной связи.

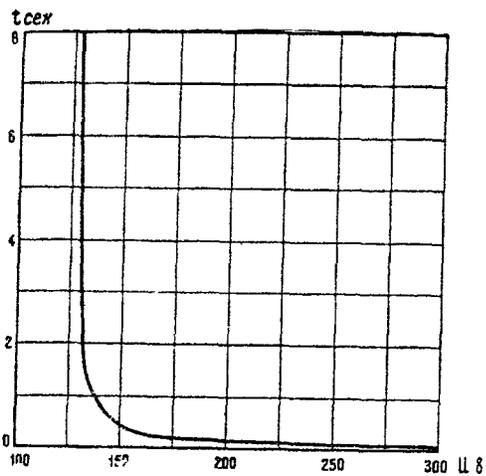
Как было отмечено, при повышении напряжения генератора увеличивается среднее выпрямленное напряжение на чувствительном органе. Ток в управляющей обмотке L2 магнитного усилителя, работающего в релейном режиме, уменьшается. Работа магнитного усилителя в релейном режиме означает большую крутизну его характеристики, т. е. при небольшом приращении тока управления получается значительный выходной ток.

Так как схема выполнена с положительной обратной связью, то при снижении тока в управляющей обмотке L2 резко увеличивается ток в обмотке L3 обратной связи, направление которого совпадает с направлением тока в обмотке управления. В результате этого возрастает напряжение на обмотке реле P1. Реле P1 срабатывает с выдержкой времени и своими нормально-разомкнутыми контактами замыкает цепь исполнительного реле P2. Так как реле P1 имеет значительную индуктивность, то оно зашунтировано диодом ВД, который образует разрядный контур, исключающий пробой диодов БД2 при снятии питания с реле P1.

Сопротивление R6 служит для температурной компенсации обмотки реле P1.

Реле P2 после срабатывания блокируется своими контактами через обмотку L4 магнитного усилителя. Обмотка L4 включена встречно обмотке L2 управления и обмотке L3 обратной связи, размагни-

чивая тем самым магнитный усилитель. Другая пара контактов реле P2 подает на клемму 2 ШР напряжение 27 в постоянного тока, снимая одновременно напряжение клеммы 3 ШР.



Фиг. 85. Вольт-секундная характеристика автомата АЗП1-1СД

Время срабатывания автомата обеспечивается двумя последовательно действующими элементами: магнитным усилителем и реле P1.

Зависимость времени срабатывания от напряжения показана на фиг. 85.

**КОРОБКА ОТСЕЧКИ ПО ЧАСТОТЕ КОЧ-1АН**

Коробка отсечки по частоте КОЧ-1АН предназначена для защиты потребителей электроэнергии переменного тока от питания током пониженной частоты.

**Основные данные**

|  |                        |
|--|------------------------|
| Номинальное напряжение питания   | 115 в переменного тока |
| Потребляемый ток   | не более 0,25 а        |
| Частота, при которой подается сигнал на управление генератором переменного тока:                             |                        |
| на включение   | не более 350 гц        |
| на отключение  | не менее 320 гц        |
| Примечание. Ранее устанавливавшиеся на самолет коробки КОЧ-1А отличаются от КОЧ-1АН только своей настройкой. |                        |
| Режим работы   | продолжительный        |
| Вес  | не более 2,5 кг        |

Электросхема коробки КОЧ-1АН показана на фиг. 86.

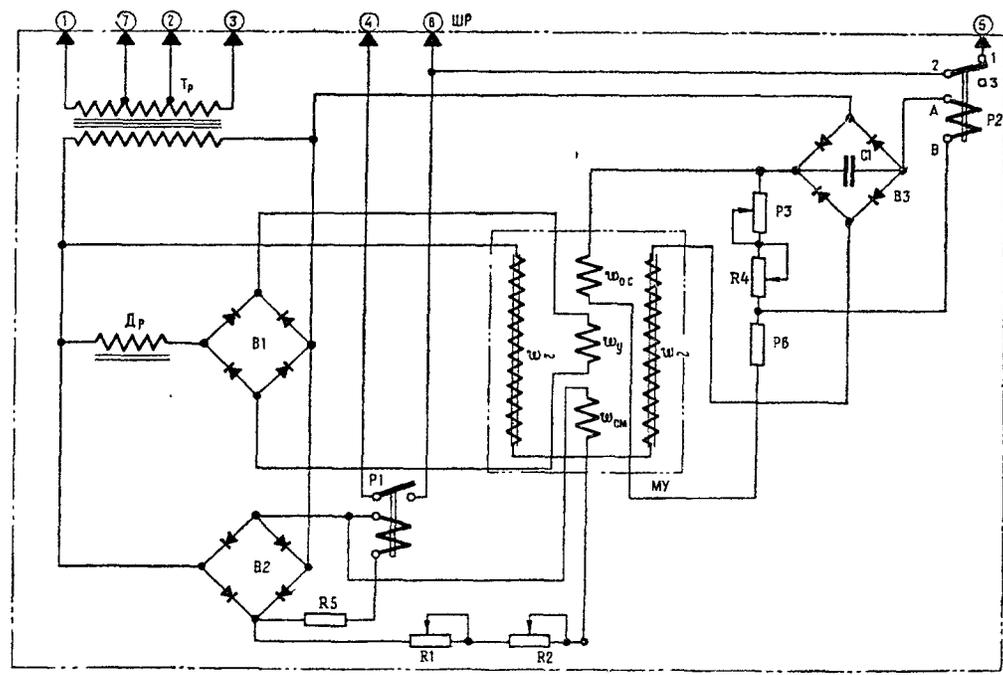
- трансформатора напряжения Тр;
- дросселя Др;
- магнитного усилителя МУ;
- реле P1 и P2;
- конденсатора С1;
- блоков выпрямителей В1, В2, В3;
- сопротивлений R1, R2, R3, R4, R5 и R6;
- штепсельного разъема ШР.

Все элементы, входящие в коробку, смонтированы на литом основании и закрыты крышкой, которая крепится к основанию винтами.

Питание схемы отсечки по частоте осуществляется от генератора переменного тока через понижающий трансформатор Тр при подаче напряжения 115 в через клеммы 2—3 ШР.

Чувствительным элементом, воспринимающим изменение частоты переменного тока генератора, является дроссель Др, индуктивное сопротивление которого изменяется пропорционально частоте.

Исполнительным органом схемы является магнитный усилитель МУ, который работает в релейном



Фиг. 86. Электросхема коробки КОЧ-1АН

режиме и воздействует на специальное токовое реле Р2. Обмотка последнего является нагрузкой для магнитного усилителя.

Обмотка начального смещения  $\omega_{см}$  магнитного усилителя через добавочные сопротивления температурной компенсации R2 и R1 и выпрямитель B2 включена на вторичную обмотку трансформатора. Сюда же включена управляющая обмотка магнитного усилителя через выпрямитель B1 и дроссель Др. Благодаря такому включению дросселя ток в управляющей обмотке магнитного усилителя обратно пропорционален частоте переменного тока генератора.

Элементы коробки отрегулированы так, что при понижении частоты до заданной величины ток в рабочей обмотке реле Р2 возрастает до тока срабатывания. Реле Р2 размыкает свои контакты 1—2 и подает сигнал на отключение генератора.

При повышении частоты до заданного уровня произойдет обратное.

В схему отсечки по частоте включено реле Р1, которое при напряжении не более 100 в замыкает цепи контактов реле Р2, а при снижении напряжения до величины не более 40 в размыкает цепи контактов реле Р2.

Коробка выпускается в отлаженном состоянии и при эксплуатации регулировке не подлежит.

#### КОРОБКА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ КНР-9

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

##### Основные данные

|  |                 |
|--|-----------------|
| Номинальное напряжение питания по переменному току | 36 в (линейное) |
| по постоянному току                                | 27 в            |
| Потребляемая мощность по постоянному току          | не более 14 вт  |
| по переменному току                                | не более 8 в-а  |
| Номинальная частота питающего переменного тока     | 400 гц          |

Электрическая схема коробки обеспечивает переключение преобразователей в следующих случаях:

- при межфазных коротких замыканиях,
- при трехфазных коротких замыканиях,
- при обрывах одной, двух или трех фаз,
- при коротких замыканиях или обрывах (в случае сгорания предохранителя) «плюсовой» цепи питания преобразователя постоянным током.

**Примечание.** Коробка реагирует на перечисленные аварии в линии переменного тока преобразователя до точек присоединения к этой линии выводных концов коробки от клемм 1, 2 и 3 ШР (включая внутренний монтаж и рабочие обмотки генератора преобразователя).

|  |                    |
|--|--------------------|
| Срабатывание коробки с выдержкой времени | от 0,15 до 0,7 сек |
| Режим работы                             | продолжительный    |
| Вес                                      | не более 2,3 кг    |

Электросхема коробки приведена на фиг. 87.

В нее входят следующие элементы:

- сигнальное реле Р1;
- реле выдержки времени Р2;
- блокировочные реле Р3, Р4 и Р5;
- магнитный усилитель МУ, работающий в ре-лейном режиме;
- выпрямители В1 и В2;
- конденсаторы С1, С2, С3, С4;
- сопротивления R1, R2, R3, R4, R5;
- кремниевый стабилитрон Д;
- штепсельный разъем.

Все элементы коробки смонтированы на штампованном основании и кронштейне, приклепанном к основанию и образующем переднюю стенку коробки. Сверху коробка закрыта крышкой.

В коробке применена однорелейная схема чувствительного элемента. Эта схема выполнена в виде трехфазного магнитного усилителя, работающего в ре-лейном режиме.

Релейный (скачкообразный) характер работы магнитного усилителя обеспечивается за счет специально подобранной внешней положительной обратной связи, которая создается обмоткой усилителя МУ. Нагрузкой усилителя является обмотка реле Р1. Магнитный усилитель управляется от управляющей обмотки 3—4, включенной на выход фильтра напряжений обратной последовательности.

Для получения требуемых значений ампер-витков срабатывания и отпуска магнитного усилителя последний имеет обмотку 5—2 смещения, на которую подается питание бортовой сети через специально подобранное сопротивление R2.

Фильтр напряжения обратной последовательности служит для выявления несимметричных аварий типа обрыва одной фазы или межфазного короткого замыкания.

В схеме применен четырехплечий фильтр на RC. Параметры элементов фильтра (емкостей С1 и С2, сопротивлений R1, R3 и R4) подобраны так, что при нормальном симметричном питании схемы фильтра напряжение на его выходе практически равно нулю.

При несимметричной аварии искажается треугольник напряжений, питающих вход фильтра. Это приводит к тому, что баланс падений напряжения на элементах фильтра нарушается, и на его выходе появляется определенная величина напряжения, называемая напряжением обратной последовательности.

Напряжение, снимаемое с выхода фильтра, выпрямляется выпрямителем В1 и подается на обмотку 3—4 управления магнитного усилителя.

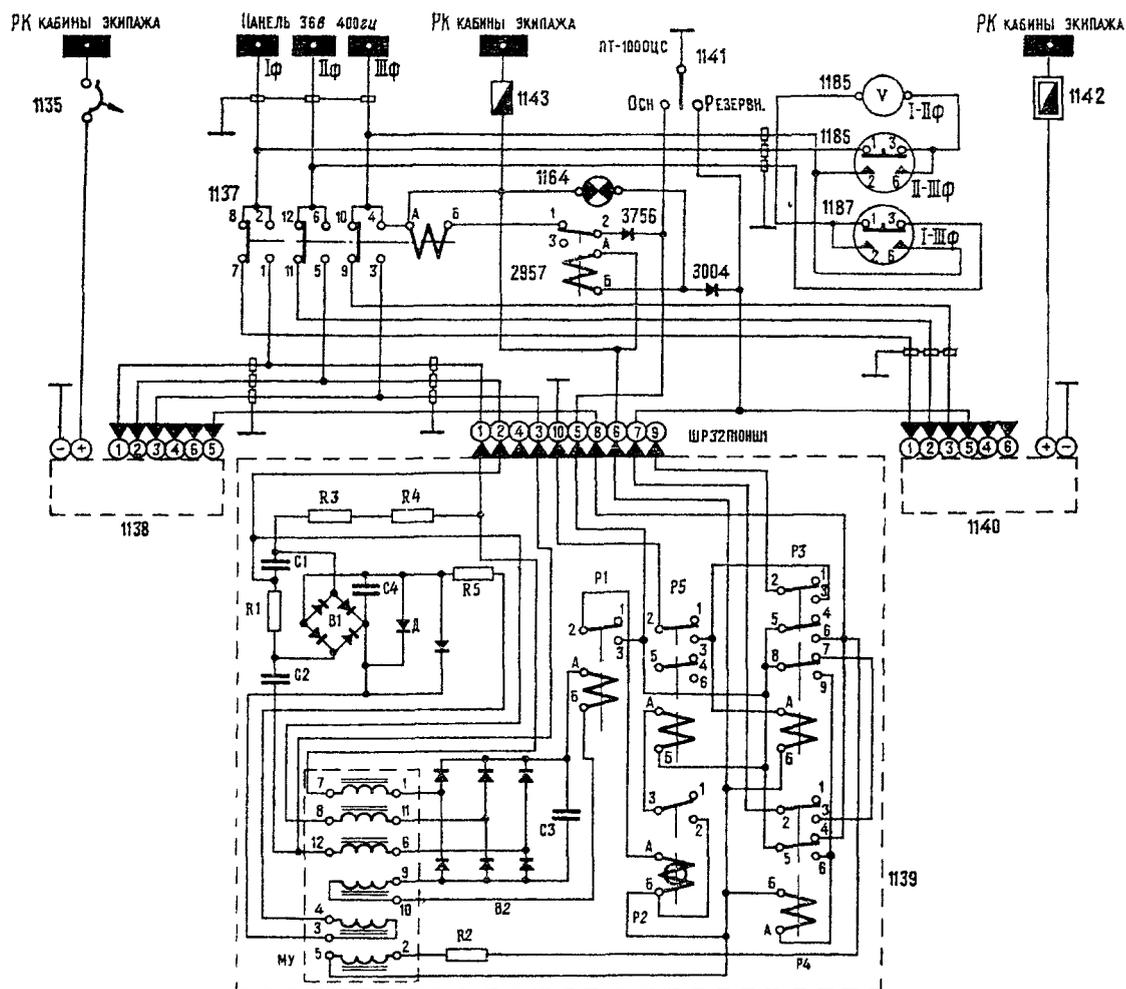
Схема чувствительного элемента коробки работает следующим образом. Когда напряжение на выходе преобразователя ПТ-1000ЦС (а следовательно, и на клеммах 1, 2 и 3 ШР коробки КНР-9) симметрично и имеет нормальное значение (около 36 в), напряжение на выходе фильтра практически равно нулю, и дроссель подмагничивается только обмоткой смещения. При этом реле Р1, включенное на выходе магнитного усилителя, срабатывает, так как ток на выходе усилителя будет больше тока срабатывания реле Р1.

При трехфазном коротком замыкании, трех- или двухфазном обрыве, коротком замыкании или обрыве

ве со стороны постоянного тока полностью пропадает питание переменным током магнитного усилителя, и ток на его выходе падает до нуля (т. е. реле Р1 отпускает и размыкает свои контакты, что и является сигналом аварии)

При обрыве одной фазы или междуфазном коротком замыкании магнитный усилитель продолжает

му введен стабилитрон Д, включенный на выходе фильтра параллельно конденсатору С4. Стабилитрон, имея напряжение стабилизации 8—9,5 в, при авариях, создающих большое напряжение на выходе фильтра, будет уменьшать величину этого напряжения до значения не выше 9,5 в, а напряжение на обмотке реле Р1 будет около 5 в при температуре



Фиг. 87 Электросхема включения преобразователей ПТ-1000ЦС и коробки КРР-9 3-й серии: 1135, 1142 — автомат защиты АЗР-70 и инерционный предохранитель ИП-75 преобразователей ПТ-1000ЦС, 1137 — контактор ТКД233 ДТ, 1138, 1140 — преобразователи ПТ-1000ЦС (основной и резервный), 1139 — коробка переключения преобразователей КРР-9 3-й серии; 1141 — переключатель ППНГ-15К преобразователей, 1143 — предохранитель СП-5; 1164 — сигнальная лампа СЛЦН работы резервного преобразователя; 1185 — вольтметр ВП-46, 1186, 1187 — кнопки измерения напряжений между II—III и I—III фазами; 2957 — реле ТКЕ21ПД, 3004, 3756 — диоды Д214

питаться двумя фазами, но при этом на выходе фильтра напряжений обратной последовательности появляется определенная величина напряжения, и в управляющую обмотку усилителя подается ток. Ампер-витки, создаваемые этой обмоткой, приводят к резкому уменьшению тока на выходе магнитного усилителя. Реле Р1 при этом обесточивается, что также является сигналом аварии.

Конденсаторы С3 и С4 в схеме чувствительного элемента служат для повышения выпрямленного значения токов на выходе выпрямителей В1 и В2.

Для обеспечения надежной работы коробки в схе-

+20°C, что меньше напряжения отключения реле.

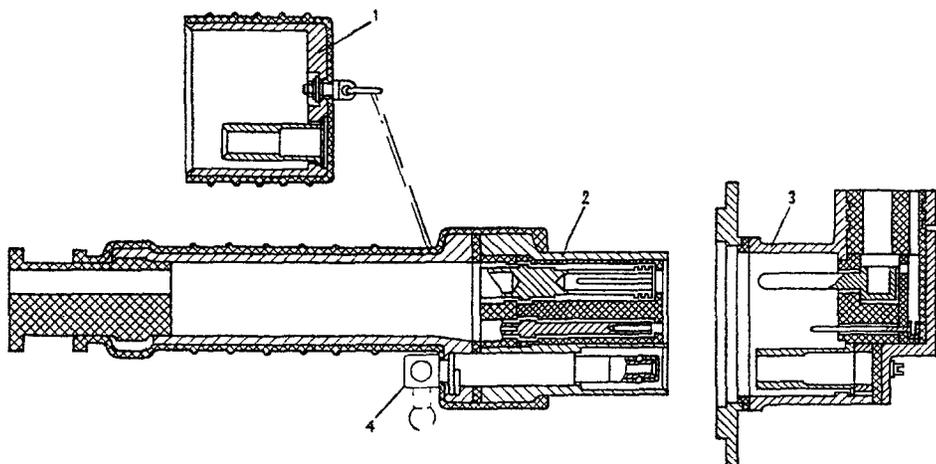
Помимо схемы чувствительного элемента (МУ, Р1 и фильтра на RC), в коробке смонтированы: реле Р2, служащее для получения выдержки времени при срабатывании коробки; реле Р3, служащее для выполнения блокировки, которая отделяет случай обесточенного (невозвращающегося) преобразователя ПТ-1000ЦС от случая аварии преобразователя в процессе его работы.

Выдержка времени на срабатывание введена для обеспечения селективности работы схемы защиты от короткого замыкания. Благодаря этой выдержке ко-

робка не успевает сработать при коротких замыканиях в линиях потребителей, имеющих защиту. Это короткое замыкание ликвидируется аппаратурой защиты потребителя. Работа КПР-9 с преобразователями приведена в разделе «Схема энергетики переменного тока».

### ШТЕПСЕЛЬНЫЙ РАЗЪЕМ АЭРОДРОМНОГО ПИТАНИЯ ШРА-200ЛК

Силовой штепсельный разъем ШРА-200ЛК предназначен для быстрого соединения (и разъединения) электрических цепей питания наземных источников электроэнергии переменного тока с бортсетью самолета.

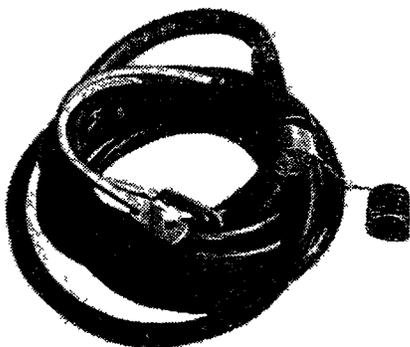


Фиг. 88. Штепсельный разъем ШРА-200ЛК:

1 — крышка розетки; 2 — розетка с шариковым замком; 3 — вилка, 4 — ручка шарикового замка

Разъем ШРА-200ЛК является стандартным разъемом, стыкующимся с розетками разъемов, которые имеются в аэропортах на наземных энергетических установках.

Штепсельный разъем (фиг. 88) состоит из двух частей — вилки, устанавливаемой на самолете (см.



Фиг. 89. Кабель аэродромного питания переменным током с розеткой ШРА-200ЛК

фиг. 39), и розетки, присоединяемой к кабелю (фиг. 89) аэродромного источника электроэнергии.

Разъем имеет одну управляющую и три силовые контактные пары. Диаметр силовых штырей 9 мм, управляющего — 8 мм.

Конструкция разъема — пылевлагозащитная. Разъем фиксируется в сочлененном положении с помощью замка (обозначается буквой «А» в шифре разъема ШРА; буквы «ЛК» в шифре разъема ШРА-200ЛК означают, что разъем снабжен крышкой и предназначен для установки на левом борту, т. е. крышка открывается в сторону полета; цифра 200 — величина тока нагрузки на силовые контакты).

Усилие сочленения и расчленения 9—14 кг. Переходное сопротивление каждой пары силовых контактов 150 мком, а управляющих — 250 мком.

Вес разъема не более 1,85 кг (вилка — не более 0,71 кг и розетка — не более 1,14 кг).

Разъем допускает не менее 3000 сочленений и расчленений. При этом в конце срока службы допускается частичное (до 1/4 общей поверхности контактирования) снятие покрытия на рабочих частях контактов.

Разъем допускает длительную нагрузку на силовые контакты до 200 а при напряжении до 200 в и на управляющий контакт — до 20 а.

### ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Для контроля за основными параметрами источников переменного тока на щитке энергетики (см. фиг. 19) устанавливаются: вольтметры ВФ-150 и ВП-46, два амперметра АФ1-150 и частотомер ГФ-400/120.

#### Вольтметр ВФ-150

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

Принцип действия прибора основан на взаимодействии магнитного потока, создаваемого током в одной подвижной катушке (рамке), с магнитным потоком неподвижной катушки. При прохождении тока по обеим катушкам, включенным последовательно, возникает вращающий момент подвижной части, в результате чего рамка стремится повернуться и занять такое положение, при котором магнитные потоки подвижной и неподвижной катушек совпадали бы по направлению. Противодействующий момент создается двумя спиральными пружинами. Равновесие рамки наступает в случае равенства вращающего и противодействующего моментов.

При последовательном соединении неподвижной катушки с подвижной вращающий момент пропорционален квадрату силы тока. Следовательно, шкалу прибора можно градуировать в единицах силы тока или напряжения, так как последнее пропорционально току.

Расположенные внутри прибора сопротивления и конденсатор предназначены для уменьшения соответственно температурной и частотной погрешностей прибора.

#### Основные данные

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Пределы измерения . . . . .  | 0—150 <i>в</i>           |
| Градуировочная погрешность от максимального значения шкалы . . . . .   | не превышает $\pm 2,5\%$ |
| Дополнительная температурная погрешность при изменении температуры на 10° С от нормальной (+20° С) . . . . .               | не превышает $\pm 8\%$   |
| Дополнительная частотная погрешность при изменении частоты на $\pm 50$ <i>гц</i> от номинальной (400 <i>гц</i> ) . . . . . | не превышает $\pm 1,2\%$ |
| Потребляемый ток . . . . .   | не более 15 <i>ма</i>    |
| Цена деления шкалы в диапазоне 60—90 <i>в</i> . . . . .  | 5 <i>в</i>               |
| Вес . . . . .  | не более 0,4 <i>кг</i>   |

#### Вольтметр ВП-46

Вольтметр ВП-46 предназначен для измерения напряжения переменного тока частотой 400 *гц* в диапазоне от 0 до 40 *в*.

Вольтметр представляет собой прибор электромагнитной системы.

#### Основные данные

|  |   |
|--|---|
| Предел измерения . . . . .   | от 0 до 40 <i>в</i>                             |
| Рабочая часть шкалы . . . . .  | 25—35 <i>в</i>                                  |
| Цена деления в рабочей части шкалы . . . . .   | 1 <i>в</i>                                      |
| Градуировочная погрешность в нормальных условиях не превышает:   |   |
| в рабочей части шкалы . . . . .  | $\pm 2,5\%$ ( $\pm 1$ <i>в</i> )                |
| в нерабочей части шкалы . . . . .  | $\pm 5\%$ ( $\pm 2$ <i>в</i> )                  |
| Дополнительная погрешность при изменении температуры от —60 до +50° С на каждые 10° С от нормальной (+20° С) в рабочей части шкалы . . . . . | не превышает $\pm 0,5\%$ ( $\pm 0,2$ <i>в</i> ) |
| Дополнительная погрешность при изменении частоты на $\pm 10\%$ от номинальной (400 <i>гц</i> ) в рабочей части шкалы . . . . .               | не превышает $\pm 1\%$ (0,4 <i>в</i> )          |
| Ток полного отклонения прибора при номинальной частоте (400 <i>гц</i> ) . . . . .  | 16—19 <i>ма</i>                                 |
| Вес . . . . .  | не более 0,14 <i>кг</i>                         |

#### Амперметр АФ1-150 с трансформатором ТФ-150/1А

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

Принцип действия ферродинамического амперметра аналогичен принципу работы вольтметра ВФ-150. Амперметр включают в сеть через измерительный трансформатор тока ТФ для увеличения пределов измерения. Его подключают к двум выводам вторичной обмотки трансформатора. Принцип действия измерительного трансформатора, как и обычного силового трансформатора, основан на явлении взаимной индукции между двумя обмотками, соединенными общим магнитопроводом (ярмом).

При прохождении переменного тока по первичной обмотке во вторичной индуцируется переменная э.д.с., а в замкнутой вторичной цепи появляется ток, величина которого измеряется амперметром. Так как ампер-витки первичной обмотки трансформатора равны ампер-виткам вторичной (пренебрегая ампер-витками холостого хода), то ток вторичной цепи будет во столько раз меньше тока первичной цепи, во сколько раз число витков вторичной обмотки трансформатора больше числа витков первичной.

Показания амперметра в амперах, помноженные на коэффициент трансформации (отношение номинальных значений тока первичной и вторичной обмоток), характеризуют собой силу тока в проводе сети. Шкала амперметра градуирована с учетом коэффициента трансформации, обозначенного на шкале прибора.

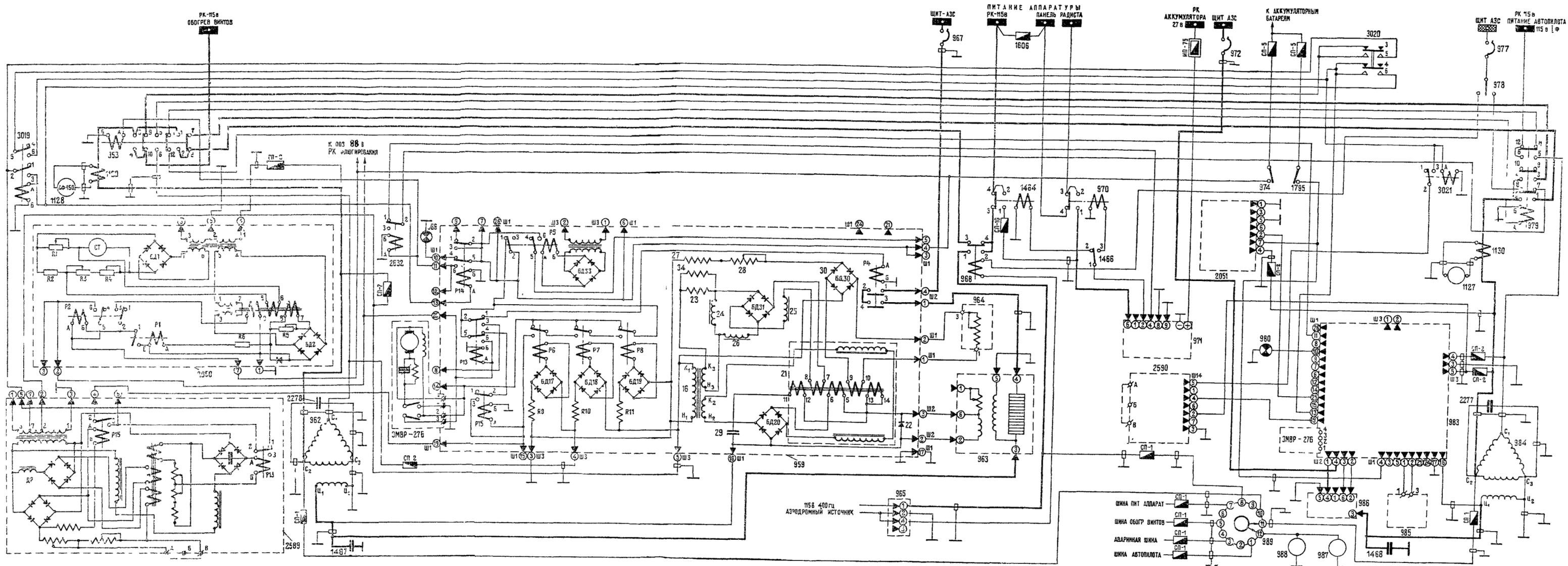
Первичная обмотка трансформатора на его сердечник не наматывается. Ее роль выполняет провод сети, проходящий через сквозное отверстие в корпусе трансформатора, в котором замеряется сила тока.

Номинальная сила тока вторичной обмотки трансформатора равна 1 *а*. Число ампер-витков первичной обмотки равно 150.

#### Основные данные

|   |   |
|---|---|
| Пределы измерения амперметра АФ-150   |   |
| без трансформатора тока . . . . .   | от 0 до 1 <i>а</i>                          |
| с трансформатором тока . . . . .  | от 0 до 150 <i>а</i>                        |
| Рабочий диапазон шкалы амперметра . . . . .   | 45—150 <i>а</i>                             |
| Основная погрешность амперметра   | $\pm 2,0\%$ от максимального значения шкалы |
| Дополнительные погрешности амперметра:  |   |
| при изменении частоты на $\pm 10\%$ от номинальной в пределах 350—1200 <i>гц</i> . . . . .                        | $\pm 1\%$ от максимального значения шкалы   |
| при изменении температуры окружающей среды на 10° С от нормальной (+20° С) в диапазоне от —60 до +60° С . . . . . | $\pm 1\%$ от максимального значения шкалы   |

Примечание. Указанные погрешности амперметра даны без трансформатора тока.



Фиг. 90. Электросхема энергетика однофазного переменного тока:

958, 974, 979, 1795 — контакторы ТКС13ЗДТ и выключатели ВГ 15К генераторов ГО16ПЧ8 левого и правого двигателей; 959, 983 — коробки КВР-2 пуска, защиты и регулировки генераторов; 962, 963, 964, 984, 986, 985 — генераторы ГО16ПЧ8, регуляторы напряжения РН-600 и выносные сопротивления ВС-33 левого и правого двигателей; 965, 968, 977, 978 — разъем аэродромного питания ШРА-200ЛК, контактор ТКС11ДТ включения аэродромного источника, автомат защиты АЗС-2 и переключатель ППНГ-15К («Аэродр питание — Выкл — ПО 750») включения электропитания по переменному

току 115 в 400 гц, 966, 980 — лампы СЛЩН выхода из строя генераторов ГО16ПЧ8, 967, 972 — автоматы защиты АЗР-30 «Возбужд. генерат»; 970, 971 — контактор ТКД 511ДТ и преобразователь ПО-750 2-й серии; 987, 988, 989 — частотомер ГФ-400, вольтметр ВФ-150, переключатель ППН измерения напряжения, 1127, 1128, 1129, 1130 — амперметры АФ-150 и трансформаторы переменного тока ГФ-150/1 генераторов ГО16ПЧ8; 1464, 1466 — контактор ТКС11ДТ выхода ПО-750 2-й серии на основную шину при включении на земле и переключатель ППГ 15К преобразователя «Воздух —

Земля»; 1467, 1468, 2277, 2278 — конденсаторы МБГП-2-200 и МБГП-2 250, 2050, 2051 — автоматы АЗП1-1СД отключения генераторов ГО16ПЧ8, 1606 — плавкая вставка ПВ-100АС; 2589, 2590 — коробки КОЧ-1АН отсеки по частоте левого и правого генераторов; 3019, 3021 — реле ТКЕ52ПД 2-й серии блокировки ПО-750 при работе генераторов ГО16ПЧ8 к борсети; 3020 — кнопка ГР36040СЧСП подключения генератора к сети



Собственное потребление мощности амперметром . . . . . не превышает 2,5 в·а  
 Погрешность трансформатора при частоте 400 гц.

|                               | при нагрузках. |             |
|-------------------------------|----------------|-------------|
|                               | максимальной   | номинальной |
| по коэффициенту трансформации | $\pm 1\%$      | 0,5%        |
| по углу сдвига фазы . . . . . | $\pm 60'$      | $\pm 40'$   |

Примечание. Номинальная нагрузка вторичной цепи для трансформатора ТФ-150/1А  $Z=2,5$  ом,  $\cos \varphi=0,5$ , что соответствует включению одного амперметра.

Вес:  
 амперметра . . . . . не более 0,375 кг  
 трансформатора тока . . . . . не более 0,325 кг  
 Цена одного деления шкалы амперметра . . . . . 5 а

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

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

Включение первичной обмотки трансформатора тока (сетового провода) при разомкнутой вторичной обмотки не допускается. Сечение сетевого провода для первичной обмотки должно быть не менее 41 мм<sup>2</sup>.

### Частотомер ГФ-400/120

Ферродинамический частотомер (герцметр) ГФ-400/120 предназначен для измерения частоты в сети переменного тока с номинальной частотой 400 гц и номинальным напряжением 120 в.

Устройство частотомера основано на резонансно-компенсационном принципе с использованием компенсационного ферродинамического логометра переменного тока в качестве измерителя частоты.

#### Основные данные

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Предел измерения . . . . .  | 350—450 гц              |
| Номинальное напряжение . . . . .  | 120 в                   |
| Потребляемая мощность . . . . .   | не более 9 в·а          |
| Основная погрешность (при нормальных условиях) . . . . .  | не превышает $\pm 4$ гц |
| Дополнительная температурная погрешность на каждые 10°С изменения температуры окружающей среды от нормальной (+20°С) в диапазоне температур от —60 до +50°С . . . . . | не превышает $\pm 4$ гц |
| Дополнительная погрешность при изменении напряжения на $\pm 10\%$ от номинального (120 в) . . . . .   | не превышает $\pm 2$ гц |
| Цена деления шкалы частотомера . . . . .  | 5 гц                    |
| Вес . . . . .   | не более 0,8 кг         |

Стрелка частотомера не имеет нулевого положения, поэтому в частотомере отсутствует корректирующее приспособление.

## 8. СХЕМА ЭНЕРГЕТИКИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

### ОДНОФАЗНЫЙ ТОК

Схема энергетики переменного однофазного тока показана на фиг. 90.

Включение электропитания 115 в 400 гц от наземной энергетической установки при подсоединенном разъеме аэродромного питания 965 производится путем установки переключателя 978 «Аэродр. питание — Выкл. — ПО-750» на щитке энергетики постоянного и переменного тока в положение «Аэродр. питание». При этом срабатывает контактор 968, и напряжение наземной установки через разъем аэродромного питания, через замкнувшиеся контакты контактора 968 и нормально-замкнутые контакты контактора 1464 поступает в бортсеть.

До подключения к борти сети напряжение и частота наземной установки могут быть проконтролированы с помощью вольтметра 988 и частотомера 987 при установке переключателя 989 в соответствующее положение (переключатель и приборы размещены на щитке энергетики постоянного и переменного тока).

В связи с тем что вспомогательный штырь 4 разъема аэродромного питания 965 короче силовых штырей 1, 2 и 3, сочленение силовых штырей происходит раньше, чем будет замкнута минусовая цепь контактора 968. Этим предупреждается коммутация тока силовыми штырями и их подгар (если переключатель 978 был установлен в положение «Аэродр. питание» до сочленения разъема аэродромного питания). Аналогично этому контактор 968 коммутирует ток и при разобщении разъема аэродромного питания.

Следует обратить внимание на то, что включение питания борти сети однофазным переменным током от наземной энергетической установки может быть произведено только при наличии в борти сети напряжения постоянного тока, необходимого для включения контактора 968.

Включение преобразователя 971 (ПО-750 2-й серии) осуществляется путем перевода переключателя 978 в положение «ПО-750».

Благодаря тому что цепь включения преобразователя от переключателя 978 проходит через нормально-замкнутые контакты контактора 979 и реле 2632, срабатывающих соответственно при работе генераторов переменного тока № 2 и 1, преобразователь отключен даже тогда, когда переключатель 978 находится в положении «ПО-750». За счет этого же подключения преобразователь автоматически включается при отказе обоих генераторов (в полете переключатель 978 должен находиться в положении «ПО-750»). При запуске преобразователя с клеммы 2 его штепсельного разъема подается напряжение постоянного тока.

В случае установки переключателя 1466 в положение «Земля» срабатывает контактор 1464, и напряжение переменного тока от преобразователя через предохранитель 1133 (СП-10) и замкнувшиеся контакты контактора 1464 поступает в бортсеть. При этом возможно одновременное питание тех потребителей электроэнергии, суммарная потребляемая мощность которых не превосходит мощности преобразователя. Предохранитель 1133 служит для защиты преобразователя от перегрузки в случае ошибочного одновременного включения потребителей, общая мощность которых больше мощности преобразователя. Этот режим работы преобразователя необходим на земле при поочередном опробо-

вании подавляющего большинства потребителей электроэнергии однофазного переменного тока при отсутствии наземной энергетической установки.

В случае же перевода переключателя 1466 в положение «Воздух» при запуске преобразователя срабатывает контактор 970. В этом случае преобразователь подключается только к шине аварийного питания по переменному току с одновременным разобщением шин основного и аварийного питания. К этой шине подключены аварийные потребители (см. раздел «Схема распределения энергетика»), суммарная мощность которых не превосходит допустимую мощность для преобразователя ПО-750. Этот режим работы преобразователя необходим в полете при выключении обоих генераторов переменного тока. Так как параллельная работа генератора, преобразователя или наземной установки на самолете недопустима, контакторы 968 и 1464 исключают одновременную работу на бортовую сеть более одного из этих источников.

Система управления и защиты генераторов переменного тока обеспечивает:

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

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

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

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

— сигнализацию аварийного отключения генератора.

Включение возбуждения основного генератора переменного тока ГО16ПЧ8 № 1 (левого двигателя) производится со щитка энергетика постоянного и переменного тока выключателем 974. При этом напряжение постоянного тока бортовой сети через клемму 4 штепсельного разъема Ш1 коробки 959 включения и регулирования (КВР-2), через нормально-замкнутые контакты реле Р5, Р8, Р7, Р6 в КВР-2 и клемму «+» электромоторного реле времени ЭМРВ-27Б (в КВР-2) подается на электромотор реле ЭМРВ-27Б («минусовая» цепь электромотора замкнута концевым выключателем в этом реле). В результате этого начинает вращаться электромотор реле ЭМРВ-27Б.

Одновременно с этим напряжение бортовой сети через нормально-замкнутые контакты реле Р5, Р13 в КВР-2 подается на обмотку контактора Р4 возбуждения генератора в КВР-2, в результате чего этот контактор срабатывает, чем обеспечивается включение возбуждения генератора (через угольный столб регулятора 963).

На лампу сигнализации 966 отказа генератора напряжение подается через нормально-замкнутые контакты реле Р14 в КВР-2.

При возрастании напряжения переменного тока генератора до величины не более 95 в (за время не более чем 6 сек, так как за это время не успевает сработать ЭМРВ-27Б) срабатывают реле Р6, Р7, Р8 в КВР-2 (напряжение на обмотки этих реле поступает через клеммы 3, 4, 5 штепсельного разъема Ш3, сопротивления Р9, Р10, Р11 в КВР-2 и блоки выпрямителей БД17, БД18, БД19 в КВР-2).

После срабатывания реле Р6, Р7, Р8 обесточивается реле ЭМРВ-27Б в КВР-2 и напряжение подается на обмотку реле Р15. Реле Р15 срабатывает и через нормально-замкнутые контакты реле Р13 и через свои замкнувшиеся контакты становится на самоподпитку, удерживая этим напряжение на клемме 19 Ш1 КВР-2.

Описанное состояние схемы соответствует работе генератора 962 переменного тока, еще не подключенного к бортовой сети. Это позволяет осуществить контроль за напряжением и частотой переменного тока генератора с помощью вольтметра 988 и частотомера 987 при постановке переключателя 989 в положение «Г1» (клемма 10) до подключения генератора к нагрузке (бортовой сети). Кроме того, этим устраняется попадание в бортовую сеть всплесков напряжения, возникающих при переходных процессах, которые сопровождают включение генератора.

Для подключения генератора к бортовой сети достаточно кратковременно нажать на кнопку 3020. При этом напряжение с клеммы 19 Ш1 КВР-2 через замкнутые контакты реле Р15 и Р13 в коробке отсеки по частоте 2589 (эти реле срабатывают за счет подачи напряжения на клемму 2 КОЧ-1АН) и замкнувшиеся контакты кнопки 3020 поступает на обмотку реле 3019 и через клемму 13 Ш1 КВР-2 — на обмотку реле Р14. В результате этого реле 3019 срабатывает, после чего находится под током за счет самоподпитки через свои замкнувшиеся контакты и после отпускания кнопки 3020. Это же реле 3019 обеспечивает цепь питания реле Р14.

При срабатывании реле Р14 размыкается цепь сигнальной лампы 966 отказа генератора переменного тока № 1, и напряжение подается через клемму 11 штепсельного разъема Ш1 на обмотку линейного контактора 958. Срабатыванием реле 2632 обеспечивается одновременный разрыв цепи включения преобразователя ПО-750 2-й серии.

При срабатывании контактора 958 осуществляются следующие операции:

— замыканием контактов 3—4 генератор № 1 подключается к шине противообледенительной системы лопастей воздушных винтов и их обтекателей;

— замыканием контактов 1—2 генератор № 1 подключается к шине питания приборов переменным однофазным током (через нормально-замкнутые контакты контакторов 968 и 1464);

— замыканием контактов 5—6 фаза С<sub>1</sub> генератора № 1 подключается (через нормально-замкнутые контакты контактора 979) к шине питания автопилота;

— размыканием контактов 9—10 и 7—8 отключаются цепи питания шины противообледенительной системы воздушных винтов и их обтекателей и шины питания приборов от генератора переменного тока № 2, чем по силовым цепям исключается параллельная работа обоих генераторов переменного тока;

— размыканием контактов 11—12 разрывается цепь включения линейного контактора 979 генератора № 2.

В том случае, если при включении генератора № 1 напряжение переменного тока по какой-либо причине отсутствует, реле Р6, Р7, Р8, Р14, Р15 в КВР-2 не срабатывают. Поэтому реле ЭМРВ-27Б, продолжая работать, через 6 сек после включения выключателя 974 замкнет свои нормально-разомкнутые контакты, благодаря чему через клемму 2 реле ЭМРВ-27Б будет подано напряжение на обмотку реле Р13.

Реле Р13 срабатывает, через свои замкнувшиеся контакты становится на самоподпитку и разрывает цепь обмотки контактора Р4, в результате чего возбуждение генератора выключается.

Как видно из схемы, для повторного включения возбуждения генератора необходимо выключить и повторно включить его выключатель 974. Реле Р13 снимается при этом с самоподпитки, схема возвращается в исходное состояние и при повторном включении весь описанный выше процесс начинается сначала.

В случае понижения напряжения генератора переменного тока № 1 в процессе его работы до величины не менее 35 в реле Р6, Р7, Р8 в КВР-2 замкнут свои нормально-замкнутые контакты. Этим будет подано напряжение на реле ЭМРВ-27Б, которое через 6 сек подаст напряжение на обмотку реле Р13. Реле Р13 срабатывает и, аналогично предыдущему, через свои замкнувшиеся контакты становится на самоподпитку, разрывая цепь питания обмотки контактора Р4, реле Р14, Р15 и реле 3019. Одновременно контакты реле Р14 разрывают питание линейного контактора 958 и загорается сигнальная лампа 966 отказа генератора № 1.

Если напряжение переменного тока за время менее 6 сек вновь поднялось до величины более 95 в, схема приходит в нормальное рабочее состояние, обеспечивающее подключение генератора № 1 к бортовой сети.

Величина выдержки времени 6 сек выбрана по следующим причинам. При коротком замыкании в цепи какого-либо потребителя электроэнергии однофазного переменного тока защита (предохранитель), установленная в цепи этого потребителя, срабатывает не мгновенно, а через определенное время, зависящее от величины тока короткого замыкания, типа защиты и т. д. В течение этого времени генератор нагружается сравнительно большим током короткого замыкания, в результате чего его напряжение понижается. В этом случае может произойти ложное отключение генератора от бортовой сети. Введение выдержки времени величиной в 6 сек, превосходящей время срабатывания любого предохранителя в цепях потребителей электроэнергии, позволяет обеспечить селективное отключение генера-

тора в случаях повреждений в цепях потребителей, когда должен сработать ближайший к месту повреждения аппарат защиты.

При отказе двигателя во время флюгирования отключение генератора № 1 происходит без выдержки времени 6 сек за счет подачи напряжения на клемму 25 ШР КВР-2 через замкнувшиеся контакты реле 88 (см. фиг. 122) в РК флюгирования.

При аварийном повышении напряжения генератора № 1 переменного тока срабатывает его автомат 2050 (см. фиг. 90) защиты от перенапряжения (АЗП1-1СД) и с клеммы 7 ШР автомата через замкнувшиеся контакты реле Р2 и клемму 2 ШР аварийный сигнал поступает в коробку КВР-2 на обмотку реле Р13. Далее процесс выключения генератора происходит аналогично описанному выше.

В случае снижения частоты генератора № 1 ниже допустимого предела срабатывает его коробка 2589 отсечки по частоте (КОЧ-1АН), при этом реле Р13 и Р15 в коробке разрывают электрическую цепь включения генератора.

Аналогично описанной выше работе схемы включения и защиты генератора № 1 переменного тока работает и схема генератора № 2.

Благодаря тому что при отказе генератора № 1 возвращается в исходное положение его линейный контактор 958 и замыкаются клеммы 11—12 этого контактора, генератор № 2 автоматически подключается к бортовой сети (при включенном выключателе 1795 возбуждения генератора № 2), при этом нет необходимости в повторном нажатии на кнопку 3020.

Как видно из схемы, при срабатывании реле 3019 подключения генератора № 1 к бортовой сети замыкается цепь обмотки реле 3021 включения генератора № 2 на бортовую сеть. В связи с этим отпадает необходимость в повторном нажатии на кнопку 3020 и при запоздалом включении выключателя 1795 возбуждения генератора № 2 (в процессе работы генератора № 1) и исключается возможность проникновения в бортовую сеть переходных режимов генератора № 2, связанных с его включением.

На первых сериях самолета включение возбуждения генераторов производилось одновременно с автоматическим подключением генераторов к бортовой сети (с помощью КВР-2) без кнопки 3020. На этих самолетах напряжение и частота генераторов до их включения на бортовую сеть контролировались при нажатии специальных кнопок, обеспечивающих включение возбуждения генераторов без включения линейных контакторов (при выключенных выключателях генераторов).

Настоящей схемой обеспечивается контроль за напряжением и частотой на шинах питания аппаратуры, на шине аварийного питания, контроль за электропитанием обогрева воздушных винтов и их обтекателей, а также за питанием автопилота при установке переключателя 989 на щитке энергетика в соответствующее положение. На этом же щитке с помощью амперметров 1128 и 1127 обеспечивается контроль за нагрузкой генераторов.

Конденсаторы 1467, 1468, 2278, 2277, установленные в цепях обмоток возбуждения генераторов и в фазах С<sub>2</sub>, предназначены для снижения уровня помех радиоприему.

## ТРЕХФАЗНЫЙ ТОК

Включение преобразователей ПТ-1000ЦС (основного или резервного) осуществляется переключателем 1141 (см. фиг. 87) по «минусовой» цепи. При установке переключателя 1141 в положение «Осн», «минус» бортовой сети через клемму 5 штепсельного разъема коробки 1139 (КПР-9), контакты 5—4 реле Р4 в КПР-9, клемму 8 штепсельного разъема КПР-9 и клемму 5 ПТ-1000ЦС подается на обмотку контактора в ПТ-1000ЦС, который срабатывает, и преобразователь запускается.

После запуска преобразователя на его выходе (клеммы 1, 2, 3) начинают нарастать напряжение и частота. При достижении ими определенных величин срабатывает реле Р1 в КПР-9, включая тем самым реле выдержки времени Р2, реле Р5 и Р3.

Замыкание контактов 8—9 реле Р3 приведет к срабатыванию реле Р4, которое после этого через свои замкнутые контакты 5—6 становится на самоподпитку. Разрыв контактов 5—4 реле Р4 не приводит к выключению контактора К запуска ПТ-1000ЦС (см. фиг. 76), так как цепь контактов 5—4 реле Р4 в КПР-9 (см. фиг. 87) запараллелена замкнутыми контактами 5—6 реле Р3.

Таким образом, при вступлении в работу основного преобразователя 1138 срабатывают все реле коробки КПР-9, чем обеспечивается ее готовность для выполнения своего назначения. За счет срабатывания контактора 1137 основной преобразователь 1138 подключается к бортовой сети.

В случае какой-либо симметричной или несимметричной аварии основного преобразователя в КПР-9 отключаются реле Р1 и Р2.

Реле Р2 с выдержкой времени 0,3 сек отключит реле Р3 и Р5, что приведет к выключению контактора запуска основного преобразователя (так как разомкнутся контакты 5—6 реле Р3) и к включению контактора запуска резервного преобразователя (через клемму 5 штепсельного разъема резервного ПТ-1000ЦС, клемму 7 штепсельного разъема КПР-9, контакты 2—3 реле Р4, контакты 7—8 реле Р3 и клемму 5 штепсельного разъема).

Таким образом, произойдет автоматическое переключение с основного ПТ-1000ЦС на резервный. Такого рода переключение возможно только при отказе основного преобразователя (при отказе резервного преобразователя основной не включится).

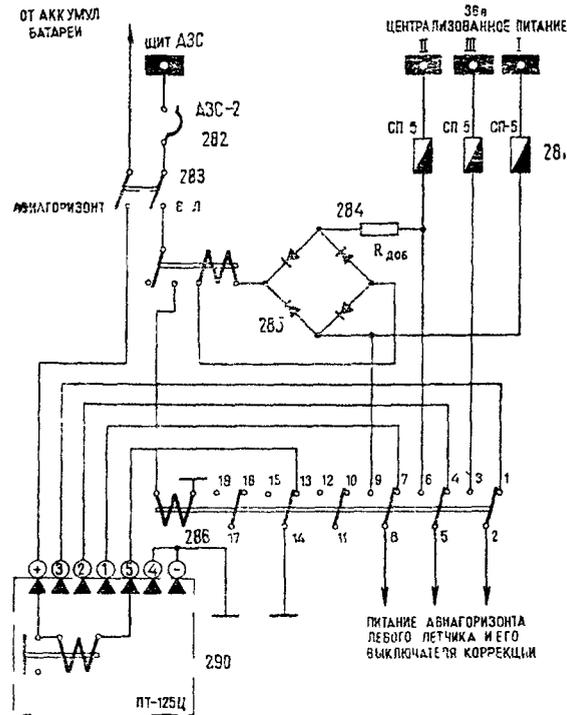
При включении резервного преобразователя срабатывает реле 2957, в результате чего обесточивается контактор 1137, переключающий шины на резервный преобразователь, и загорается лампа сигнализации 1164.

В цепи питания основного преобразователя установлен автомат защиты сети 1135, отключением которого осуществляется проверка работы КПР-9 с имитацией отказа основного и с включением резервного преобразователя.

Диод 3004 устраняет возможность зуммирования реле 2957 в том случае, когда переключатель 1141 находится в положении «Осн.» и сгорает предохранитель 1143 (СП-5). При отсутствии диода 3004 цепь замыкается через обмотку контактора пуска

резервного преобразователя, клемму 5 его ШР, обмотку реле 2957, обмотку контактора 1137, контакты реле 2957 и переключатель 1141, что обусловит режим зуммирования реле 2957. Аналогичную функцию выполняет и диод 3756.

Включение резервного преобразователя может быть произведено и вручную — путем установки переключателя 1141 в положение «Резерв».



Фиг. 91. Электросхема включения преобразователя ПТ-125Ц:

281 — плавкие предохранители СП-5, 282 — автомат защиты сети АЗС-2; 283 — выключатель 2ВГ 15К питания авиагоризонта, 284 — добавочное сопротивление; 285 — реле ТПЕ21ПДА блокировки включения ПТ-125Ц, 286 — реле ТКЕ56ПЦ включения ПТ-125Ц, 290 — преобразователь ПТ-125Ц

Линейное напряжение в трехфазной сети контролируется вольтметром 1185. При этом вольтметр постоянно подключен к фазам I и II. Для поочередной проверки напряжения между фазами II—III и I—III достаточно нажать на кнопки 1186 и 1187 соответственно.

Преобразователь ПТ-125Ц предназначен для аварийного питания авиагоризонта левого летчика. С целью исключения одновременного питания авиагоризонта от двух источников трехфазного тока цепь включения питания ПТ-125Ц по постоянному току (фиг. 91) замыкается через контакты реле 286 только в том случае, если отсутствует централизованное переменное напряжение 36 в 400 гц от какого-либо из преобразователей ПТ-1000ЦС (основного или резервного) на реле 285. Питание ПТ-125Ц по постоянному току осуществляется от аварийной шины.

# СИСТЕМЫ ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ И ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ

## 9. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗАПУСКЕ ДВИГАТЕЛЕЙ

Для запуска двигателя АИ-24 необходимо вначале сообщить его компрессору некоторую скорость вращения, при которой в камерах сгорания двигателя создаются определенные расход и давление воздуха. При этом турбина начинает развивать мощность, достаточную для вращения компрессора. Дальнейшее нарастание скорости вращения турбины произойдет только в том случае, если мощность турбины будет превосходить мощность, необходимую для вращения компрессора. Нарастание скорости вращения должно происходить достаточно интенсивно, иначе количество воздуха, подаваемого компрессором в камеры сгорания, будет недостаточным, что приведет к недопустимому повышению температуры газов (более 750° С), опасному для камер сгорания и турбины.

В связи с тем что мощность, развиваемая турбиной в начале ее работы, не обеспечивает требуемой большой скорости нарастания числа оборотов компрессора, необходимо и после начала работы турбины сообщать валу турбины дополнительное ускорение за счет внешнего источника энергии, вплоть до достижения им скорости холостого хода.

На фиг. 92 изображена зависимость момента статического сопротивления двигателя  $M_{ст}$  от скорости вращения его вала. (Величина момента статического сопротивления определяется в основном конструкцией компрессора и его необходимо преодолевать при запуске). В пределах нарастания скорости вращения от 0 до  $n_1$  ( $n_1 = 1500$  об/мин) турбина не работает, и статический момент возрастает пропорционально квадрату скорости вращения. При скорости вращения  $n_1$  в работу вступает турбина, и при  $n_2$  развиваемый ею вращающий момент становится равным моменту сопротивления. Скорость вращения  $n_2$  ( $n_2 \approx 6000$  об/мин) является скоростью холостого хода. При дальнейшем увеличении скорости вращения вращающий момент турбины становится больше момента сопротивления.

Таким образом, для запуска двигателя необходим внешний источник энергии, который должен сообщать компрессору скорость вращения, достаточную для вступления турбины в работу, и поддерживать работу турбины вплоть до достижения ею режима холостого хода.

Роль такого внешнего источника энергии на двигателе АИ-24 выполняет стартер-генератор СТГ-18ТМ, который во время запуска работает в режиме стартера, а после запуска двигателя начинает работать в режиме генератора электрической энергии. За счет такого комплексного использования СТГ-18ТМ достигается значительная экономия в весе, так как опадает необходимость в специальном приводе, который используется только на земле и является бесполезным грузом в полете.

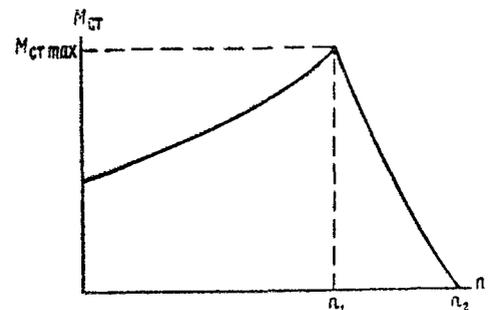
Мощность  $P_{n_1}$ , которую должен развивать стартер-генератор в стартерном режиме при скорости  $n_1$ , равна

$$P_{n_1} = 1,027n_1 (M_{ст\ max} + M_{дин}) + \Delta P_{n_1},$$

где  $M_{дин}$  — динамический момент, необходимый для создания требуемого ускорения;

$\Delta P_{n_1}$  — мощность потерь в системе.

Однако естественная характеристика стартер-генератора, работающего в стартерном режиме как обычный электромотор с параллельным возбужде-



Фиг. 92. Зависимость момента статического сопротивления от скорости вращения вала двигателя

нием, не позволяет получить от него необходимую мощность во всем диапазоне скорости вращения турбины. Поэтому требуемого изменения скорости вращения ротора необходимо достигать путем изменения условий работы стартер-генератора во время запуска.

Электромагнитный вращающий момент  $M_э$ , развиваемый стартер-генератором в стартерном режиме, равен

$$M_э = c_n I_я \Phi_я,$$

где  $c_n$  — постоянная, определяемая конструктивными параметрами стартер-генератора;

$I_я$  — ток якоря;

$\Phi_я$  — электромагнитный поток, проходящий через якорь.

Скоростная характеристика стартер-генератора имеет следующее выражение:

$$n = \frac{U - I_я(R_я - R_d)}{c_n \Phi_я},$$

где  $n$  — скорость вращения вала стартер-генератора;

$R_я$  — сопротивление якоря;

$R_d$  — дополнительное сопротивление в цепи якоря;

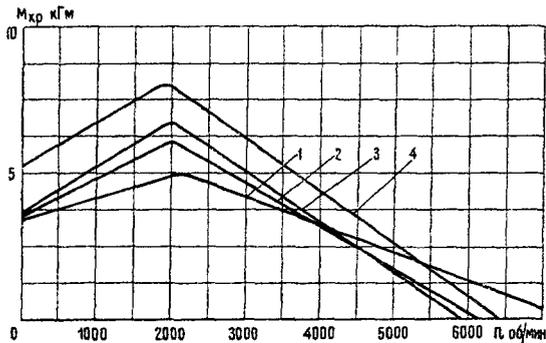
$U$  — напряжение на клеммах стартер-генератора.

Из сравнения двух последних выражений видно, что электромагнитный вращающий момент обратно

пропорционален скорости вращения вала стартер-генератора

$$M_{\text{э}} = I_{\text{я}} \frac{U - I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + R_{\text{л}})}{n}$$

В начале запуска, когда ротор двигателя, имеющий большой момент инерции, вращается с малой скоростью, стартер-генератор работает на естественной характеристике и при этом имеет достаточный вращающий момент. Как видно из выражения для скоростной характеристики, увеличения скорости вращения стартер-генератора можно достичь путем повышения напряжения  $U$  (например, удвоением напряжения за счет переключения источников питания с параллельного на последовательное).



Фиг. 93. Графики необходимых крутящих моментов на валу для запуска двигателя при различных температурах наружного воздуха:

1 — при температуре 50° С, 2 — при температуре 15° С, 3 — при температуре 0° С, 4 — при температуре —25° С

При дальнейшем увеличении скорости вращения стартер-генератора и, следовательно, ротора двигателя, а также после вступления в работу турбины момент сопротивления снижается, но при этом снижается и вращающий момент стартер-генератора. Для того чтобы развиваемый стартер-генератором вращающий момент на этом этапе запуска превышал момент сопротивления, требуется изменение закона падения вращающего момента при увеличении скорости вращения, имеющегося при работе на естественной характеристике. С этой целью на последнем этапе запуска в цепь возбуждения стартер-генератора вводится дополнительное сопротивление, которое снижает ток, а следовательно, и поток возбуждения, и повышается тем самым скорость вращения ротора двигателя.

На фиг. 93 показаны графики необходимых крутящих моментов на валу ротора двигателя АИ-24 для его запуска при различных температурах окружающего воздуха

После запуска двигателя стартер-генератор автоматически переводится на генераторный режим работы. При скорости вращения двигателя 5000—7350 об/мин с помощью выключателя ВС-1А, расположенного на двигателе, происходит автоматическое отключение стартер-генератора.

Запуск каждого двигателя на самолете осуществляется одним стартер-генератором СТГ-18ТМ, питание которого может осуществляться как от генератора ГС-24А газотурбинной установки ТГ-16, так

и от аэродромных источников питания. Запуск ТГ-16 производится генератором ГС-24А, работающим в стартерном режиме от аэродромных источников питания или от бортовых аккумуляторных батарей.

## 10. АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ ЗАПУСКА И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

Для запуска двигателей применена система питания и запуска СПЗ-27, общая схема размещения электроагрегатов которой приведена на фиг. 94.

В состав системы запуска входят следующие агрегаты<sup>\*</sup>:

- стартер-генератор СТГ-18ТМ;
- панель пуска стартер-генератора ПСГ-1А;
- автоматическая панель запуска АПД-27;
- генератор газотурбинной установки ГС-24А;
- автоматическая панель запуска газотурбинной установки ПТ-16А;
- пускорегулирующая коробка ПРК-8А;
- коммутационная, светосигнальная и защитная аппаратура;
- электроизмерительные приборы (амперметр АЗ и вольтметр М-4200).

Кроме того, для обеспечения запуска газотурбинной установки и двигателя используются следующие агрегаты, установленные на каждом двигателе:

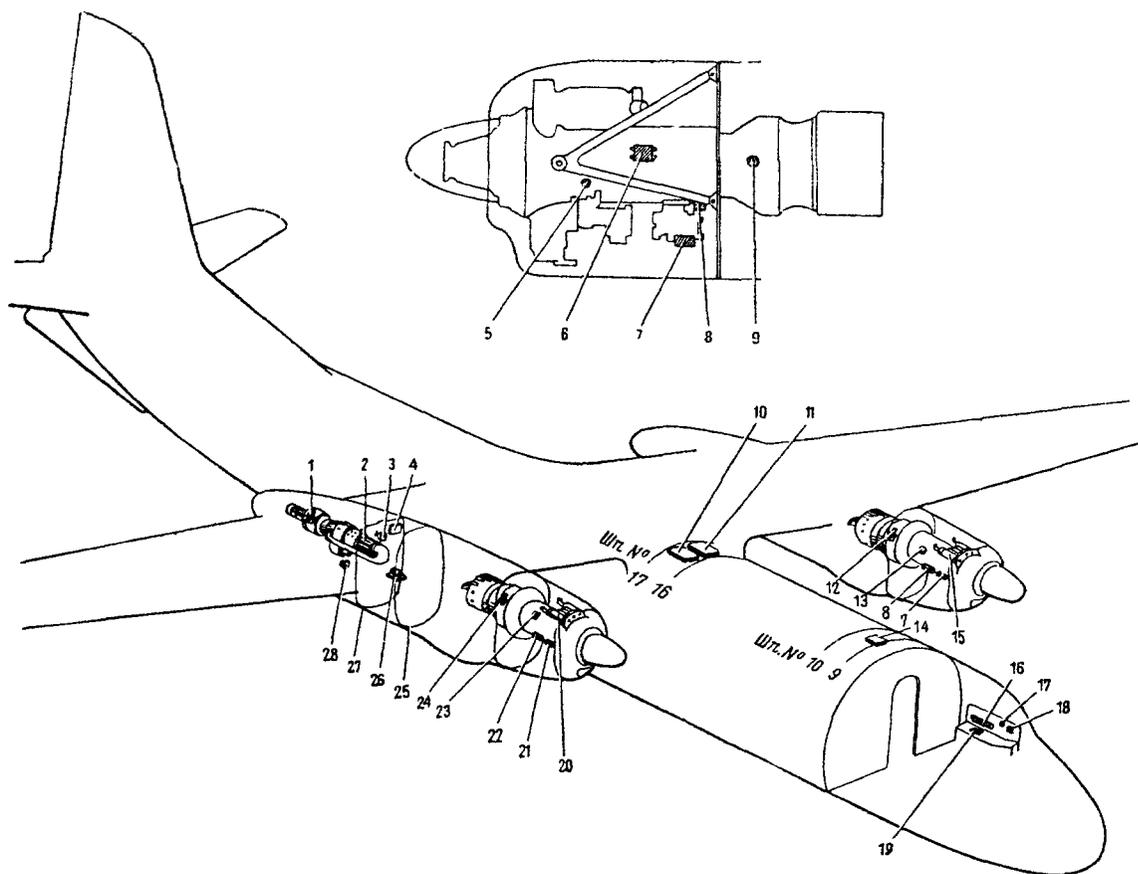
- пневмоэлектрический выключатель стартера ВС-1А;
- две катушки зажигания 1КНО-11;
- две свечи зажигания СПН-4-3;
- электромагнитный клапан пускового топлива;
- электромагнитный клапан останова;
- на газотурбинной установке:
  - две свечи зажигания СПН-4-3;
  - две катушки зажигания 1КНО-11;
  - выключатель ЦД-3А-40;
  - три электромагнитных клапана пускового топлива,
  - маслоконтактор

Панель пуска стартер-генераторов ПСГ-1А и РК контакторов запуска расположены в верхней части центроплана самолета перед передним лонжероном (фиг. 95). Доступ в отсек, где размещаются ПСГ-1А и РК контакторов, осуществляется снаружи самолета путем снятия соответствующих крышек лючков.

Панель запуска АПД-27 установлена на потолке в районе шпангоута № 9 (см. фиг. 38), а коробка ПРК-8А и панель ПТ-16А — в gondole правого двигателя (см. фиг. 36 и 96).

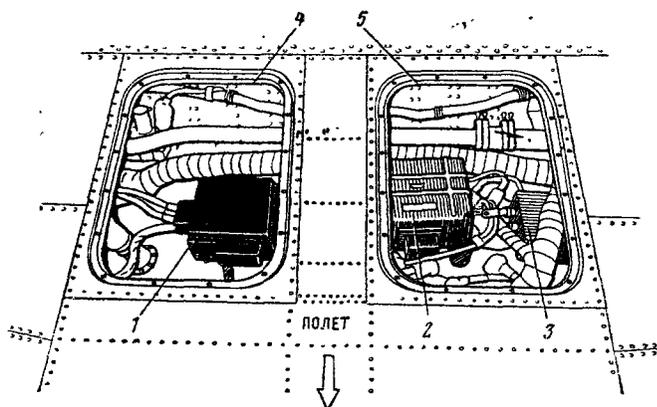
Управление запуском производится из кабины экипажа со щитка запуска на левом пульте (фиг. 97). На этом щитке расположены органы управления запуском и соответствующая светосигнальная арматура. На вертикальной панели левого пульта установлены амперметр и вольтметр для контроля за током и напряжением при запуске двигателей. Приборы контроля за работой турбогенераторной

<sup>\*</sup> Описание агрегатов СТГ-18ТМ и ГС 24А приведено в соответствующих разделах главы II, электросхемы и описание работы остальных агрегатов системы СПЗ-27 даны в разделах «Запуск двигателей» и «Запуск газотурбинной установки» настоящей главы.



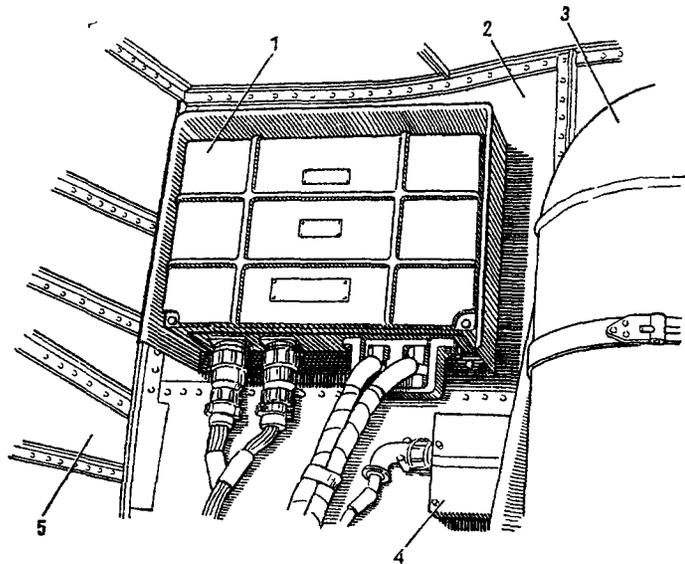
**Фиг. 94. Размещение электроагрегатов системы запуска СПЗ-27:**

1, 9, 12, 24 — свечи СПН-4-з; 2 — генератор ГС-24А; 3 — топливный перекрывной электромагнитный кран; 4 — автоматическая панель запуска газотурбинной установки ПТ-16А; 5 — пневмо-электрический выключатель ВС-1А; 6, 13, 23, 28 — катушки зажигания ИКНО-11; 7, 21 — электромагнитный клапан останова (на АДГ); 8, 22 — электромагнитный клапан пускового топлива; 10 — РК контакторов запуска; 11 — панель пуска стартер-генератора ПСГ-1А; 14 — автоматическая панель запуска двигателей АПД-27; 15, 20 — стартер-генераторы СТГ-18ТМ; 16 — щиток с приборами контроля работы газотурбинной установки; 17, 18 — амперметр и вольтметр контроля запуска двигателей; 19 — щиток запуска двигателей и ТГ-16; 25, 26 — средний силовой шпангоут и пускорегулирующая коробка ПРК-8А; 27 — задний силовой шпангоут



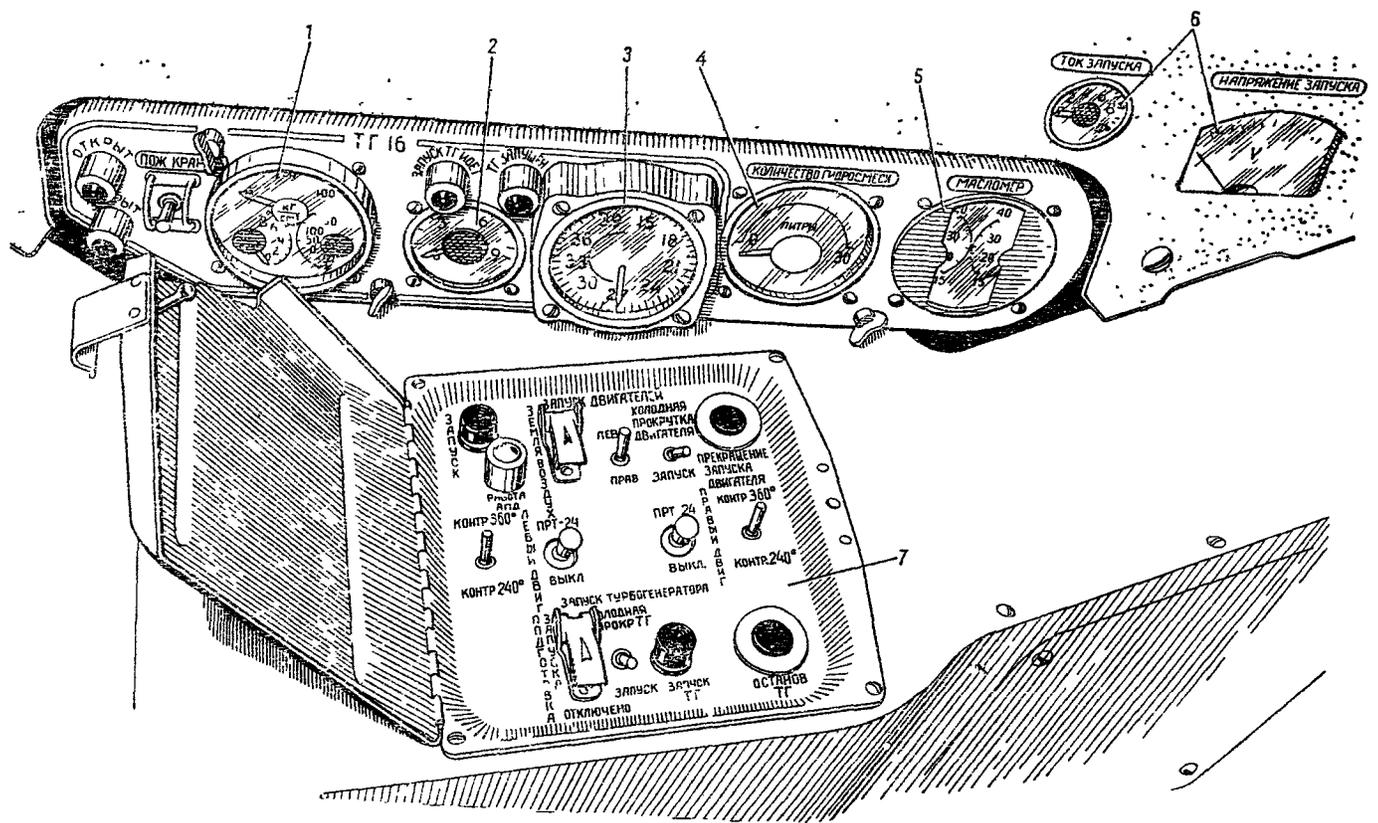
**Фиг. 95. Установка агрегатов электрооборудования в верхней части фюзеляжа у переднего лонжерона (вид сверху):**

1 — распределительная коробка контакторов запуска; 2 — пусковая коробка ПСГ-1А; 3 — панель ПУ-24АМ; 4, 5 — люки для доступа к электроагрегатам



Фиг. 96. Установка панели запуска ПТ-16А газотурбинной установки и электромагнитного крана ЭВ-37А:

1 — автоматическая панель запуска ПТ 16А, 2 — стенка заднего силового шпангоута, 3 — водяной бак (системы впрыска воды), 4 — электромагнитный кран подачи топлива к турбоагрегату, 5 — левая стенка хвостовой части гондолы правого двигателя



Фиг. 97 Установка приборов контроля и щитка запуска двигателей и газотурбинной установки на левом пульте:

1 — трехстрелочный указатель УИЗ—3 давления топлива, давления и температуры масла, 2 — термометр газов ТСТ-29, 3 — тахометр ТЭ-40М, 4 — указатель МЭ-1866 количества гидро смеси в баке гидросистемы, 5 — двухстрелочный указатель МЭС 1857В масломеров двигателей, 6 — амперметр А3 и вольтметр М-4200 запуска турбогенератора, 7 — щиток запуска двигателей и турбогенератора

установки расположены на щитке, установленном на вертикальной панели левого пульта.

### ПАНЕЛЬ ПУСКА СТАРТЕР-ГЕНЕРАТОРА ПСГ-1А

Панель пуска стартер-генератора ПСГ-1А предназначена для включения стартер-генератора СТГ-18ТМ в системе запуска СПЗ-27. Панель работает в комплекте с автоматической панелью запуска АПД-27.

#### Основные данные

|   |  |
|---|--|
| Номинальное напряжение питания постоянным током . . . . . | 24 в   |
| Режим работы . . . . .                                    | повторно - кратковременный, состоящий из четырех включений продолжительностью не более 74 сек каждое; перерыв между включениями 2 мин; после четырех включений — полное охлаждение |

Примечание. На самолете Ан-24 допускается три включения без перерыва между ними; после 15 мин перерыва — повторение режима, затем полное охлаждение

Ток настройки регулятора мощности для стартер-генератора при напряжении бортсети 24 в и на клеммах стартер-генератора 40 в, при скорости вращения выходного вала стартер-генератора 2200 об/мин с редукцией 3,167 . . . . .

450  $a \pm 5\%$

Панель работает в следующих условиях:

|  |                 |
|--|-----------------|
| в диапазоне рабочего напряжения при кратковременном снижении напряжения в процессе запуска . . . . . | от 16 до 30 в   |
| Вес . . . . .  | до 8 в          |
|  | не более 9,5 кг |

Все элементы панели смонтированы на литом основании и закрыты крышкой.

Основной частью панели является электромагнитный регулятор мощности (тока) РУТ-600Д2 релостатного типа с плавным изменением сопротивления угольного столба. В панели пуска стартер-генератора регулятор РУТ-600Д2 предназначен для автоматического поддержания заранее отрегулированной мощности, потребляемой стартер-генератором в стартерном режиме.

По конструкции и принципу действия регулятор мощности аналогичен угольному регулятору напряжения, однако рабочая обмотка РУТ-600Д2 включена последовательно в якорную цепь стартер-генератора. В силу конструктивных особенностей регулятор мощности в отличие от регулятора напряжения работает так, что при увеличении ампервитков рабочей обмотки сопротивление угольного столба уменьшается, и наоборот.

Настройка регулятора мощности при включении его в схему работы со стартер-генератором производится таким образом, чтобы при заданных оборотах сопровождения ток, протекающий в якоре и рабочей (сервисной) обмотке регулятора, имел определенную величину при установленном значении напряжения. В результате включенный в цепь регулятор мощности, воздействуя на возбуждение стартер-генератора, стремится поддержать определен-

ную величину потребляемой стартер-генератором мощности.

Установка уровня мощности, потребляемой стартер-генератором, при настройке регулятора осуществляется с помощью сопротивления  $R_A$ . Вторая настройка регулятора (через сопротивление  $R_B$ ) на самолете Ан-24 не используется (см. фиг. 100).

### ПАНЕЛЬ ЗАПУСКА АПД-27

Автоматическая панель запуска АПД-27 предназначена для работы в системе запуска.

Панель обеспечивает запуск, холодную прокрутку двигателей на земле и прекращение процессов запуска.

#### Основные данные

|  |   |
|--|---|
| Номинальное напряжение питания постоянным током . . . . .  | 24 в  |
| Количество временных циклов (программ) . . . . .           | 2   |
| Продолжительность каждого цикла: запуск двигателя на земле | 86 $\pm$ 3 сек  |
| холодная прокрутка двигателя                               | 40 $\pm$ 2 сек  |
| Режим работы . . . . .                                     | повторно - кратковременный: три включения продолжительностью не более 86 $\pm$ 3 сек каждое, перерыв между включениями 2 мин, затем — полное охлаждение |

Примечания 1. Допускается после 15 мин перерыва повторение указанного режима, после чего — полное охлаждение.

2. На самолете Ан-24 допускается проведение трех включений без перерыва, затем — полное охлаждение

Вес . . . . . не более 3,5 кг

Панель безотказно работает

а) в диапазоне рабочего напряжения . . . . . от 16 до 30 в

Примечание. При напряжении 16—18 в допускается увеличение времени работы элементов панели на 3% от номинального;

б) при изменении температуры окружающей среды . . . . . от +60 до —60°С

Примечание. При температуре окружающей среды  $\pm 60^\circ\text{C}$  допускается изменение времени работы отдельных элементов панели на  $\pm 2\%$  от номинального;

в) при кратковременном снижении напряжения в процессе запуска до 8 в; при этом ранее включенные элементы не должны отключаться.

Все элементы панели закреплены на литом основании и закрыты крышкой. Основным элементом панели, осуществляющим регламентацию работы по времени, является программный механизм ПМЖ2-90У. Программный механизм представляет собой электромоторное реле времени, состоящее из электродвигателя постоянного тока, редуктора, блока дисков и блока переключателей с рычагами. С помощью рычагов при вращении электродвигателя обеспечивается включение и отключение микровыключателей в соответствии с профилем дисков, насаженных на ось электродвигателя (через редуктор).

### ПАНЕЛЬ ЗАПУСКА ПТ-16А

Панель ПТ 16А предназначена для работы в системе запуска газотурбинного двигателя ГТД-16 установки ТГ-16

#### Основные данные

|   |  |
|---|--|
| Номинальное напряжение питания постоянным током                 | 24 в   |
| Полный цикл работы панели                                       | $20 \pm 1,5$ сек   |
| Панель рассчитана для работы при изменении питающего напряжения | в диапазоне от 18 до 30 в  |
| Ток отключения генератора ГС 24А                                | 100—200 а  |
| Режим работы  | повторно - кратковременный пять включений без перерыва по $20 \pm 1,5$ сек каждое, после пяти включений — перерыв 15 мин |
| Вес   | не более 10,5 кг   |

Панель представляет собой комплекс элементов, размещенных на литом основании и закрытых крышкой, которая крепится к основанию винтами. Основным элементом панели, осуществляющим регламентацию работы по времени, является программный механизм ПМЕ-20К. Программный механизм представляет собой электромоторное реле времени, состоящее из следующих основных элементов: электродвигателя постоянного тока, снабженного центробежным регулятором скорости вращения, редуктора, блока дисков, блока переключателей с рычагами. Рычаги обеспечивают включение и отключение микровыключателей в соответствии с профилем кулачков.

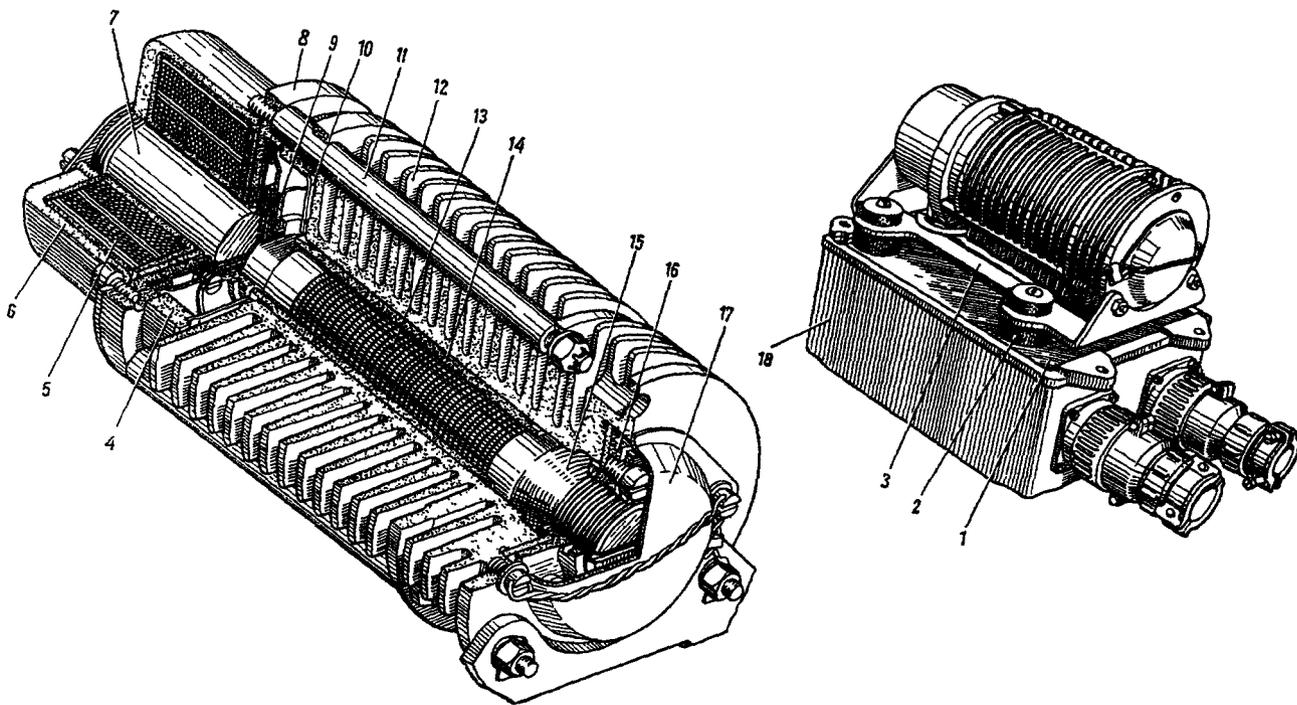
### ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩАЯ КОРОБКА ПРК-8А

Пускорегулирующая коробка ПРК-8А предназначена для автоматического регулирования напряжения на различных этапах работы генератора постоянного тока ГС-24А (при использовании его в качестве источника питания для запуска двигателя)

Коробка представляет собой комплекс угольного регулятора напряжения и аппаратуры автоматики, размещенных на общем основании (фиг. 98)

#### Основные данные

|   |   |
|---|---|
| Диапазон напряжения, поддерживаемого угольным регулятором по ступеням запуска | от 22 до 60 в   |
| Номинальное напряжение питания цепей управления                               | 24 в  |
| Мощность, рассеиваемая угольным столбом регулятора напряжения                 | не более 180 вт   |
| Режим работы  | повторно - кратковременный восемь включений по 70 сек каждое с перерывами между включениями по 2 мин, или четыре включения по 70 сек каждое с перерывами между включениями по 15 сек. Допускается четыре включения продолжительностью по 60 сек с перерывами между включениями 20 сек. После четырех включений — перерыв 2 мин, затем два включения |



Фиг. 98. Пускорегулирующая коробка ПРК-8А:

1 — основание, 2 — амортизатор, 3 — плата, 4 — кольцо, 5 — катушка; 6 — корпус электромагнита, 7 — сердечник, 8 — фланец электромагнита, 9 — якорь, 10 — шайба, 11 — стойка, 12 — ребристый корпус, 13 — угольный столб, 14 — алюминиевая втулка, 15 — контакт; 16 — фланец; 17 — колпачок; 18 — крышка

## ЭЛЕКТРОАГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ ЗАПУСКА, УСТАНОВЛЕННЫЕ НА ДВИГАТЕЛЯХ И ТГ-16

### Выключатель стартера ВС-1А

Пневмоэлектрический выключатель стартера ВС-1А предназначен для размыкания электрической цепи стартера при достижении ротором двигателя 5000—7350 об/мин.

Агрегат ВС-1А включает в себя микровыключатель КВ1-20 и чувствительный элемент — мембрану, которая работает на разности давлений воздуха за компрессором двигателя и атмосферного.

При запуске двигателя по мере увеличения оборотов ротора растет давление воздуха за компрессором, и при достижении величины давления  $0,5 \pm \pm 0,1$  кг/см<sup>2</sup> электрическая цепь стартера размыкается.

### Катушка зажигания 1КНО-11

Катушка зажигания предназначена для преобразования напряжения постоянного тока бортовой сети в высокое (1500 в) напряжение и выдачи последнего на свечу СПН-4-з.

#### Основные данные

|  |   |
|--|---|
| Рабочее напряжение постоянного тока . . . . .                              | 18—28,6 в   |
| Длина экранированного провода от катушки до свечи . . . . .                | не более 2,5 м  |
| Сопротивление электрической цепи от источника питания до катушки . . . . . | не более 0,15 ом  |
| Ток, потребляемый первичной обмоткой . . . . .                             | 3,4 а   |
| Режим работы . . . . .   | повторно - кратковременный пять включений продолжительностью до 40 сек с перерывом между включениями 2 мин, затем перерыв для охлаждения 15 мин |
| Высотность . . . . .   | до 18 000 м   |

Электрическая схема катушки приведена на фиг. 99.

Катушка зажигания состоит из индукционной катушки с вибратором, конденсаторов С1 и С2, выпрямителя ВС и контактного устройства.

При подаче напряжения по первичной обмотке  $\omega_1$  начинает протекать ток, постепенно нарастающий по величине и создающий вокруг обмотки магнитное поле. При определенной величине магнитного поля якорь прерывателя притягивается к сердечнику и разрывает цепь первичной обмотки.

Во избежание медленного спада тока в первичной цепи параллельно контактам прерывателя подсоединяется конденсатор С1, который способствует быстрому изменению магнитного потока в сердечнике, а значит, и наведению большей электродвижущей силы во вторичной обмотке  $\omega_2$ .

При работе на повышенном первичном напряжении 26—28 в во вторичной цепи возникают токи обратного направления, вызванные быстрым нарастанием тока в первичной обмотке. Эти вторичные токи вызывают увеличение первичных токов разрыва и повышенное искрообразование на контактах. Для устранения вредного влияния обратных токов в

продолжительностью 60 сек каждое с двухминутным перерывом между включениями. После 15-минутного перерыва допускается повторение вышеуказанного режима, после чего — охлаждение в течение 1 час

Вес . . . . . не более 4,5 кг

Выдаваемое напряжение при скорости вращения якоря генератора 6500 об/мин и температуре окружающей среды  $+20 \pm 10^\circ \text{C}$  (без предварительного прогрева регулятора и генератора) приведено в табл. 9.

Таблица 9

Режимы работы ПРК-8А

| Параметры                                   | Время работы в сек |       |       |       |       |
|---|--------------------|-------|-------|-------|-------|
|   | 0—9                | 9—15  | 15—20 | 20—28 | 28—70 |
| Напряжение на клеммах генератора ГС-24А:    |                    |       |       |       |       |
| — при нормальных условиях                   | 21—24,5            | 30—35 | 40—45 | 45—50 | 52—58 |
| — при всех допустимых условиях эксплуатации | 20—26              | 29—36 | 39—47 | 43—51 | 51—60 |

Коробка работает в диапазоне рабочего напряжения от 18 до 30 в и при кратковременном снижении напряжения питания до 8 в.

Угольный регулятор напряжения расположен на литом основании 1 прямоугольной формы. С нижней стороны основания размещены элементы автоматики, закрытые крышкой 18.

Регулятор состоит из угольного столба 13, алюминиевой анодированной втулки 14, якоря 9, сердечника 7, осуществляющего регулирование магнитного зазора, корпуса 6 электромагнита, катушки 5 с двумя обмотками (рабочей и температурной компенсации), фланца 8 электромагнита, ребристого корпуса 12, трех стоек 11, соединяющих корпус с фланцем 8 электромагнита, контакта 15, регулирующего сопротивление угольного столба, фланца 16, колпачка 17, пластмассового кольца 4, шайбы 10 и плиты 3, имеющей четыре амортизатора 2.

Угольный регулятор с плитой устанавливается на основании 1 и крепится к нему через амортизаторы винтами.

Работа угольного регулятора напряжения ПРК-8А не отличается от работы любого другого регулятора аналогичного типа.

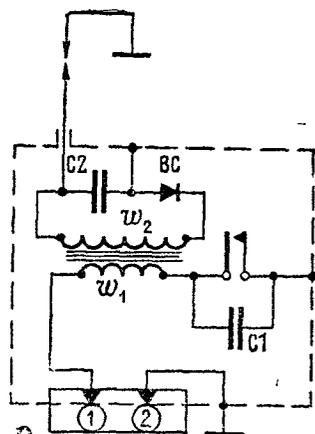
На различных этапах работы уровень поддерживаемого ПРК-8А напряжения изменяется в соответствии с заданной программой (см. табл. 9) путем введения в цепь рабочей обмотки угольного регулятора напряжения добавочных сопротивлений.

Напряжение генератора поддерживается ПРК-8А в заданных пределах независимо от нагрузки, скорости вращения генератора и окружающих условий.

Включение сопротивлений в ПРК-8А производится от сигналов, выдаваемых программным механизмом панели запуска АПД-27.

цепь вторичной обмотки включен выпрямитель ВС, который срезает обратные токи

Конденсатор С2 во вторичной цепи увеличивает емкостную составляющую разрядного тока. Изменение тока в первичной цепи достигается вворачиванием (для уменьшения тока) или выворачиванием (для увеличения тока) регулировочного винта прерывателя



Фиг. 99. Электросхема катушки зажигания IКНО-11

#### Запрещается:

— включать катушку при напряжении питания на ее зажимах ниже 10 в (во избежание слипания контактов прерывателя);

— работать на разомкнутую вторичную цепь без свечи или разрядника;

— проверять работу катушки на двигателе путем отсоединения провода от свечи и включения его на корпус («на искру»).

#### Свеча СПН-4-з

Авиационная электроэрозионная свеча поверхностного разряда СПН-4-з предназначена для зажигания топлива при запуске двигателя на земле и в полете.

Свеча работает совместно с катушкой зажигания, выполнена неразборной, экранированной, высотной, с керамической изоляцией сердечника и экрана.

#### Основные данные

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Искровой промежуток (ширина кольцевого пояса по керамике)           | $1 \pm 0,1$ мм                |
| Давление, при котором свеча герметична                              | до 25 кг/см <sup>2</sup>      |
| Давление топлива и воздуха, при котором свеча работает бесперебойно | не более 5 кг/см <sup>2</sup> |
| Пробивное напряжение  | 1500 в                        |
| Высотность  | до 18 000 м                   |
| Усилие затяжки свечи в форсунке                                     | не более 6 кг-м               |
| Режим работы  | аналогично катушке зажигания  |

Свеча имеет низкое пробивное напряжение вследствие того, что рабочий поясок изолятора между внутренним и внешним электродами покрывается в процессе искрения и электроэрозии слоем материала электродов.

Искровым промежутком свечи служит поверхность керамического изолятора между центральным и боковым электродами, на которую наносится электроэрозией распыленный материал электродов.

Во время работы распыленный материал на керамическом изоляторе частично выгорает; для его пополнения необходима работа свечи без поступления топлива, что достигается включением свечи (за 8—9 сек) до момента поступления топлива.

Запрещается протирать свечу по торцовой части во избежание нарушения электроэрозионного слоя.

#### Электромагнитный клапан пускового топлива

Электромагнитный клапан пускового топлива предназначен для управления подачей топлива к пусковым форсункам двигателя.

#### Основные данные

|   |   |
|---|---|
| Система электропитания постоянным током | однопроводная   |
| Рабочее напряжение                      | 16—27 в   |
| Потребляемая сила тока                  | не более 2,5 а  |
| Режим работы                            | повторно - кратковременный пять включений продолжительностью по 20 сек с перерывом между включениями 3 мин, затем перерыв до полного охлаждения |

При подаче напряжения на обмотку электромагнита перемещается его якорь, чем обеспечивается открытие отверстия клапана для прохождения топлива. При снятии напряжения якорь возвращается в исходное положение под действием пружины. Управление клапаном осуществляется автоматикой запуска.

#### Электромагнитный клапан останова

Электромагнитный клапан останова предназначен для мгновенного и полного прекращения подачи топлива в двигатель. Он входит составной частью в агрегат останова двигателя.

Минимальное напряжение срабатывания клапана 16 в.

#### Выключатель ЦД-3А-40

Выключатель ЦД-3А-40 представляет собой датчик центробежного типа и предназначен для ограничения максимальных скоростей вращения ротора газотурбинного двигателя ГТД-16.

Передаточное отношение от ротора ГТД к выключателю равно 0,139. Выключатель срабатывает при скорости вращения ротора ГТД более 35 600 об/мин.

#### Электромагнитные топливные клапаны

В магистрали подвода топлива к форсункам газотурбинного двигателя ГТД-16 установлены три топливных клапана, которые закрывают или открывают подачу топлива.

В открытом положении клапаны находятся под током, при обесточивании они закрываются под

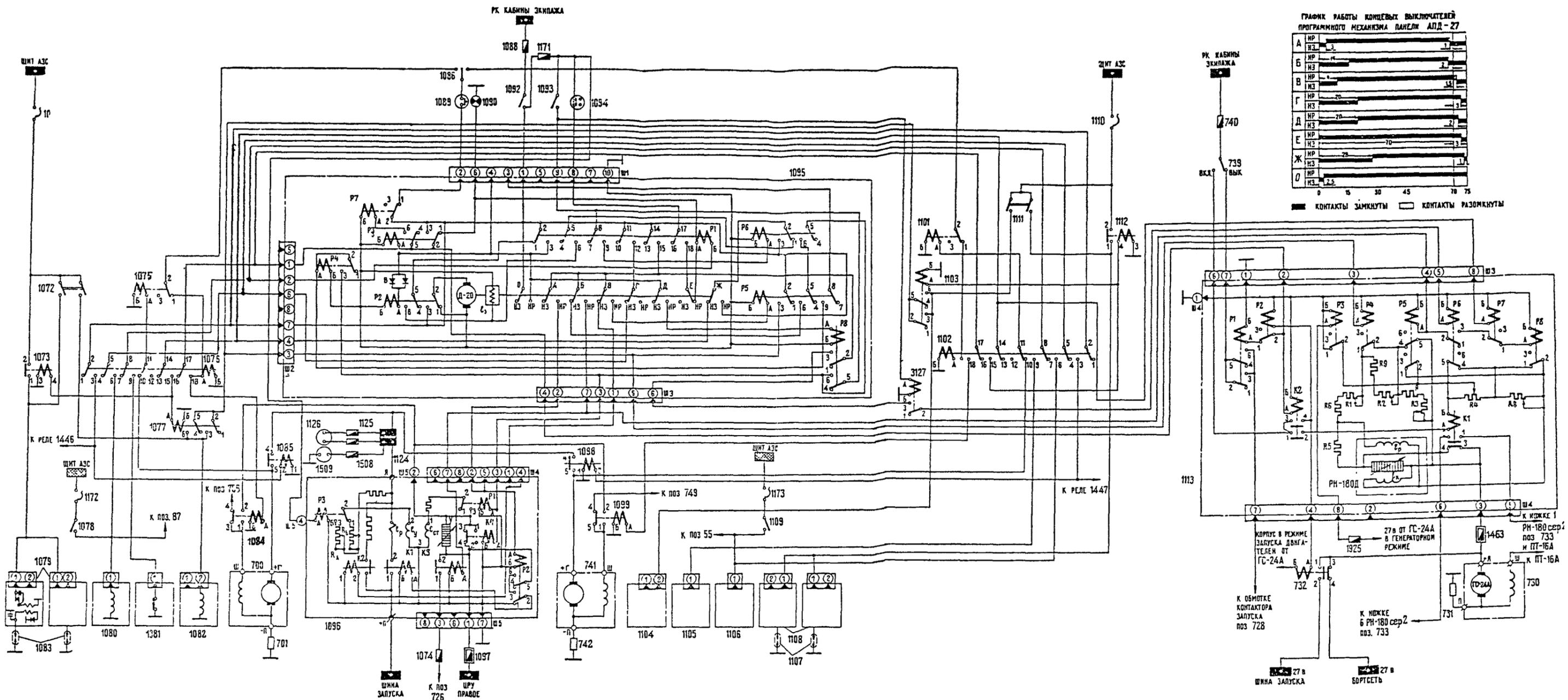


ГРАФИК РАБОТЫ КОНЦЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ  
ПРОГРАММНОГО МЕХАНИЗМА ПАНЕЛИ АД-27

| Группа | Контакт | Время (с) |
|--------|---------|-----------|
| А      | НЗ      | 0-10      |
|        | НП      | 10-20     |
| Б      | НЗ      | 0-10      |
|        | НП      | 10-20     |
| В      | НЗ      | 0-10      |
|        | НП      | 10-20     |
| Г      | НЗ      | 0-10      |
|        | НП      | 10-20     |
| Д      | НЗ      | 0-10      |
|        | НП      | 10-20     |
| Е      | НЗ      | 0-10      |
|        | НП      | 10-20     |
| Ж      | НЗ      | 0-10      |
|        | НП      | 10-20     |
| И      | НЗ      | 0-10      |
|        | НП      | 10-20     |

■ КОНТАКТЫ ЗАМКНУТЫ □ КОНТАКТЫ РАЗОМКНУТЫ

Фиг. 100. Электросхема запуска двигателей\*:

700, 741 — стартер-генераторы СТГ-18ТМ левого и правого двигателей; 701, 742 — балластные сопротивления БС-18000 стартеров-генераторов СТГ-18ТМ; 730 — генератор ГС-24А; 731 — балластное сопротивление БС-18000 генератора ГС-24А; 732 — переключающий контактор ТКС611А; 739 — выключатель 2ППГ-15К турбогенератора («ГС — 24А — Вык.»); 740 — предохранитель СП-20; 1071, 1110 — автоматы защиты АЗР-15 («Зажигание двиг.»); 1072, 1111 — выключатели 2ВГ-15К запуска левого и правого двигателей в полете (на средней панели верхнего щитка летчиков); 1073, 1112 — контакторы КМ-25ДВ системы зажигания; 1074, 1088, 1097, 1171 — предохранители СП-15, СП-20, ИП-30, СП-5; 1075, 1101 — реле ТКЕ21ПД блокировки запуска; 1076, 1102 — распределительное реле ТКЕ56ПК; 1077, 1103 — реле ТКЕ52ПД электромагнитных клапанов пускового топлива; 1078, 1109 — выключатели ВГ-15К останова двигателей (на центральном пульте); 1079, 1108 — катушки зажигания ИКНО-11, 1080, 1106 — клапаны останова двигателей; 1081, 1105 — пневмоэлектрические выключатели ВС-1А; 1082, 1104 — электромагнитные клапаны пускового топлива; 1083, 1107 — свечи зажигания СПН-4-з; 1084, 1099 — контакторы ТКД511А переключения шунтовых обмоток СТГ-18ТМ; 1085, 1098 — контакторы КМ-600 включения питания запуска; 1086 — переключатель ППНГ-15К выбора запуска двигателя («Лев. двиг. — Прав. двиг.»); 1089 — кнопка 205К запуска двигателей; 1090 — сигнальная лампа СЛЦН работы АД на щитке запуска; 1092, 1093 — переключатели ВГ-15К «Воздух — Земля» и «Холодная прокрутка — Запуск» на щитке запуска; 1094 — кнопка В65141030 прекращения запуска; 1095 — автоматическая панель запуска АД-27; 1096 — пусковая коробка ПСГ-1А стартер-генератора СТГ-18ТМ, 1113 — пускорегулирующая коробка ПРК-8А; 1124, 1126 — шунт ШЗ и амперметр АЗ контроля тока запуска; 1172, 1173 — автоматы защиты АЗР-6; 1508, 1509 — предохранители СП-5 и вольтметр М-4200 контроля напряжения при запуске; 1463, 1925 — предохранители ИП-30 и СП-2; 3127 — реле ТКЕ21ПДТ включения четвертой ступени запуска ГС-24А

\* Контакты А и 18 распределительного реле 1102 (ТКЕ56ПК) должны быть замкнуты.

700, 741 — стартер-генераторы СТГ-18ТМ левого и правого двигателей; 701, 742 — балластные сопротивления БС-18000 стартеров-генераторов СТГ-18ТМ; 730 — генератор ГС-24А; 731 — балластное сопротивление БС-18000 генератора ГС-24А; 732 — переключающий контактор ТКС611А; 739 — выключатель 2ППГ-15К турбогенератора («ГС — 24А — Вык.»); 740 — предохранитель СП-20; 1071, 1110 — автоматы защиты АЗР-15 («Зажигание двиг.»); 1072, 1111 — выключатели 2ВГ-15К запуска левого и правого двигателей в полете (на средней панели верхнего щитка летчиков); 1073, 1112 — контакторы КМ-25ДВ системы зажигания; 1074, 1088, 1097, 1171 — предохранители СП-15, СП-20, ИП-30, СП-5; 1075, 1101 — реле ТКЕ21ПД блокировки запуска; 1076, 1102 — распределительное реле ТКЕ56ПК; 1077, 1103 — реле ТКЕ52ПД электромагнитных клапанов пускового топлива; 1078, 1109 — выключатели ВГ-15К останова двигателей (на центральном пульте); 1079, 1108 — катушки зажигания ИКНО-11, 1080, 1106 — клапаны останова двигателей; 1081, 1105 — пневмоэлектрические выключатели ВС-1А; 1082, 1104 — электромагнитные клапаны пускового топлива; 1083, 1107 — свечи зажигания СПН-4-з; 1084, 1099 — контакторы ТКД511А переключения шунтовых обмоток СТГ-18ТМ; 1085, 1098 — контакторы КМ-600 включения питания запуска; 1086 — переключатель ППНГ-15К выбора запуска двигателя («Лев. двиг. — Прав. двиг.»); 1089 — кнопка 205К запуска двигателей; 1090 — сигнальная лампа СЛЦН работы АД на щитке запуска; 1092, 1093 — переключатели ВГ-15К «Воздух — Земля» и «Холодная прокрутка — Запуск» на щитке запуска; 1094 — кнопка В65141030 прекращения запуска; 1095 — автоматическая панель запуска АД-27; 1096 — пусковая коробка ПСГ-1А стартер-генератора СТГ-18ТМ, 1113 — пускорегулирующая коробка ПРК-8А; 1124, 1126 — шунт ШЗ и амперметр АЗ контроля тока запуска; 1172, 1173 — автоматы защиты АЗР-6; 1508, 1509 — предохранители СП-5 и вольтметр М-4200 контроля напряжения при запуске; 1463, 1925 — предохранители ИП-30 и СП-2; 3127 — реле ТКЕ21ПДТ включения четвертой ступени запуска ГС-24А



действием пружин. Управление клапанами осуществляется автоматикой запуска.

#### Основные данные

|                    |   |
|--------------------|---|
| Рабочее напряжение | 16—27 в   |
| Потребляемый ток   | не более 2,5 а  |
| Режим работы       | повторно - кратковременный: пять включений продолжительностью по 20 сек с перерывами между включениями 1 мин, затем перерыв до полного охлаждения |

#### Маслоконтактор

Маслоконтактор предназначен для коммутации электрического сигнала, свидетельствующего о выходе газотурбинного двигателя ГТД-16 на рабочие обороты.

Прибор представляет собой мембранный датчик. Внутри которого встроен переключатель КВ-9. Под действием давления масла мембрана, преодолевая усилие пружины, перемещается и своим штоком нажимает на кнопку переключателя КВ-9.

Из мембранной полости масло сливается через жиклер.

Маслоконтактор срабатывает при достижении двигателем скорости вращения 29 000 об/мин.

#### ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ СИСТЕМЫ ЗАПУСКА

##### Амперметр А3

Амперметр А3 в комплекте с шунтом предназначен для замера тока в цепи якоря стартер-генератора СТГ-18ТМ во время запуска двигателя. (Описание прибора приведено в разделе «Приборы контроля энергетики постоянного тока»).

##### Вольтметр М-4200

Вольтметр М-4200 предназначен для замера напряжения в цепи якоря стартер-генератора СТГ-18ТМ во время запуска двигателя.

Вольтметр представляет собой щитовой прибор магнитоэлектрической системы, выполненный в пластмассовом корпусе.

Вольтметр имеет равномерную шкалу с рабочей частью, охватывающей всю длину шкалы, и может работать как в горизонтальном положении, так и в вертикальном.

#### Основные данные

|  |  |
|--|--|
| Пределы измерения                        | 3—75 в   |
| Входное сопротивление (на 1 в)           | 1000 ом  |
| Основная погрешность                     | не более $\pm 2,5\%$ от конечного значения шкалы |
| Дополнительная температурная погрешность | не более $\pm 1,2\%$ от конечного значения шкалы |
| Время успокоения                         | не более 3 сек                                   |
| Вес                                      | не более 0,2 кг                                  |

## 11. ЭЛЕКТРОСХЕМА ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ

Электропитание стартер-генераторов при запуске двигателей может производиться как от генератора ГС-24А газотурбинной установки, так и от наземных энергетических установок.

Для запуска двигателей применена система питания и запуска СПЗ-27, которая обеспечивает:

- поочередный запуск и холодную прокрутку двигателей на земле от наземной установки;
- поочередный запуск и холодную прокрутку двигателей на земле от генератора газотурбинной установки;
- прекращение процесса запуска;
- запуск двигателя в полете;
- питание бортсети самолета постоянным током напряжением  $28,5 \pm 1,2$  в от стартер-генераторов, работающих в генераторном режиме;
- питание бортсети самолета постоянным током напряжением  $28,5 \pm 1,2$  в от генератора ГС-24А газотурбинной установки при неработающих двигателях.

Аппаратура запуска газотурбинной установки обеспечивает:

- запуск и холодную прокрутку ГТУ от наземной установки или от бортовых аккумуляторных батарей;
- прекращение запуска.

Автоматика системы не допускает:

- включения стартер-генератора в стартерный режим на работающем двигателе (во избежание поломки редуктора двигателя);
- одновременного включения стартер-генераторов в стартерный режим на двух двигателях (во избежание чрезмерной нагрузки на аппаратуру и источники запуска);
- включения стартер-генераторов в стартерный режим в полете;
- включения стартер-генератора в стартерный режим на двигателе, не подлежащем запуску;
- включения на запуск и в бортсеть самолета генератора ГС-24А газотурбинной установки при подключенных наземных энергетических установках.

Запуск двигателей может производиться в любой последовательности. Процессы запуска автоматизированы. Управление запуском и контроль за ним осуществляются с электрощитка запуска на горизонтальной панели левого пульта (см. фиг. 97).

#### ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ ОТ НАЗЕМНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Для осуществления запуска двигателя на земле в бортсеть должно быть подано питание от наземной энергетической установки через оба бортовых разъема ШРАП-500К.

При подготовке к запуску переключатель выбора запуска двигателей 1086 «Лев. двиг.— Прав. двиг.» (фиг. 100) устанавливается в положение, соответствующее запускаемому двигателю, выключатель 1093 «Холодная прокрутка — Запуск» — в положение «Запуск», а выключатель 1092 «Воздух — Земля» — в положение «Земля».

При установке выключателя 1092 в положение «Земля» срабатывает реле РЗ в коробке 1096 (ПСГ-

1А), подключающее к управляющей обмотке регулятора РУТ-600Д2 в ПСГ-1А сопротивление  $R_A$ , которое при последующей работе схемы определит режим работы стартер-генератора.

Работа схемы рассматривается применительно к запуску левого двигателя. Схема запуска правого двигателя работает аналогично.

Работа схемы делится на ряд этапов, последовательность которых определяется программным механизмом панели АПД-27 (кроме первого этапа, начинающегося нажатием кнопки «Запуск»).

I. При кратковременном (на 3—4 сек) нажатии на кнопку 1089 «Запуск» подается импульс на включение панели 1095 (АПД-27) и распределительного реле 1076 по цепи: РК кабины экипажа, предохранитель 1088, переключатель 1092, клемма 1 Ш1 панели АПД-27, контакты 2—1 реле Р7, клемма 2 Ш1, кнопка 1089, переключатель 1086 выбора двигателя, контакты 2—1 реле 1075 блокировки запуска при запущенном двигателе, обмотка реле 1076, корпус.

Через замкнутые контакты 2—3 и контакт 18 реле 1076 включаются: контактор 1085 в якорной цепи стартер-генератора СТГ-18ТМ и контактор 1084, переключающий обмотку возбуждения стартер-генератора с регулятора напряжения на регулятор мощности в коробке ПСГ-1А.

В момент нажатия на кнопку 1089 напряжение бортсети через контакты 2—1 реле Р7 и клемму 2 Ш1 в АПД-27, контакты кнопки 1089, переключатель выбора 1086, контакты 2—1 блокировочного реле 1075, контакты 18—17 реле 1076, клемму 1 Ш2 и контакты 2—1 реле Р3 поступает на обмотку реле Р1 в АПД-27. После срабатывания реле Р1 становится на самоподпитку, получая питание от бортсети через нормально-замкнутые контакты кнопки прекращения запуска 1094, клемму 8 Ш1 АПД-27, контакты 17—18 реле Р1 и микровыключатель Е на обмотку реле Р1. «Минусовая» цепь реле Р1 замкнута через клемму 2 Ш2 АПД-27, контакты 9—8 реле 1076 и пневмоэлектрический выключатель 1081 (ВС-1А) двигателя.

В панель АПД-27 напряжение бортовой сети поступает через контакты 2—3 реле Р1 на обмотку реле Р3, на микровыключатель 0 программного механизма панели запуска и через выпрямитель — на обмотку реле Р2. После срабатывания реле Р3 напряжение бортсети через клемму 1 Ш1, контакты 3—2 реле Р3 и клемму 1 Ш2 АПД-27 поступает на обмотку реле 1076, благодаря чему реле удерживается во включенном состоянии до конца цикла запуска.

Одновременно в АПД-27 через контакты 5—6 реле Р3 напряжение бортсети подается на обмотку реле Р7, которое, срабатывая, снимает напряжение с кнопки запуска 1089, благодаря чему запустить правый двигатель во время запуска левого двигателя невозможно. Через контакты 8—9 реле Р1 в АПД-27 напряжение бортсети поступает на обмотку реле Р6, через контакты 11—12 реле Р1 — на микровыключатель Г программного механизма и через контакты 14—15 реле Р1 — на микровыключатели А, Б, В программного механизма панели АПД-27. Реле Р6 в АПД-27 срабатывает благодаря наличию питания его обмотки по цепи: РК кабины

экипажа, переключатель 1092 «Воздух — Земля», предохранитель 1171, переключатель 1093, клемма 9 Ш1 АПД-27, контакты 8—9 реле Р1, обмотка реле Р6, корпус.

Таким образом оказываются подготовленными все цепи управления системой запуска.

После срабатывания реле Р2 в АПД-27 через его контакты 3—2 приводится в действие программный механизм АПД-27.

Через микровыключатель В программного механизма, клемму 1 Ш3 АПД-27, клемму 1 Ш4 ПГС-1А напряжение бортсети поступает на обмотку контактора К2 в ПГС-1А; при включении этого контактора цепь якоря стартер-генератора включается в бортсеть через пусковое сопротивление, размещенное в ПСГ-1А.

Через микровыключатель Г, клемму 6 Ш2 АПД-27, контакты 5—6 реле 1076 напряжение бортсети поступает на обмотку электромагнитного топливного клапана 1080 (клапана останова), чем обеспечивается отсечка топлива от рабочих форсунок двигателя.

Напряжение бортсети через контакты 3—2 реле Р6 в АПД-27, микровыключатель Ж программного механизма, клемму 4 Ш2 АПД-27, контакты 14—15 реле 1076 поступает на обмотку контактора 1073, включающего систему зажигания двигателя, и на обмотку реле 1077, которое управляет электромагнитом клапана 1082 пускового топлива и подготавливает цепь клапана к последующей работе.

Таким образом, указанный выше и связанный с нажатием кнопки «Запуск» процесс работы схемы обеспечивает:

— переключение контактором 1084 обмотки возбуждения стартер-генератора с регулятора напряжения РН-180 2-й серии на питание через панель ПСГ-1А;

— питание якоря стартер-генератора через пусковое сопротивление в ПСГ-1А (при этом за счет пониженного напряжения, подаваемого на стартер-генератор, он начинает работать с пониженным крутящим моментом, в результате чего происходит выбор люфтов кинематических узлов двигателя);

— включение системы зажигания и отсечку топлива от рабочих форсунок двигателя.

II. Через 3 сек после нажатия на кнопку «Запуск» переключается микровыключатель А программного механизма АПД-27, и напряжение бортсети через клемму 2 Ш3 АПД-27, клемму 2 Ш4 ПСГ-1А поступает на обмотку реле Р2, после срабатывания которого питание подается на обмотку контактора К1 в ПГС-1А (через клемму 1 Ш5 ПСГ-1А и замкнутые контакты 5—6 и 3—2 реле Р2). Этот контактор шунтирует пусковое сопротивление в ПСГ-1А, и на якорь стартер-генератора подается полное напряжение источника питания 16—24 в. Начинается раскрутка ротора двигателя.

III. Через 9 сек после начала запуска переключается микровыключатель В программного механизма АПД-27, и напряжение бортсети подается на включение реле Р5 АПД-27.

После срабатывания реле Р5 напряжение бортсети через микровыключатель Б программного механизма панели, контакты 6—5 реле Р5, контакты 6—5 реле Р6, клемму 3 Ш3 АПД-27 и клемму 3

Ш4 ПСГ-1А поступает на обмотку контактора К4 ПСГ-1А, который, сработав, размыкает свои контакты 3—4, шунтирующие угольный столб У1 регулятора мощности РУТ-600Д2, и регулятор включается в работу.

Одновременно с контактором К4 срабатывает реле Р1 в ПСГ-1А, обеспечивающее включение стабилизирующей обмотки  $l_{ст}$  регулятора мощности РУТ-600Д2.

Угольный столб регулятора включается последовательно с обмоткой возбуждения стартер-генератора и находится под воздействием сжимающего усилия электромагнита и противодействующей ему силы пружины регулятора. Принцип регулирования основан на равновесии указанных сил.

Электромагнит регулятора имеет три обмотки: серийную  $l_p$  (рабочую), стабилизирующую  $l_{ст}$  и управляющую  $l_y$ .

Управляющая обмотка включена через регулируемое сопротивление  $R_A$  в ПСГ-1А на бортсеть. Это сопротивление определяет величину тока настройки регулятора, равную  $450 \pm 5\%$  (при запуске от двух наземных установок).

Электромагнитные усилия, создаваемые от ампер-витков серийной и управляющей обмоток, направлены в одну сторону.

Стабилизирующая обмотка включена параллельно обмотке возбуждения стартер-генератора. Электромагнитные усилия от ее ампер-витков направлены в обратную сторону по отношению к электромагнитным усилиям от ампер-витков управляющей и серийной обмоток. Стабилизирующая обмотка обеспечивает устойчивую работу регулятора при переходных процессах.

Включение угольного столба регулятора последовательно с обмоткой возбуждения стартер-генератора ослабляет поле возбуждения последнего, в результате чего скорость вращения стартер-генератора возрастает, т. е. происходит более интенсивная раскрутка ротора двигателя.

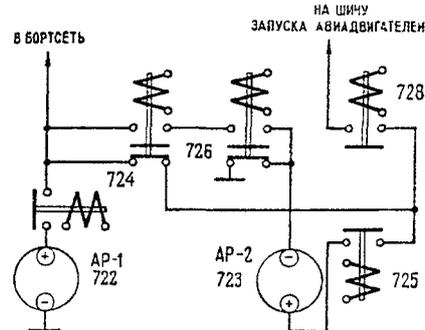
Через контакты 2—3 реле Р5 и клемму 3 Ш2 АПД-27, контакты 5—6 и 2—3 реле 1077 напряжение бортсети поступает на обмотку электромагнита клапана пускового топлива 1082. При этом происходит подача пускового топлива и его воспламенение (за счет работы системы зажигания) в камере сгорания двигателя.

IV. Через 15 сек переключается микровыключатель Б программного механизма АПД-27 и снимает напряжение бортсети с контактов 6—5 реле Р5 и Р6 АПД-27, благодаря чему выключается контактор К4 ПСГ-1А. Этот контактор своими контактами 3—4 вновь шунтирует угольный столб регулятора мощности РУТ-600Д2.

Одновременно с этим, при срабатывании микровыключателя Б напряжение через клемму 7 Ш3 АПД-27, клемму 7 Ш4 ПСГ-1А поступает на обмотку контактора К3 в ПСГ-1А; при срабатывании указанного контактора через клемму 3 Ш5 ПСГ-1А подается напряжение бортсети на включение двух контакторов 726. За счет срабатывания этих контакторов происходит переключение источников питания с параллельного включения на последовательное (фиг. 101). Таким образом, стартер-генератор получает питание при напряжении 35—48 в,

и начинается еще более энергичная раскрутка ротора двигателя.

V. На 20-й секунде переключается микровыключатель Г (см. фиг. 100) программного механизма АПД-27, в связи с чем снимается напряжение бортсети с контактов 5—6 реле 1076 и обесточивается электромагнитный топливный клапан останова 1080. В камеру сгорания двигателя через рабочие форсунки начинает поступать топливо, которое воспламеняется от факела пускового топлива.



Фиг. 101. Схема переключения источников питания при запуске двигателя:

722, 723 — разъемы аэродромного питания ШРАП-500К; 724, 725 — контакторы КМ-600ДВ; 726 — два контактора ТКС611А; 728 — контактор КМ-600В

Одновременно с микровыключателем Г переключается микровыключатель Д, и напряжение бортсети подается на обмотку реле Р8 в АПД-27, которое, включаясь, через свои контакты 5—6, клемму 3 Ш3 АПД-27, клемму 3 Ш4 ПСГ-1А подает питание на повторное включение регулятора мощности РУТ-600Д2.

Повторное включение регулятора мощности приводит к еще большему возрастанию скорости вращения якоря стартер-генератора, что обеспечивает достижение требуемой скорости вращения ротора двигателя (оборотов сопровождения).

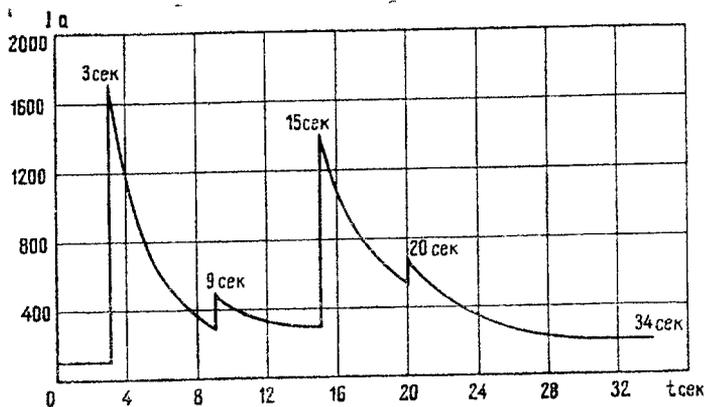
Настройка регулятора мощности при включении его в схему работы со стартер-генератором производится таким образом, что ток, протекающий в якоре и серийной обмотке  $l_p$  регулятора, именно при оборотах сопровождения имеет определенную величину при установившемся значении напряжения.

VI. На 28-й секунде переключается микровыключатель Ж программного механизма АПД-27, который снимает напряжение с контактов 14—15 реле 1076. Этим обеспечивается отключение контактора 1073, выключающего систему зажигания, и реле 1077, которое обесточивает электромагнит клапана пускового топлива и прекращает тем самым подачу топлива к пусковым форсункам.

При достижении ротором двигателя скорости вращения 5000—7500 об/мин (33—49%), достаточной для запуска, разомкнутся контакты выключателя 1081 (ВС-1А), вследствие чего выключится реле Р1 в АПД-27. Это реле снимает питание с обмоток реле и контакторов, участвовавших в процессе запуска.

После этого электромагнит  $I_0$  программного механизма АПД-27, переключающий редуктор, получает питание через контакты 2—1 реле Р1 и контакты 5—6 реле Р2, удерживаемые во включенном состоянии за счет подачи напряжения бортсети на их обмотки через микровыключатель 0 программного механизма и выпрямитель. Благодаря включению электромагнита программный механизм ускоренно дорабатывает свою программу.

Возврат микровыключателей программного механизма в исходное положение происходит в определенной последовательности.



Фиг. 102. Осциллограмма запуска двигателя от наземной энергетической установки

Первым в исходное положение возвращается микровыключатель Б, разрывающий цепь питания обмотки контактора КЗ ПСГ-1А. Переключающие контакторы 726 выключаются, что обеспечивает переключение питания якоря стартер-генератора на нормальное напряжение бортсети. При этом происходит подготовка магнитного поля стартер-генератора к работе в генераторном режиме.

Через 1 сек переключится микровыключатель А и разорвет цепь питания обмотки контактора К1 в ПСГ-1А, который обеспечивал питание якоря стартер-генератора.

Через 4 сек переключится микровыключатель Е и разорвет цепь питания обмотки реле Р1 АПД-27.

Последним переключится микровыключатель 0 и снимет питание с обмоток реле Р2, Р3, Р7 в АПД-27 и реле 1076.

Реле 1076 выключит контакторы 1084 и 1085, и обмотка возбуждения стартер-генератора отключится от бортсети. Микровыключатель 0 служит для установки программного механизма панели АПД-27 в исходное положение.

Если по какой-либо причине не произойдет размыкание контактов пневмоэлектрического выключателя 1081, то отключение агрегатов запуска будет производиться программным механизмом не ускоренно, но в той же последовательности, как было указано выше. В этом случае микровыключатель Е срабатывает на 70-й секунде и выключает все реле и контакторы системы автоматики запуска.

Сигнальная лампа 1090 «Работа АПД» сигнализирует о работе стартер-генератора в стартерном режиме.

Напряжение и ток в процессе запуска могут быть проконтролированы соответственно по вольтметру 1509 и амперметру 1126.

При работе стартер-генератора в генераторном режиме реле 1075 находится во включенном состоянии, блокируя электрические цепи запуска. Этим исключается возможность включения стартер-генератора в стартерный режим при работающем двигателе.

Осциллограмма запуска приведена на фиг. 102.

В табл. 10 приведены электрические сигналы, выдаваемые на агрегаты двигателя по этапам запуска.

Таблица 10

Этапы работы системы запуска двигателя от наземной энергетической установки

| Этап | Отсчет времени от момента начала запуска двигателя (нажатия на кнопку „Запуск“) | Электрические сигналы, выдаваемые на агрегаты двигателя, и соответствующие процессы   |
|------|---|---|
| I    | 0 сек (в момент нажатия на кнопку „Запуск“)                                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подключение стартер-генератора к источнику питания при напряжении на клеммах стартер-генератора 3—7 в — трогание ротора двигателя с места (выбор люфтов)</li> <li>2. Включение системы зажигания — „прожиг“ свечей</li> <li>3. Включение электромагнитного топливного клапана (клапана останова) — отсечка топлива от рабочих форсунок</li> </ol> |
| II   | Через 3 сек   | Повышение напряжения на клеммах стартер-генератора до 16—24 в — возрастание скорости вращения ротора двигателя  |
| III  | Через 9 сек   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Включение регулятора мощности — возрастание скорости вращения ротора двигателя</li> <li>2. Включение электромагнитного клапана пускового топлива — начало подачи топлива к пусковым форсункам</li> </ol>  |
| IV   | Через 15 сек  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отключение регулятора мощности</li> <li>2. Повышение напряжения на клеммах стартер-генератора до 35—48 в за счет переключения источников питания с параллельного включения на последовательное — возрастание скорости вращения ротора двигателя</li> </ol>  |
| V    | Через 20 сек  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повторное включение регулятора мощности — возрастание скорости вращения ротора двигателя</li> <li>2. Отключение электромагнитного топливного клапана (клапана останова) — начало подачи топлива на рабочие форсунки</li> </ol>  |

| Этап | Отсчет времени от момента начала запуска двигателя (нажатия на кнопку „Запуск“) | Электрические сигналы, выдаваемые на агрегаты двигателя, и соответствующие процессы  |
|------|---|--|
| VI   | Через 28 сек  | 1. Отключение системы зажигания двигателя<br>2. Отключение электромагнитного клапана пускового топлива—прекращение подачи топлива к пусковым форсункам |
| VII  | Через 69 сек  | Отключение стартер-генератора от источника питания   |

Примечание. В случае достижения ротором двигателя скорости вращения 5000—7500 об/мин (33—49%) раньше 69 сек отключение стартер-генератора осуществляется также раньше 69 сек.

#### ХОЛОДНАЯ ПРОКРУТКА РОТОРА ДВИГАТЕЛЯ ОТ НАЗЕМНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

При осуществлении цикла холодной прокрутки выключатель 1093 «Холодная прокрутка — Запуск» (см. фиг. 100) предварительно устанавливается в соответствующее положение.

Процессы включения и отключения агрегатов и работа схемы автоматического управления запуском аналогичны процессам, описанным выше, но при холодной прокрутке система зажигания и агрегат пускового топлива двигателя не включаются. Ротор двигателя прокручивается стартер-генератором.

При холодной прокрутке также не включается регулятор мощности, так как контакты 8—9 реле Р1 в АПД-27 обесточены. Поэтому не включается и реле Р6 в АПД-27, управляющее регулятором мощности.

Цикл холодной прокрутки длится не более 35 сек, так как на 28-й секунде обрабатывает микровыключатель Ж в АПД-27 и подает напряжение бортсети на электромагнит, переключающий редуктор программного механизма. Напряжение с шины РК кабины экипажа через предохранитель 1088 (СП-20), выключатель 1092, клемму 1 Ш1 АПД-27, замкнувшиеся клеммы микровыключателя Ж программного механизма, контакты 2—1 реле Р6 (обмотка этого реле обесточена, так как выключатель 1093 стоит в положении «Холодная прокрутка») и далее через контакты 5—6 реле Р1 подается на обмотку электромагнита ускоренной обработки, который, срабатывая, переключает шестерни редуктора программного механизма на его ускоренную обработку.

В табл. 11 приведены электрические сигналы, выдаваемые на агрегаты двигателя по этапам холодной прокрутки его ротора.

#### Этапы работы системы запуска двигателя при холодной прокрутке его ротора от наземной энергетической установки

| Этап | Отсчет времени от момента начала раскрутки ротора двигателя (нажатия на кнопку „Запуск“) | Электрические сигналы, выдаваемые на агрегаты двигателя, и соответствующие процессы   |
|------|--|---|
| I    | 0 сек (в момент нажатия на кнопку „Запуск“)  | 1. Подключение стартер-генератора к источнику питания при напряжении на клеммах стартер-генератора 3—7 в—трогание ротора с места (выбор люфтов)<br>2. Включение электромагнитного топливного клапана (клапана останова)—отсечка топлива от рабочих форсунок |
| II   | Через 3 сек  | Повышение напряжения на клеммах стартер-генератора до 16—21 в—возрастание скорости вращения ротора  |
| III  | Через 15 сек   | Повышение напряжения на клеммах стартер-генератора до 35—48 в за счет переключения источников питания с параллельного включения на последовательное—возрастание скорости вращения ротора  |
| IV   | Через 20 сек   | Отключение электромагнитного топливного клапана—начало подачи топлива на рабочие форсунки   |
| V    | Не более чем через 35 сек  | Отключение стартер-генератора от источника питания—прекращение раскрутки ротора   |

#### ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ ОТ ГЕНЕРАТОРА ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКИ

При запуске двигателя от генератора ГС-24А последний отключается от бортсети, которую продолжают питать аккумуляторные батареи, и при помощи переключающего контактора 732 (см. фиг. 100) включается на шину запуска.

Перед запуском двигателя выключатель 739 генератора ГС-24А на щите Электроэнергетики устанавливается в положение «Включ.».

Запуск двигателя производится со щитка запуска так же и в той же последовательности выдачи электрических сигналов на агрегаты двигателя, как и при питании от наземной энергетической установки. Отличие заключается лишь в регулировании напряжения, подаваемого на клеммы стартер-генератора от генератора ГС-24А, которое производится при помощи пускорегулирующей коробки 1113 (ПРК-8А).

Повышение напряжения производится ступенчато в пределах от 20 до 60 в. Временные сигналы для ступенчатого повышения напряжения выдаются программным механизмом панели 1095 (АПД-27).

Этапы работы системы запуска двигателя от генератора ГС-24А

| Этап | Отсчет времени от момента начала запуска двигателя (нажатия на кнопку „Запуск“) | Электрические сигналы, выдаваемые на агрегаты двигателя, и соответствующие процессы   |
|------|---|---|
| I    | 0 сек (в момент нажатия на кнопку „Запуск“)                                     | 1. Подключение генератора газотурбинной установки к стартер-генератору при напряжении на его клеммах 3—7 в—трогание ротора с места (выбор люфтов)<br>2. Включение системы зажигания—„прожиг“ свечей<br>3. Включение электромагнитного топливного клапана (клапана останова)—отсечка топлива от рабочих форсунок |
| II   | Через 3 сек   | Повышение напряжения на клеммах стартер-генератора до 20—26 в—возрастание скорости вращения ротора  |
| III  | Через 9 сек   | 1. Повышение напряжения, подаваемого от генератора газотурбинной установки на стартер-генератор, до 29—36 в и включение регулятора мощности—возрастание скорости вращения ротора<br>2. Включение электромагнитного клапана пускового топлива—начало подачи топлива к пусковым форсункам                         |
| IV   | Через 15 сек  | 1. Отключение регулятора мощности<br>2. Повышение напряжения, подаваемого от генератора газотурбинной установки на стартер-генератор, до 39—47 в—возрастание скорости вращения ротора   |
| V    | Через 20 сек  | 1. Повышение напряжения, подаваемого от генератора газотурбинной установки на стартер-генератор, до 43—51 в и повторное включение регулятора мощности—возрастание скорости вращения ротора<br>2. Отключение электромагнитного топливного клапана (клапана останова)—начало подачи топлива на рабочие форсунки   |
| VI   | Через 28 сек  | 1. Повышение напряжения, подаваемого от генератора газотурбинной установки на стартер-генератор, до 51—60 в—возрастание скорости вращения ротора<br>2. Отключение системы зажигания<br>3. Отключение электромагнитного клапана пускового топлива—прекращение подачи топлива к пусковым форсункам                |
| VII  | Через 69 сек  | Отключение стартер-генератора от источника питания  |

При нажатии на кнопку 1089 «Запуск» срабатывает реле Р3 в АПД-27 и напряжение бортсети через контакты 3—2 реле Р3 и клемму 4 ШЗ АПД-27, клемму 2 ШЗ ПРК-8А поступает на обмотку контактора К2 в ПРК-8А. Этот контактор после срабатывания включает своими контактами 1—2 контактор К1 в ПРК-8А, а через контакты 3—4 и клемму 4 Ш4 ПРК-8А — контактор 732.

Контактор К1 в ПРК-8А переключает обмотку возбуждения генератора ГС-24А с регулятора напряжения РН-180 2-й серии на регулятор РН-180Д, размещенный в ПРК-8А.

На I и II этапах запуска на генераторе ГС-24А поддерживается напряжение 20—26 в, так как в цепь рабочей обмотки регулятора включены сопротивления R1 и R6 в ПРК-8А. При этом напряжение с якоря ГС-24А через предохранитель 1463 подается на рабочую обмотку  $I_p$  РН-180Д по цепи: клемма 3 Ш4 ПРК-8А, нормально-замкнутые контакты реле Р5 и Р4 и сопротивления R1 и R6.

Через 9 сек от начала запуска двигателя напряжение бортсети от клеммы 5 ШЗ АПД-27 поступает на клемму 3 ШЗ ПРК-8А и включает реле Р4 в ПРК-8А. При этом в цепь рабочей обмотки регулятора дополнительно включаются сопротивления R2 и R9 в ПРК-8А, в результате чего напряжение на шине запуска увеличивается до 29—36 в.

На 15-й секунде от начала запуска двигателя напряжение бортсети от клеммы 7 ШЗ АПД-27 поступает на клемму 4 ШЗ ПРК-8А и включает реле Р5 в ПРК-8А. При этом в цепь рабочей обмотки регулятора дополнительно включаются сопротивления R3 и R7 в ПРК-8А, в результате чего напряжение на шине запуска увеличивается до 39—47 в.

На 20-й секунде от начала запуска двигателя напряжение бортсети от клеммы 6 ШЗ АПД-27 через контакты 3—2 реле 3127, срабатывающего от выключателя 1093, поступает на клемму 5 ШЗ ПРК-8А и включает реле Р6 в ПРК-8А. В «минусовую» цепь рабочей обмотки регулятора дополнительно включается сопротивление R4 (по цепи: корпус, клемма 1 Ш4 ПРК-8А, контакты 1—2 реле Р3, сопротивление R4, контакты 1—2 реле Р8, рабочая обмотка регулятора), и напряжение на шине запуска увеличивается до 43—51 в.

На 28-й секунде от начала запуска напряжение бортсети, которое поступало с панели АПД-27 с самого начала запуска на клемму 8 ШЗ ПРК-8А, снимается. При этом в ПРК-8А выключается реле Р7, включается реле Р8, и в «минусовую» цепь рабочей обмотки регулятора дополнительно включается сопротивление R8. При этом напряжение на шине запуска увеличивается до 51—60 в.

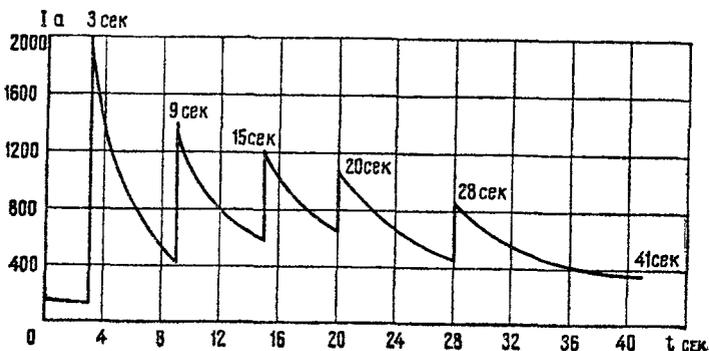
В конце запуска сигналы, выдаваемые панелью АПД-27 в коробку ПРК-8А, снимаются. Генератор ГС-24А переходит на режим работы питания бортсети (в генераторный режим).

При запуске последующего двигателя цикл работы генератора газотурбинной установки повторяется.

В табл. 12 приведены электрические сигналы, выдаваемые на агрегаты двигателя по этапам его запуска от генератора газотурбинной установки.

На фиг. 103 изображена осциллограмма запуска двигателя от генератора ГС-24А.

Примечание. В случае достижения ротором двигателя скорости вращения 5000—7500 об/мин (33—49%) раньше 69 сек отключение стартер-генератора осуществляется также раньше 69 сек.



Фиг. 103 Осциллограмма запуска двигателя от генератора ГС-24А бортовой газотурбинной установки ТГ-16

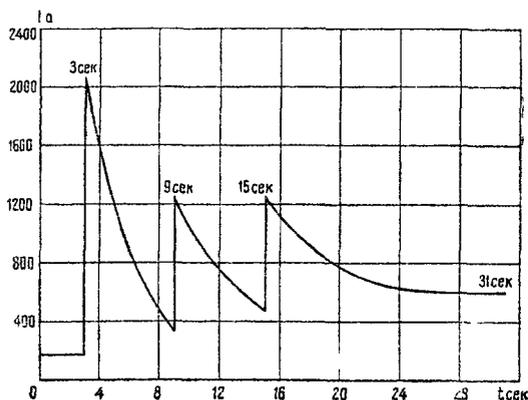
#### ХОЛОДНАЯ ПРОКРУТКА РОТОРА ДВИГАТЕЛЯ ОТ ГЕНЕРАТОРА ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ

Процессы, протекающие при этом режиме работы, аналогичны описанным выше и приведены в табл. 13. Отличие состоит только в том, что при холодной прокрутке не срабатывает реле 3127, благодаря чему исключаются последние ступени повышения напряжения, что приводит к уменьшению токов, потребляемых при прокрутке.

Осциллограмма холодной прокрутки приведена на фиг. 104.

#### ПРЕКРАЩЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ НА ЗЕМЛЕ

Схема (см. фиг. 100) обеспечивает возможность прекращения любого цикла запуска двигателя путем нажатия на кнопку 1094 прекращения запуска,



Фиг. 104. Осциллограмма холодной прокрутки двигателя от бортовой газотурбинной установки

которая расположена на щитке запуска. При этом выключается реле Р1 в АПД-27, в результате чего выключаются агрегаты, участвующие в любом из циклов запуска на земле.

#### Этапы работы системы запуска двигателя при холодной прокрутке его ротора от генератора газотурбинной установки

| Этап | Отсчет времени от момента начала раскрутки ротора двигателя (нажатия на кнопку „Запуск“) | Электрические сигналы, выдаваемые на агрегаты двигателя, и соответствующие процессы  |
|------|--|--|
| I    | 0 сек (в момент нажатия на кнопку „Запуск“)  | 1. Подключение генератора газотурбинной установки к стартер-генератору при напряжении на клеммах стартер-генератора 3—7 в—трогание ротора с места (выбор люфтов)<br>2. Включение электромагнитного топливного клапана (клапана останова)—отсечка топлива от рабочих форсунок |
| II   | Через 3 сек  | Повышение напряжения на клеммах стартер-генератора до 20—26 в—возрастание скорости вращения ротора   |
| III  | Через 9 сек  | Повышение напряжения, подаваемого от генератора газотурбинной установки на стартер-генератор, до 29—36 в—возрастание скорости вращения ротора  |
| IV   | Через 15 сек   | Повышение напряжения, подаваемого от генератора газотурбинной установки на стартер-генератор, до 39—47 в—возрастание скорости вращения ротора  |
| V    | Через 20 сек   | Отключение электромагнитного топливного клапана—начало подачи топлива на рабочие форсунок  |
| VI   | Не более чем через 35 сек  | Отключение стартер-генератора от источника питания—прекращение раскрутки ротора  |

Реле Р2 и Р3 в АПД-27 остаются во включенном состоянии, и программный механизм панели АПД-27 ускоренно устанавливает программный механизм в исходное положение. Это происходит благодаря включению электромагнита  $I_2$ , который получает питание через контакты 2—1 реле Р1 и контакты 5—6 реле Р2.

Обмотка возбуждения стартер-генератора остается подключенной к бортовой сети и после нажатия на кнопку прекращения запуска, так как реле Р3 в АПД-27, реле 1076 и контактор 1084 остаются включенными на время ускоренной доработки цикла программным механизмом.

#### ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ В ПОЛЕТЕ

Для запуска двигателя в полете включается выключатель 1072 «Запуск в воздухе» (или выключатель 1111), установленный на средней панели верхнего щитка летчиков.

При этом подается напряжение на включение обеих катушек зажигания и на электромагнитный клапан пускового топлива

Раскрутка ротора двигателя осуществляется набегающим встречным потоком воздуха (авторотацией).

Панели АПД-27 и ПСГ-1А при запуске двигателя в полете не работают, так как выключатель 1092 «Воздух — Земля» на щитке запуска находится в положении «Воздух».

### ЗАПУСК ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ

Управление запуском газотурбинной установки осуществляется с электрощитка запуска, который установлен на левом пульте (см. фиг. 97). Схема запуска газотурбинной установки дана на фиг. 105.

Перед запуском газотурбинной установки предварительно включается выключатель 1714 «Подготовка к запуску», а переключатель 1116 «Холодная прокрутка — Запуск» устанавливается в положение «Запуск».

При кратковременном нажатии на кнопку 1115 «Запуск ТГ» напряжение подается:

— на обмотку контактора К7 панели 1117 (ПТ-16А) через клемму 4 Ш1 ПТ-16А, контакты 1—2 реле Р2 и микровыключатели А и Д программного механизма. Этот контактор срабатывает и шунтирует сопротивление R1 и R2, включенные в цепь обмотки возбуждения генератора ГС-24А;

— на обмотку реле Р1 в ПТ-16А (через клемму 4 Ш1, контакты 1—2 реле Р2). При срабатывании реле Р1 контактами 2—3 шунтируется кнопка запуска. Таким образом, при отпущенной кнопке запуска напряжение на обмотку контактора К7 и реле Р1 подается через нормально-замкнутые контакты кнопки прекращения запуска 1174 «Останов ТГ», контакты выключателя ЦД-3А-40, срабатывающего при забросе оборотов, через клемму 9 Ш1 ПТ-16А и контакты 2—3 реле Р1, минуя контакты 2—1 реле Р2.

Реле Р1 через свои замкнутые контакты подает напряжение:

— на обмотку реле Р6 (через выключатель запуска 1714, клемму 2 Ш1 ПТ-16А и контакты 5—6 реле Р1). Реле Р6, сработав, подает питание на электродвигатель программного механизма ПТ-16А (через контакты 3—2), который начинает отработать программу запуска газотурбинного двигателя в соответствии с графиком работы микровыключателей программного механизма;

— на обмотку реле Р3 (через контакты 8—9 реле Р1, клемму 7 Ш2 ПТ-16А, клеммы Г и Б маслоконтактора 1121, клемму 3 Ш2). Сработавшее реле Р3 своими контактами 3—2 замыкает цепь лампы сигнализации 1938 «Запуск ТГ идет», которая загорается, и контактами 5—4 и 8—7 разрывает цепь включения генератора ГС-24А, не допуская возможности его включения в бортовую сеть самолета в процессе запуска;

— на обмотку контактора К4 через контакты 14—15 реле Р1, который, сработав, подает питание на катушки зажигания 1123;

— на обмотку реле Р7 через контакты 14—15 реле Р1. Сработавшее реле Р7 подводит напряжение к микровыключателю Б программного механизма ПТ-16А (через свои замкнутые контакты 2—3) и на обмотку реле Р2 (через свои контакты

6—5). Реле Р2 срабатывает и самоблокируется, питаясь через кнопку прекращения запуска 1174 и свои замкнутые контакты 5—6;

— на обмотку контактора К1 (через контакты 17—18 реле Р1 и микровыключатель Е программного механизма). При срабатывании контактора К1 подается питание на обмотку возбуждения генератора ГС-24А.

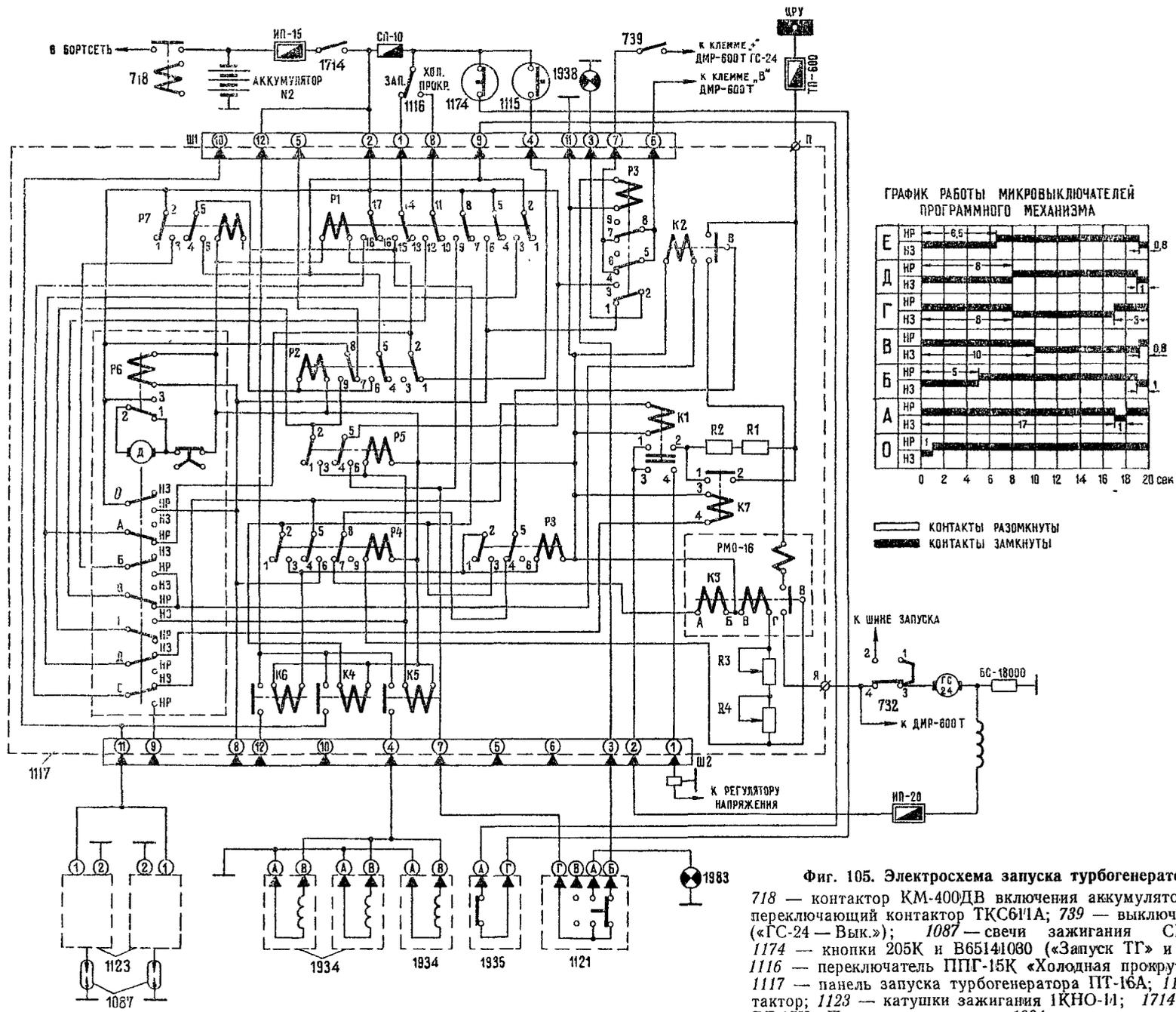
Таким образом, при нажатии на кнопку запуска подается напряжение на катушки зажигания, на обмотку возбуждения генератора ГС-24А, и начинает работать программный механизм панели ПТ-16А, регламентирующий по времени последующую работу системы запуска, протекающую автоматически, по этапам.

I. Через 1 сек после нажатия на кнопку запуска срабатывает микровыключатель О программного механизма ПТ-16А, который, шунтируя контакты 5—6 реле Р1, обеспечивает подачу напряжения на обмотку реле Р6. Вследствие этого программный механизм отработывает свою программу независимо от положения контактов реле Р1.

II. Через 5 сек после нажатия на кнопку запуска срабатывает микровыключатель Б программного механизма, в результате чего напряжение подается на обмотку контактора К2 (через контакты 2—3 реле Р7), который, срабатывая, подает напряжение на обмотку АВ контактора К3 (через клемму П панели ПТ-16А, подвижный контакт В контактора К2, контакты 5—4 реле Р8, контакты 8—7 реле Р4). При срабатывании контактора К3 питание подается на его удерживающую обмотку (с подвижного контакта В контактора К3 через сопротивления R3 и R4), на якорь генератора ГС-24А и обмотку реле Р4. Генератор, работая в стартерном режиме, начинает раскручивать ротор газотурбинного двигателя. Сработавшее реле Р4 разрывает цепь питания обмотки АВ контактора К3, блокирует питание обмотки контактора К1 (через контакты 6—5 реле Р4) и подает питание на обмотку реле Р8 (через контакты 2—3 реле Р4). Реле Р8, срабатывая, самоблокируется (через свои контакты 3—2) и контактами 4—5 вторично разрывает цепь питания обмотки АВ контактора К3.

III. Через 6,5 сек после нажатия на кнопку запуска срабатывает микровыключатель Е программного механизма, разрывая цепь питания обмотки контактора К1.

IV. Через 8 сек после нажатия на кнопку запуска срабатывают микровыключатели Г и Д программного механизма. Через микровыключатель Г напряжение подается на обмотку контактора К5 (от клеммы 2 Ш1 ПТ-16А, через контакты 8—9 реле Р2) и на обмотку реле Р5. Сработавшее реле Р5 (своими контактами 5—6) шунтирует контакты 8—9 реле Р1, блокируя цепь обмотки реле Р3 и цепь сигнальной лампы 1983 «ТГ запущен». Кроме того, реле Р5 своими контактами 2—3 шунтирует микровыключатель Г программного механизма, обеспечивая через них подачу напряжения на обмотку контактора К5. При срабатывании контактора К5 напряжение подается на все три топливных клапана. В результате этого топливо начинает поступать в камеру сгорания двигателя, воспламеняется там от искры запальных свечей 1087, и реактивная сила



**Фиг. 105. Электросхема запуска турбогенератора ТГ-16:**  
 718 — контактор КМ-400ДВ включения аккумулятора № 2; 732 — переключающий контактор ТКС611А; 739 — выключатель 2ППГ-15К («ГС-24 — Вык.»); 1087 — свечи зажигания СПН-4-з; 1115, 1174 — кнопки 205К и В65141030 («Запуск ТГ» и «Останов ТГ»); 1116 — переключатель ППГ-15К «Холодная прокрутка — Запуск»; 1117 — панель запуска турбогенератора ПТ-16А; 1121 — маслоконтактор; 1123 — катушки зажигания 1КНО-11; 1714 — выключатель ВГ-15К «Подготовка запуска»; 1934 — электромагнитные краны рабочего топлива; 1935 — центробежный выключатель ЦД-3А-40; 1938, 1983 — лампы СЛЦ «Запуск ТГ идет» и «ТГ запущен».

выходящих газов помогает ГС-24А раскручивать турбину двигателя.

Микровыключатель Д программного механизма разрывает цепь питания обмотки контактора К7, в результате чего в цепь питания обмотки возбуждения генератора ГС-24А включаются сопротивления R1 и R2. Вследствие этого магнитный поток обмотки возбуждения генератора уменьшается (ослабляется), что приводит к увеличению скорости вращения вала генератора, а следовательно, и турбины ГТД-16.

В. Через 10 сек после нажатия на кнопку запуска срабатывает микровыключатель В программного механизма и разрывает цепь обмотки контактора К2, однако последний не отключается, так как питание обмотки осуществляется через ранее сработавший (на 5-й сек) микровыключатель Б.

При достижении якорем генератора ГС-24А скорости вращения 12 000—15 000 об/мин потребление тока уменьшится настолько, что усилий суммарного электромагнитного потока, создаваемого токовой обмоткой реле максимальных оборотов (РМО-16) в ПТ-16А и его обмоткой ВГ, будет недостаточно для удержания контактора К3 в замкнутом положении. Под действием возвратной пружины контактор отключается и обесточивает якорь генератора ГС-24А. Отключение контактора К3 приводит к обесточиванию обмотки реле Р4, которое разрывает цепь питания контактора К1. Вследствие этого обмотка возбуждения генератора ГС-24А подключается к регулятору напряжения РН-180 2-й серии.

При достижении ротором газотурбинного двигателя 29 000 об/мин срабатывает маслоконтактор 1121 и обесточивает обмотку реле Р3. При этом подается напряжение на лампу сигнализации 1983 «ТГ запущен», и замыкается цепь включения ДМР-600Т генератора ГС-24А; в результате этого генератор при включенном выключателе 739 включается на борсеть.

Программный механизм ПТ-16А дорабатывает свой цикл, и подвижные контакты его микровыключателей становятся в исходное положение в следующей последовательности:

— на 17-й секунде микровыключатель А срабатывает на одну секунду и разрывает цепь обмотки реле Р1, которое, отключившись, обесточивает реле Р7 и Р8, контакторы К2, К4 и разрывает цепь лампы сигнализации 1938 «Запуск ТГ идет». При отключении контактора К4 обесточиваются катушки зажигания 1123, однако процесс горения топлива в камере сгорания двигателя не прекращается вследствие достаточно высокой температуры в ней;

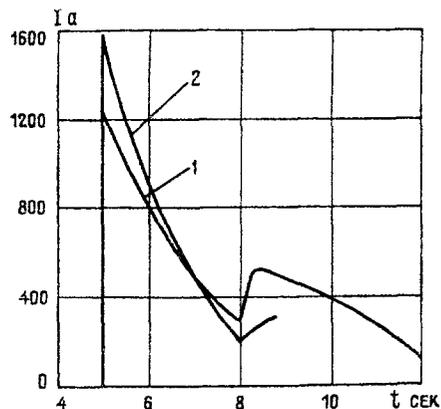
— на 17-й, 18-й, 19-й и 19,2-й секундах соответственно занимают свои исходные положения подвижные контакты микровыключателей Г, А, Б, Д, Е и В,

— на 20-й секунде микровыключатель О занимает исходное положение, и программный механизм ПТ-16А заканчивает свою работу.

Реле Р2 и Р5 остаются во включенном состоянии, так как они заблокированы по питанию соответственно контактами 5—6, 8—9 и 2—3. Во включенном состоянии остается и контактор К5, через контакты которого питаются электромагниты всех трех топливных клапанов. Через замкнутые контакты 5—

6 реле Р5 и маслоконтактор 1121 напряжение продолжает также подаваться и на лампу сигнализации 1983.

Как видно из схемы, питание системы запуска и агрегатов ГТД-16 осуществляется непосредственно от аккумуляторной батареи № 2. Тем самым исклю-



Фиг. 106. Оциллограмма запуска газотурбинной установки ГТ-16:

1 — от бортовых аккумуляторных батарей; 2 — от наземной энергетической установки

чается возможность обесточивания электромагнитных клапанов подачи топлива в двигатель во время перевода электропитания самолета от наземной энергетической установки на питание от бортовых источников, когда бортовая сеть (на время срабатывания контакторов) кратковременно обесточивается.

В табл. 14 приведены сигналы, выдаваемые на агрегаты газотурбинного двигателя во время запуска.

На фиг. 106 показаны оциллограммы запуска ГТ-16.

Таблица 14

Этапы работы системы запуска газотурбинной установки

| Этап | Отсчет времени от момента начала запуска газотурбинной установки | Электрические сигналы, выдаваемые на агрегаты газотурбинной установки, и соответствующие процессы   |
|------|--|---|
| I    | 0 сек (в момент нажатия на кнопку «Запуск»)                      | 1. Включение возбуждения генератора ГС-24А<br>2. Включение системы зажигания газотурбинной установки — «прожиг» свечей  |
| II   | Через 5 сек  | Включение якоря генератора ГС-24А — начало раскрутки ротора двигателя газотурбинной установки   |
| III  | Через 8 сек  | 1. Включение электромагнитных топливных клапанов — подача топлива в камеру сгорания<br>2. Ослабление магнитного потока возбуждения генератора ГС-24А — увеличение скорости вращения турбины двигателя газотурбинной установки |
| IV   | Через 17 сек   | Отключение системы зажигания газотурбинной установки  |

## ВЫКЛЮЧЕНИЕ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ

Для выключения установки временно нажимается кнопка 1174 «Останов ТГ» (см фиг 105). Нажатие этой кнопки приводит к обесточиванию реле Р2 и Р5 и контактора К5 в ПТ-16А. При обесточивании контактора К5 топливные клапаны 1934 отключаются и под действием своих возвратных пружин закрывают доступ топливу в камеру сгорания двигателя. Двигатель ГТД-16 останавливается и одновременно гаснет лампа сигнализации 1983.

После выключения двигателя необходимо поставить выключатель 1714 подготовки запуска в положение «Отключено». Если двигатель не запустился, то перед повторным его запуском (не ранее чем через 20 сек, необходимых для отработки ПТ-16А своей программы) необходимо или нажать на кнопку прекращения запуска, или выключить, а затем вновь включить выключатель питания 1714. Это требуется для снятия с блокировки реле Р2 и Р5.

Примечание. При достижении якорем ГС 24А частоты вращения 12 000—15 000 об/мин его цепь возбуждения, отключаясь от ПТ 16А, переключается к регулятору напряжения.

## ХОЛОДНАЯ ПРОКРУТКА ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ

Холодная прокрутка ГТД производится для удаления топлива из камеры сгорания в случае неудавшегося запуска (при выделении дыма из выходного коллектора после останова турбоустановки) и для проверки системы запуска.

Для холодной прокрутки газотурбинной установки выключатель 1116 «Холодная прокрутка — Запуск» (см фиг 105) предварительно устанавливается в положение «Холодная прокрутка».

При нажатии на кнопку запуска напряжение подается на обмотки реле Р1 и контактор К7 так же, как и при запуске. Контакт К7, срабатывая, шунтирует сопротивления R1 и R2, включенные в цепь обмотки возбуждения генератора ГС-24А, а при срабатывании реле Р1 питание подается через контакты

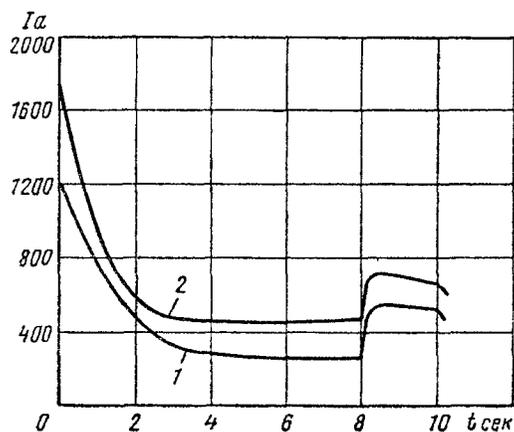
- 5—6 — на лампу сигнализации «Запуск ТГ идет» и на реле Р6,
- 8—9 — на обмотку реле Р3,
- 11—12 — на обмотку контактора К2 (через клемму 8 Ш1 ПТ-16А, микровыключатель В программного механизма),
- 17—18 — на обмотку контактора К1, который, сработав, подает питание на обмотку возбуждения генератора ГС-24А.

Сработавший контактор К2 подает питание на обмотку АБ контактора К3, а после срабатывания последнего питание подается на его обмотку БГ и на обмотку реле Р4.

Таким образом, в результате срабатывания перечисленных реле и контакторов механизм ПТ-16А начинает обрабатывать свою программу, а генератор ГС 24А — вращивать вал турбины двигателя.

Система зажигания при холодной прокрутке не работает, так как контакты 14—15 реле Р1 обесточены переключателем 1116, и вследствие этого контактор К4, подающий напряжение на катушку зажигания, не включается.

Через 1 сек после нажатия на кнопку запуска срабатывает микровыключатель 0 программного механизма ПТ-16А, который шунтирует контакты 5—6 реле Р1, обеспечивая подачу напряжения на реле Р6, вследствие чего программный механизм полностью обрабатывает свою программу независимо от положения контактов реле Р1.



Фиг. 107 Оциллограмма холодной прокрутки турбогенератора ГТ-16:

1 — от бортовых аккумуляторных батарей,  
2 — от наземной энергетической установки

Через 8 сек срабатывает микровыключатель Д программного механизма, разрывая цепь обмотки контактора К7, что приводит к включению сопротивлений R1 и R2 в цепь обмотки возбуждения ГС-24А. Вследствие этого обороты генератора ГС-24А возрастают.

Через 10 сек срабатывает микровыключатель В программного механизма, разрывая цепь питания обмотки контактора К2, который обесточивает контактор К3 и обмотку реле Р4. Контакт К2 и К3 отключают обмотку возбуждения и якорь генератора ГС-24А.

Таким образом, цикл холодной прокрутки длится 10 сек. После десятой секунды программный механизм продолжает обрабатывать свою программу, контакты его микровыключателей в соответствии с графиком работы занимают свои исходные положения, и на 20-й секунде он заканчивает работу.

Так как при холодной прокрутке не срабатывает реле Р7 (а следовательно, и реле Р5 и контактор К5), то кроме зажигания не включаются также топливные клапаны 1934 и не происходит подача топлива в камеру сгорания.

В табл 15 приведены электрические сигналы выдаваемые на агрегаты газотурбинной установки по этапам холодной прокрутки. На фиг 107 приведены оциллограммы холодной прокрутки ГТ-16.

Таблица 15

Продолжение

| Этапы работы системы запуска газотурбинной установки при ее холодной прокрутке |  |  |
|--|--|--|
| Этап   | Отсчет времени от момента нажатия на кнопку „Запуск“ | Электрические сигналы, выдаваемые на агрегаты газотурбинной установки, и соответствующие процессы                                  |
| I  | 0 сек (в момент нажатия на кнопку „Запуск“)          | 1. Включение возбуждения генератора ГС-24А<br>2. Включение якоря генератора ГС-24А—начало раскрутки ротора газотурбинной установки |

| Этап | Отсчет времени от момента нажатия на кнопку „Запуск“ | Электрические сигналы, выдаваемые на агрегаты газотурбинной установки, и соответствующие процессы                      |
|------|--|--|
| II   | Через 8 сек  | Ослабление магнитного потока возбуждения генератора ГС-24А—увеличение скорости вращения ротора газотурбинной установки |
| III  | Через 10 сек   | Отключение генератора ГС-24А   |

## ГЛАВА V

## СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОРРЕКЦИИ ОБОРОТОВ ДВИГАТЕЛЯ АИ-24. СИСТЕМА ВПРЫСКА ВОДЫ

Система предельного регулирования температуры (ПРТ) предназначена для ограничения заданных значений температуры газов за турбиной в зависимости от положения рычага управления двигателем и статического давления окружающей среды (высоты полета).

Система электрического корректора оборотов предназначена для стабилизации оборотов в установившихся и переходных режимах работы двигателя.

Система впрыска воды предназначена для сохранения взлетной мощности двигателя при высоких температурах и пониженном атмосферном давлении воздуха.

### 12. АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОРРЕКЦИИ ОБОРОТОВ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

Система ограничения температуры включает (для каждого двигателя):

— двенадцать сдвоенных термодпар Т-80 (фиг. 108), одну соединительную колодку К-80 и компенсационные провода;

— усилитель УРТ-24А;

— датчик высотной коррекции ДДП1-1000А (в комплекте с УРТ-24А);

— исполнительный механизм ИМ-24А;

— указатель положения вала исполнительного механизма;

— переключатель контроля, сигнализацию отказа системы и выключатель питания.

Система коррекции оборотов включает (для каждого двигателя):

— датчик корректора оборотов ДТЭ-1;

— усилитель УКО-24Б;

— исполнительный механизм МКТ-4.

Исполнительный механизм ИМ-24А и МКТ-4 установлены на агрегатах АДТ-24М левого и правого двигателей. Датчики ДТЭ-1 корректоров оборотов установлены на коробках приводов двигателей (рядом с датчиками ДТЭ-1 измерителей оборотов ИТЭ-2). Установка датчика ДДП1-1000А, усилителей УРТ-24А и УКО-24Б в gondole правого двигателя показана на фиг. 109 (для левого двигателя установка аналогична). Термодпары Т-80 и соединительные колодки К-80 установлены на кожухе обдува турбины, переключатель контроля системы ПРТ и выключатель питания — на щитке запуска (см. фиг. 97), указатели положения валов исполнительных механизмов ИМ-24А и лампы сигнализации отказа системы (см. фиг. 22) — на переплете фонаря в кабине экипажа.

На двигателях АИ-24 первых серий система предельного регулирования температуры и коррекции оборотов выполняет то же назначение и работает принципиально так же, как и на последующих двигателях АИ-24. Однако тип некоторых агрегатов системы иной:

а) термодпары Т-6 (вместо Т-80);

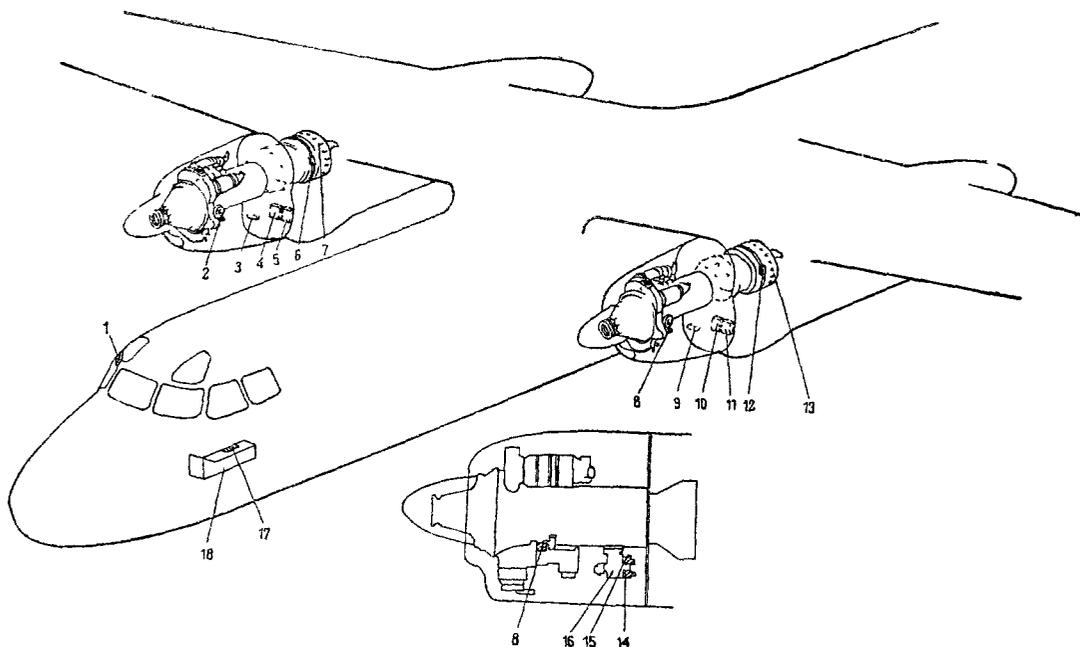
б) усилитель УРТ-24Р (вместо УРТ-24А);

в) исполнительный механизм ПРМ-24 (вместо ИМ-24А);

г) усилитель корректора оборотов ЭКО-24Р (вместо УКО-24Б).

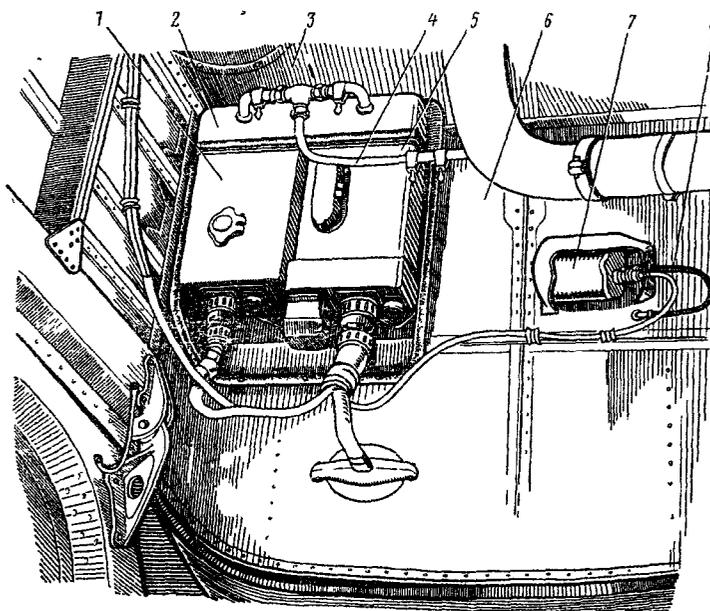
Остальные агрегаты систем регулирования одинаковы. Расположение соответствующих агрегатов систем идентично.

Для некоторых двигателей с целью повышения стабильности их работы в переходных режимах и



Фиг. 108. Размещение агрегатов системы предельного регулирования температуры:

1 — указатели положения вала ИМ-24А и лампы сигнализации отказа; 2, 8 — датчики корректора оборотов ДТЭ-1; 3, 9 — датчики высотной коррекции ДДП1-1000А; 4, 10 — усилители УРТ-24А; 5, 11 — усилители УКО-24Б; 6, 12 — соединительные колодки К-80; 7, 13 — двойные термодатчики Т-80; 14 — исполнительный механизм ИМ-24А; 15 — исполнительный механизм МКТ-4 (электромагнитный клапан корректора оборотов); 16 — автомат дозирования топлива АДТ-24М; 17 — щиток запуска двигателей и газотурбинной уста новки; 18 — пульт левого летчика



Фиг. 109. Установка блоков системы ПРТ-24 и корректора оборотов в отсеке шасси гондолы правого двигателя (для левого двигателя установка аналогична):

1 — усилитель корректора оборотов УКО-24Б; 2 — верхняя часть крышки кожуха (нижняя не показана); 3 — экран колес шасси; 4 — труба подвода воздуха на обдув усилителей; 5 — усилитель регулятора температуры УРТ-24А; 6 — стенка переднего силового щангоута гондолы двигателя; 7 — датчик высотной коррекции ДДП1-1000А (кожух датчика не показан); 8 — труба подвода измеряемого давления воздуха

при работе в условиях ограничения температуры газов в систему ПРТ дополнительно вводится блок стабилизации БС-24А. При этом агрегат УРТ-24А заменяется на УРТ-24А 3-й серии, а УКО-24Б — на УКО-24Б 3-й серии.

Ниже дается описание работы агрегатов и функциональной схемы работы системы регулирования.

#### ТЕРМОПАРА Т-80, СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ КОЛОДКА К-80 И КОМПЕНСАЦИОННЫЕ ПРОВОДА

Сдвоенные термопары Т-80 предназначены для выдачи сигналов, пропорциональных температуре  $t_{\text{г}}$  двигателя, на усилитель регулятора температуры УРТ-42А и на измеритель ИТГ-2А при работе двигателя на земле и в полете.

Принцип действия термопары основан на изменении термо-э.д.с. при изменении разности температур рабочего и холодного концов термопары. В качестве термоэлектродов термопар используются хромель — положительный электрод и алюмель — отрицательный электрод.

Термопара Т-80 — сдвоенного типа, т. е. в одном корпусе размещены две одинаковые самостоятельные термопары (одна — для системы регулирования и другая — для измерителей). Во избежание перепутывания полярности при подсоединении проводов хромелевые контактные винты термопары имеют резьбу  $4 \times 0,7$ , а алюмелевые — резьбу  $5 \times 0,8$ .

Соединение термопар в блок и подключение к измерителю и усилителю регулятора температуры производится гибкими многожильными компенсационными проводами, токопроводящие жилы которых выполнены из термоэлектродных материалов (хромеля и алюмеля) во избежание дополнительных погрешностей за счет термо-э.д.с. стыков разнородных материалов. По той же причине хромеле-

вые провода заканчиваются хромелевыми наконечниками, а алюмелевые — алюмелевыми.

Провода от термопар до соединительной колодки К-80 объединяются в восемь отдельных жгутов; каждая параллельная группа из шести термопар имеет два жгута — хромелевый и алюмелевый (фиг. 110). Компенсационный провод к измерителю имеет с одной стороны четыре специальных наконечника для соединения с колодкой К-80, а с другой — штепсельный разъем, в который вмонтировано дополнительное сопротивление для подгонки сопротивления внешней цепи термометра до величины  $15 \pm 0,1$  ом. Компенсационный провод к усилителю системы регулирования имеет по четыре специальных наконечника для подсоединения к колодке УРТ-24А.

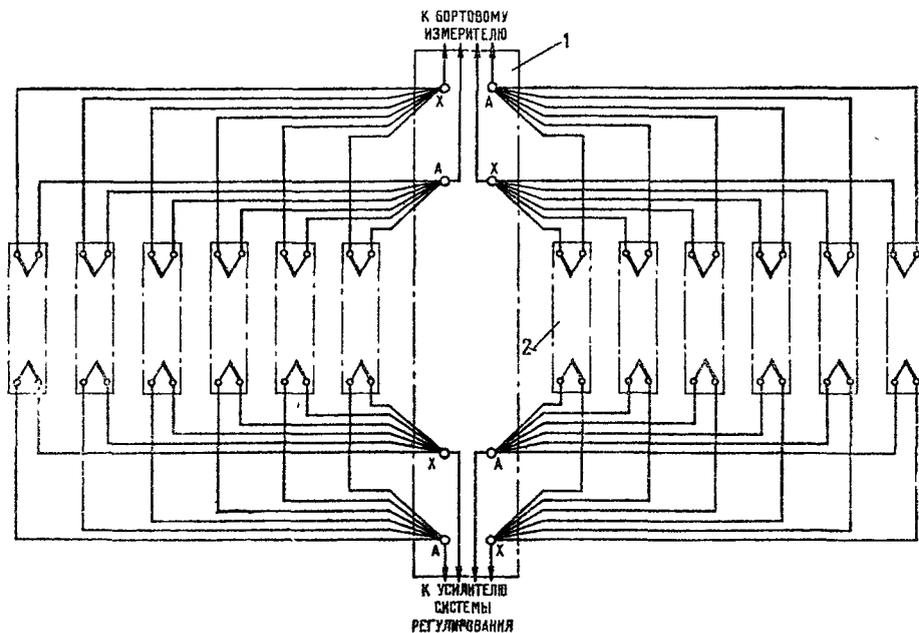
Колодка К-80 и компенсационные провода от колодки до термопар работоспособны при температуре окружающей среды до  $+250^\circ\text{C}$ . Диапазон изменения температуры окружающей среды, в котором обеспечена компенсация влияния температуры холодного спая на термо-э.д.с. термопар, от  $+60$  до  $-50^\circ\text{C}$ .

#### УСИЛИТЕЛЬ УРТ-24А

Усилитель регулятора температуры УРТ-24А является преобразовательным и усилительным устройством для астатической системы регулирования температуры газов за турбиной двигателя АИ-24.

#### Основные данные

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Напряжение питания:  |                          |
| по цепи постоянного тока . . . . .                                   | $27 \text{ в} \pm 10\%$  |
| по цепи переменного тока частотой $400 \text{ гц} \pm 2\%$ . . . . . | $115 \text{ в} \pm 10\%$ |
| Потребляемый ток:  |                          |
| от сети постоянного тока . . . . .                                   | не более $0,7 \text{ а}$ |
| от сети переменного тока . . . . .                                   | не более $0,5 \text{ а}$ |



Фиг. 110. Схема соединения термопар Т-80:

1 — соединительная колодка К-80; 2 — термопара Т-80; А, Х — клеммы для подсоединения концов алюмелевых и хромелевых проводов

|                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| Температуры настройки:            |                |
| в режиме «Запуск» . . . . .       | 720° С         |
| в режиме «Максимал» . . . . .     | 485° С         |
| в режиме «Номинал» . . . . .      | 435° С         |
| в режиме «Чрезвычайный» . . . . . | 515° С         |
| в режиме «Контроль» . . . . .     | 240 или 360° С |

Максимальная суммарная погрешность температурной настройки с учетом погрешности компенсации «холодного» спая термопар и высотной коррекции:

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| для режима «Запуск» . . . . .   | не более +23° С |
| для остальных режимов . . . . . | не более +20° С |

Диапазон изменения настроек температур ограничения . . . . . ±50° С

Примечание. При перестройке режима «Номинал» на соответствующую величину перестраиваются режимы «Максимал» и «Чрезвычайный».

Величина уменьшения настройки задатчика при изменении давления окружающей среды от 760 до 200 мм рт. ст. . . . .

50° С

Нагрузка . . . . . обмотки электродвигателя ИМ-24А

Датчик . . . . . комплект хромель-алюмелевых термопар Т-80, количество термопар — двенадцать, сопротивление цепи термопар и компенсационных проводов — 1,2—1,9 ом

Постоянная времени корректирующего контура . . . . . 1,9±0,1 сек

Коэффициент усиления . . . . . соответствует изменению скважности выходного сигнала от 25 до 75% при изменении входного сигнала на  $4 \begin{matrix} +0,85 \\ -1,0 \end{matrix}$  иа

Примечание. Скважность выходного сигнала

$$S = \frac{t_1}{t_1 + t_2} \cdot 100\%$$

где  $t_1$  — время нахождения триггера (бесконтактного реле) в одном устойчивом состоянии;

$t_2$  — время нахождения триггера в другом устойчивом состоянии.

Постоянная времени инерционной перестройки задатчика при переключении:

|   |             |
|---|-------------|
| с режимом «Максимал» на режим «Номинал» . . . . .     | 6±2 сек     |
| с режима «Номинал» на режим «Максимал» . . . . .      | 4±1 сек     |
| с режима «Запуск» на режим «Номинал» . . . . .        | 5±2 сек     |
| Время задержки на включение режима «Запуск» . . . . . | 5±2 сек     |
| Высотность . . . . .                                  | до 10 000 м |
| Режим работы . . . . .                                | длительный  |

Агрегаты УРТ-24А взаимозаменяемы только в комплекте с датчиком высотной коррекции ДДП1-1000А.

Конструктивно усилитель УРТ-24А выполнен из отдельных функциональных узлов (блоков):

- входного магнитного усилителя и фазочувствительного усилителя-выпрямителя;
- промежуточного магнитного усилителя и фазочувствительного усилителя-выпрямителя;
- триггера и усилителя мощности;

- блока защиты;
- реле времени,
- силовых трансформаторов;
- блока задатчика;
- емкостного делителя.

Для обеспечения влагостойкости и дополнительного механического крепления элементов, расположенных в блоках, последние заливаются изоляционным эластичным компаундом. Электрическая связь между блоками осуществляется с помощью общей платы с печатным монтажом. Печатные платы и расположенные на них детали покрываются защитным лаком.

Установленная на крышке корпуса усилителя клеммная колодка предназначена для подключения компенсационных проводов от блока термопар; на клеммной колодке расположено подгоночное сопротивление компенсации «холодного» спая.

Один из расположенных на корпусе штепсельных разъемов предназначен для проверки работоспособности агрегата в условиях эксплуатации (без отключения агрегата от самолетной схемы).

На крышке агрегата имеются отверстия, через которые выведены наверх ручки потенциометров для настройки задатчика. Ручки потенциометров задатчика закрыты откидной крышечкой.

#### ДАТЧИК ВЫСОТНОЙ КОРРЕКЦИИ ДДП1-1000А

Датчик высотной коррекции ДДП1-1000А предназначен для измерения абсолютного давления воздуха и выдачи электрического сигнала (относительного сопротивления), пропорционального измеряемому давлению.

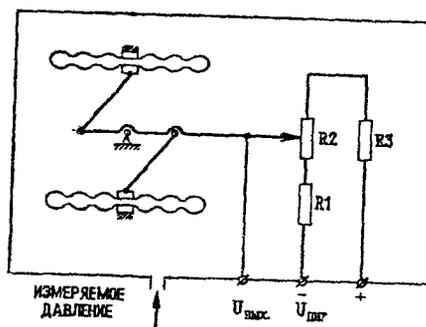
Принцип действия датчика ДДП1-1000А основан на функциональной зависимости между измеряемым давлением и упругой деформацией чувствительного элемента.

#### Основные данные

Диапазон измерения (абсолютное давление) . . . . . 1—1000 мм рт. ст.

Перегрузочное давление (абсолютное) . . . . . 1500 мм рт. ст.

Допустимая погрешность . . . . . не более ±1,5% выходного относительного сопротивления



Фиг. 111. Принципиальная схема датчика ДДП1-1000А:

$U_{пит}$  — напряжение питания;  $U_{вых}$  — выходное напряжение;  $R_1, R_3$  — компенсационные сопротивления;  $R_2$  — потенциометрический датчик

Напряжение питания постоянным током . . . . . не более 15 в  
 Вес (без штепсельного разъема) . . . . . не более 0,25 кг

вала гурбокомпрессора в минуту)

Зона нечувствительности . . . . . (0,4—0,8) %  $n_T$   
 Коэффициент пропорциональности  $k = \frac{(50 \pm 10) \% \text{ скважности}}{1 \% n_T}$

Принципиальная схема датчика приведена на фиг. 111.

### ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ ИМ-24А И ЕГО УКАЗАТЕЛЬ

Исполнительный механизм ИМ-24А представляет собой электродвигатель переменного тока, получающий питание от усилителя УРТ-24А. Электродвигатель через редуктор вращает поводок, который перемещает перепускную иглу регулятора температуры в АДТ-24М и тем самым регулирует подачу топлива в камеру сгорания двигателя. Угол поворота поводка  $60^\circ \pm 5^\circ$ .

Агрегат работоспособен при температуре окружающей среды от  $-60$  до  $+90^\circ \text{C}$ .

Исполнительный механизм при отключении его питания, а также при получении сигнала от системы защиты усилителя УРТ-24А затормаживает выходной вал и перепускную иглу в том положении, в котором они находились в момент отключения питания или поступления сигнала от системы защиты.

Агрегат ИМ-24А имеет потенциометр, с которого на вольтметр постоянного тока указателя положения вала ИМ-24А снимается напряжение, характеризующее положение выходного вала. В качестве указателя положения вала исполнительного механизма использован вольтметр постоянного тока М-4200, шкала которого разбита от 0 до 3 в.

### ДАТЧИК ДТЭ-1 И УСИЛИТЕЛЬ УКО-24Б КОРРЕКТОРА ОБОРОТОВ

Датчик корректора оборотов ДТЭ-1 предназначен для выдачи в усилитель электрического сигнала (напряжения), частота которого пропорциональна оборотам ротора двигателя.

Усилитель корректора оборотов УКО-24Б предназначен для улучшения качества переходных процессов системы автоматического регулирования оборотов турбовинтового двигателя, которое осуществляется путем пропорционального уменьшения расхода (воздействия на слив) топлива через рабочие форсунки двигателя при увеличении скорости вращения вала турбокомпрессора относительно равновесных оборотов.

В усилителе УКО-24Б происходит усиление и преобразование сигнала переменного тока, снимаемого с датчика оборотов ДТЭ-1, в импульсный сигнал постоянного тока, который подается на электромагнитный клапан МКТ-4 автомата дозировки топлива АДТ-24М.

#### Основные данные

|  |  |
|--|--|
| Напряжение питания постоянным током . . . . .                        | 27 в $\pm 10\%$                              |
| Потребляемый ток:  |  |
| при отключенной нагрузке . . . . .                                   | не более 0,5 а                               |
| при включенной нагрузке . . . . .                                    | не более 1,5 а                               |
| Режим работы . . . . .   | длительный                                   |
| Пределы регулирования оборотов вступления в работу системы . . . . . | (97—102) % $n_T$ (где $n_T$ — число оборотов |

Частота импульсов при 50% скважности . . . . .  $6 \frac{+2}{-1} \text{ гц}$

Время срабатывания защиты при выходе агрегата из строя, когда исполнительный механизм подвергается длительному включению . . . . . (1  $\pm$  0,3) сек

Нагрузка на агрегат (ток на выходе) . . . . . не более 1 а

Вес . . . . . не более 6 кг

Конструктивно агрегат выполнен в виде блока, на котором укреплены штуцер для подвода воздуха, штепсельные разъемы для подключения к бортовой электросети, потенциометр с выведенной рукояткой с лимбом и шкалой (для настройки вступления агрегата в работу). Внутри агрегата размещены следующие отдельные функциональные блоки, смонтированные на печатных платах:

- мост переменного тока;
- магнитный усилитель и фазочувствительный усилитель-детектор;
- магнитный усилитель, кристаллический усилитель и преобразователь;
- эмиттерный повторитель, триггер и усилитель мощности;
- защита;
- электронный стабилизатор напряжения;
- генератор переменного тока.

Все блоки агрегата залиты эластичным компаундом. Функциональная схема агрегата дана на фиг. 112.

Датчик ДТЭ-1 \* корректора оборотов представляет собой четырехполосный трехфазный синхронный генератор переменного тока, частота которого  $f$ :

$$f = \frac{pn}{60},$$

где  $p$  — число пар полюсов;

$n$  — скорость вращения вала датчика.

Номинальная скорость вращения вала датчика 2500 об/мин (100%), частота при этом равна 83,3 гц, направление вращения — левое.

Сигнал от датчика поступает в мост переменного тока с однополупериодным выпрямителем и выходом по постоянному току (блок III). Соотношение плеч моста выбрано таким образом, что при определенной частоте входного сигнала, соответствующей вступлению агрегата в работу, наступает баланс моста, т. е. напряжение на выходе моста равно нулю.

Для регулировки баланса моста и настройки вступления агрегата в работу имеется потенциометр с регулировочной ручкой.

Изменение напряжения на выходе блока III пропорционально изменению частоты входного сигнала (частоты напряжения ДТЭ-1). Полярность напряжения на выходе блока III зависит от знака расхождения относительно балансируемых оборотов.

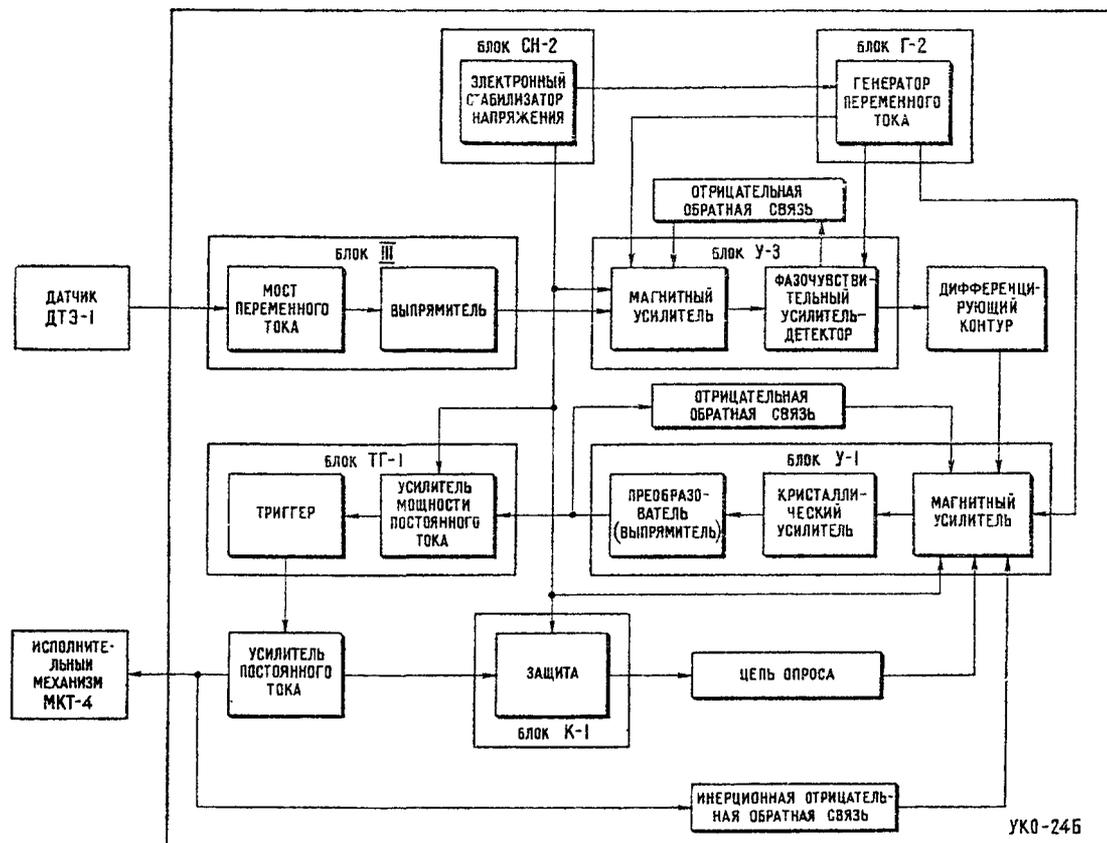
\* Описание датчика ДТЭ-1 измерителя оборотов приведено в гл. X «Приборы контроля за работой силовой установки».

Сигнал с выхода блока III подается на вход магнитного усилителя и фазочувствительного усилителя-детектора, представляющих собой усилитель постоянного тока (блок У-3).

Магнитный усилитель, выполненный по дифференциальной схеме, усиливает сигнал и одновременно преобразует его в сигнал переменного тока частотой 2000 *гц*. Усиленное напряжение переменного тока, фаза которого зависит от полярности входного сигнала, подается на вход фазочувствительного

Мостовая схема агрегата балансируется по выходу фазочувствительного усилителя-детектора при 98%  $n_T$ . При изменении оборотов вала датчика от 0 до 98%  $n_T$  напряжение на выходе фазочувствительного усилителя-детектора равно нулю, и через дифференцирующий контур на вход магнитного усилителя У-1 сигнал не подается.

При увеличении оборотов вала датчика ДТЭ-1 более 98%  $n_T$  за счет изменения полярности на выходе блока У-3 на вход магнитного усилителя У-1 через



Фиг. 112. Функциональная схема УКО-24Б

усилителя-детектора, выполненного на полупроводниковых триодах и диодах по двухтактной схеме и предназначенного для усиления и выпрямления напряжения. Полярность напряжения на выходе фазочувствительного усилителя-детектора зависит от полярности сигнала на входе этого блока.

Таким образом, во входной части агрегата частота датчика оборотов преобразовывается в сигнал постоянного тока с последующим усилением слабых уровней этого сигнала с достаточно высокой стабильностью по коэффициенту усиления. Большой коэффициент усиления, полученный при этом благодаря сочетанию магнитного и полупроводникового усилителей с промежуточным преобразованием, позволяет охватить оба каскада усиления глубокой отрицательной обратной связью. Для этого напряжение с выхода фазочувствительного усилителя-детектора подается на обмотку магнитного усилителя. Введение глубокой отрицательной обратной связи позволяет получить стабильный коэффициент усиления входной части агрегата.

дифференцирующий контур подается управляющий сигнал.

Постоянная времени дифференцирующего контура равна 7—8 *сек*, что обеспечивает пропорциональную зависимость между отклонением оборотов и входным сигналом на магнитный усилитель.

На всех основных режимах работы двигателя (кроме режима «Малого газа») обороты его ротора, называемые равновесными, поддерживаются постоянными (порядка 100%  $n_T$ ) с помощью гидромеханического регулятора оборотов винта. При отклонении оборотов от равновесных в сторону увеличения (какими бы они ни были до этого по абсолютной величине) соответственно увеличивается напряжение на выходе блока У-3, т. е. на входе магнитного усилителя блока У-1. Этот сигнал после соответствующего усиления приводит в действие исполнительный механизм.

Величина сигнала, проходящего через дифференцирующий контур, пропорциональна величине отклонения оборотов только в том случае, если заброс

оборотов длится не более 1—1,5 сек. При более длительном забросе этот сигнал непропорционален величине отклонения оборотов. При провале оборотов сигнал на исполнительный механизм не поступает.

Магнитный усилитель блока У-1, как и усилитель блока У-3, усиливает сигнал напряжения постоянного тока и преобразовывает его в сигнал напряжения переменного тока с частотой 2000 гц. Усиленное напряжение, фаза которого зависит от полярности входного сигнала, поступает на вход двухтактного кристаллического усилителя переменного тока. Усиленное кристаллическим усилителем переменное напряжение подается на двухтактный фазочувствительный преобразователь (выпрямитель), работающий в ключевом режиме.

Полярность выпрямленного напряжения на выходе блока У-1 зависит от фазы переменного тока на входе фазочувствительного преобразователя, которая, в свою очередь, зависит от полярности сигнала на входе блока.

Таким образом, в блоке У-1 происходит усиление слабого сигнала постоянного тока и преобразование его в сигнал переменного тока с усилением и последующим выпрямлением. Применение большого коэффициента усиления позволяет охватить оба каскада усиления глубокой отрицательной обратной связью путем подачи напряжения с выхода блока на соответствующую обмотку магнитного усилителя. Это обеспечивает стабильность коэффициента усиления блока.

Усиленный в блоке У-1 сигнал подается на усилитель мощности постоянного тока, выполненный по схеме эмиттерного повторителя в блоке ТГ-1. Сигнал с выхода усилителя мощности подается на вход триггера с одним устойчивым состоянием. Триггер управляет усилителем постоянного тока, имеющим большой коэффициент усиления по току.

Нагрузкой усилителя постоянного тока является исполнительный механизм (электромагнитный клапан МКТ-4). При вступлении агрегата в работу сигнал на выходе блока У-1 отсутствует, так как напряжение на выходе блока У-3 равно нулю. При увеличении оборотов выше точки вступления агрегата в работу сигнал на исполнительный механизм подается при достижении напряжения срабатывания триггера.

Приращение оборотов от момента вступления агрегата в работу до момента подачи сигнала на исполнительный механизм, равное (0,4—0,8) %  $n_T$ , называется зоной нечувствительности агрегата и измеряется в статическом режиме. В динамическом режиме зона нечувствительности агрегата представляет собой такое приращение оборотов в сторону увеличения от равновесных, при котором появляется сигнал на исполнительный механизм.

Для получения устойчивой работы системы регулирования в схеме агрегата применена инерционная отрицательная обратная связь, сигнал которой снимается с обмотки исполнительного механизма и подается на обмотку магнитного усилителя блока У-1.

При увеличении оборотов вала датчика от равновесных выше зоны нечувствительности агрегата происходит включение исполнительного механизма. Но при этом по цепи инерционной обратной связи

протекает ток, обратный по направлению току управляющего сигнала. В результате исполнительный механизм отключается, после чего ток обратной связи спадает (по мере разряда конденсатора этой цепи). В определенный момент исполнительный механизм вновь включается.

Таким образом, в схеме выходной части агрегата возникают автоколебания. Скорость нарастания тока в цепи инерционной обратной связи определяет частоту включения исполнительного механизма. Соотношение

$$\gamma = \frac{t_{\text{вкл}}}{t_{\text{вкл}} + t_{\text{откл}}} \cdot 100\%$$

называется скважностью выходного сигнала агрегата. Здесь  $t_{\text{вкл}}$  и  $t_{\text{откл}}$  — время включенного и отключенного состояния исполнительного механизма.

Частота импульсов

$$f = \frac{1}{t_{\text{вкл}} + t_{\text{откл}}}.$$

Коэффициент пропорциональности агрегата характеризует собой величину изменения скважности выходного сигнала при изменении оборотов в сторону увеличения на 1% после начала работы триггера. Этот параметр определяется при проверке агрегата в статическом режиме.

В случае неисправности агрегата, приводящей к длительному (более 1 сек) включению исполнительного механизма, срабатывает защита агрегата, которая обесточивает исполнительный механизм. Защита агрегата, расположенная в блоке К-1, осуществляется при помощи схемы встроенного самоконтроля (опроса).

При включении питания срабатывает реле на выходе агрегата и своими замкнутыми контактами подключает его сигнал к исполнительному механизму.

При скважности выходного сигнала не более 73—90% цепь «опроса» (цепь глубокой обратной связи) заперта. При большей скважности протекает ток глубокой обратной связи через обмотку «опроса» магнитного усилителя блока У-1. Сигнал «опроса» на короткое время, недостаточное для возвращения исполнительного механизма под действием пружины в исходное положение, отключает выход агрегата. В этот момент снимается сигнал «опроса», и описанный процесс повторяется; процесс имеет место при увеличении скважности до 100%.

При скважности 100% обесточивается обмотка реле на выходе агрегата и своими нормально-разомкнутыми контактами отключает исполнительный механизм.

Для питания электронных схем и цепей смещения магнитных усилителей в агрегате применен электромагнитный стабилизатор напряжения, размещенный в блоке СН-2. Стабилизатор имеет выходное стабилизированное напряжение 17 в.

Питание переменным током магнитных усилителей и фазочувствительных преобразователей осуществляется от имеющегося в агрегате преобразователя постоянного тока в переменный. Преобразователь напряжения смонтирован в блоке Г-2 и выдает переменный ток прямоугольной формы с частотой

2000 гц. Он представляет собой усилитель с глубокой положительной обратной связью.

Датчик ДТЭ-1 взаимозаменяем с агрегатом, однако последний должен быть подстроен потенциометром «Вступление агрегата в работу» на специальном стенде применительно к каждому конкретному датчику.

### 13. РАБОТА СИСТЕМЫ ПРТ И КОРРЕКЦИИ ОБОРОТОВ

#### ОГРАНИЧЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ГАЗОВ $t_6^*$

Блок термопар Т-80 через компенсационные провода выдает в усилитель УРТ-24А термо-э.д.с., соответствующую осредненной температуре заторможенного газового потока за турбиной. В усилителе термо-э.д.с. «сравнивается» со стабилизированным опорным напряжением задатчика, которое по характеристике термопар Т-80 соответствует температуре ограничения на данном режиме.

Разность напряжений блока термопар и задатчика является входным управляющим сигналом для усилителя УРТ-24А. При разности э.д.с. термопар и напряжения задатчика, равной нулю, выходной сигнал УРТ-24А также равен нулю. Если э.д.с. термопар превышает напряжение задатчика, УРТ-24А выдает сигнал на исполнительный механизм ИМ-24А агрегата АДТ-24М, который через редуктор вращает поводок и перемещает перепускную иглу на слив топлива (режим «слива»). Если э.д.с. термопар меньше напряжения задатчика, то УРТ-24А подает сигнал на исполнительный механизм ИМ-24А, который через редуктор вращает поводок на перемещение перепускной иглы в сторону прекращения перепуска топлива (режим «запирания слива»).

Агрегат ДДП-1000А в зависимости от высоты полета корректирует опорное напряжение задатчика в усилителе УРТ-24А, а следовательно, и  $t_6^*$ . УРТ-24А имеет систему защиты, которая при отказах в агрегате, обрыве цепей питания, обрыве компенсационных проводов или при их закорачивании на входе в агрегат выдает на исполнительный механизм ИМ-24А сигнал на останов и затормаживание выходного вала электродвигателя исполнительного механизма, а также на лампу сигнализации отказа.

Защита усилителя УРТ-24А срабатывает без выдачи сигнала на лампу отказа, если система ПРТ работает в режиме «запирания слива» (при этом напряжение на вольтметре — указателе положения вала ИМ-24А равно нулю).

#### КОРРЕКТОР ОБОРОТОВ

Корректор оборотов, стабилизирующий режимные обороты двигателя в установившихся и переходных режимах, имеет чувствительный элемент ДТЭ-1. В случае превышения равновесных (режимных) оборотов на 0,5% усилитель корректора оборотов УКО-24Б, получив сигнал от ДТЭ-1, подает команду на электромагнитный клапан МКТ-4 (исполнительный механизм) уменьшить подачу топлива в камеру сгорания двигателя, в результате чего обороты ротора двигателя снижаются до равновесных.

Корректор оборотов вступает в работу при оборотах вала турбины 99%. Начало вступления корректора оборотов в работу устанавливается регулируемым потенциометром, находящимся под крышкой УКО-24Б. Поворот рукоятки потенциометра вправо на  $1/8$  оборота повышает обороты вступления в работу корректора примерно на 2%.

#### ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

Функциональная схема системы ПРТ газов за турбиной и коррекции оборотов двигателя представлена на фиг. 113.

Термо-э.д.с. блока термопар, соответствующая осредненной температуре заторможенного газового потока за турбиной, подается на сопротивление, являющееся элементом сравнения УРТ. Туда же подается напряжение с задатчика температур, с помощью которого определяются температуры регулирования системы. Для того чтобы задатчик температур служил источником неизменного в заданном режиме опорного напряжения, он имеет термо-стабилизированное питание. При этом задатчик имеет пять цепочек питания, три из которых подключаются в соответствующих режимах «Номинал», «Максимал» и «Запуск», а две действуют постоянно в течение всего времени, пока питание подается на УРТ (одна — для компенсации температуры «Холодного» слива и другая — общая для всех режимов).

С помощью переключателя контроля из кабины экипажа можно проверить исправность усилителя УРТ и правильность настройки его задатчика на контрольные температуры 240 и 360° С.

Таким образом, стабилизированное опорное напряжение разной величины (в соответствии с заданным режимом) подается с задатчика температур на сопротивление сравнения.

Термо-э.д.с. термопар  $e_T$  и напряжение от задатчика  $e_3$  на сопротивлении сравнения включены встречно, т. е. с этого сопротивления снимается сигнал

$$\Delta e = e_1 - e_3.$$

Напряжение разностного сигнала  $\Delta e$  термопар и задатчика с сопротивления сравнения поступает на входной магнитный усилитель. Постоянный ток во входной обмотке этого усилителя будет иметь разное значение и направление в зависимости от величин  $e_T$  и  $e_3$ :

$$\text{при } e_3 = e_T, \Delta e = 0, I = 0;$$

$$\text{при } e_3 < e_T, \Delta e \neq 0, I < 0;$$

$$\text{при } e_3 > e_T, \Delta e \neq 0, I > 0.$$

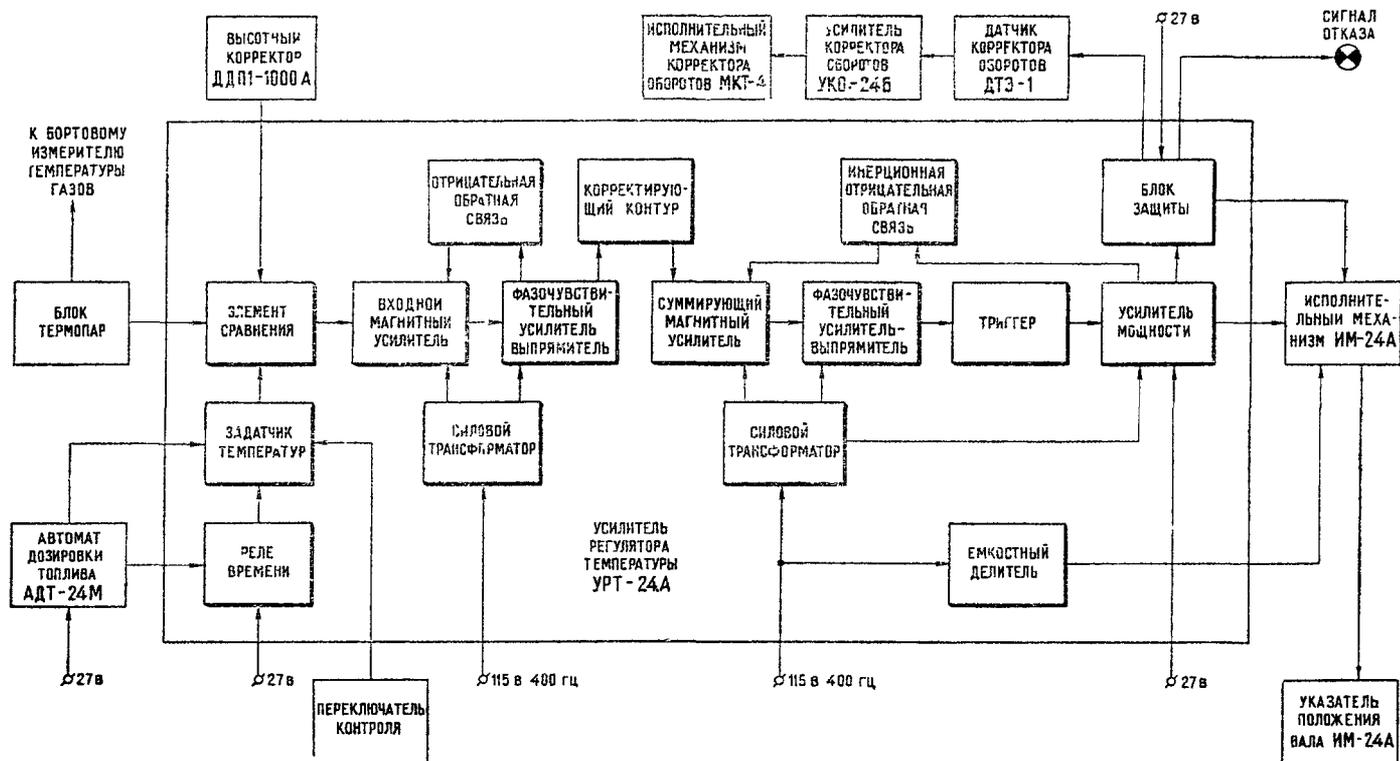
Входной магнитный усилитель является двухтактным дифференциальным усилителем с выходным напряжением на леремном токе. Усилитель преобразует входной управляющий сигнал постоянного тока в сигнал переменного тока с одновременным его усилением. При изменении полярности входного сигнала фаза переменного тока на выходе усилителя изменяется на 180°.

Усиленный и преобразованный входным усилителем сигнал поступает на фазочувствительный уси-

литель-выпрямитель. Помимо дальнейшего усиления в этом каскаде происходит выпрямление сигнала переменного тока с учетом фазы входного сигнала. На выходе каскада выпрямленное напряжение, пропорциональное входному сигналу, будет иметь различную полярность в зависимости от фазы входного сигнала. В дальнейшем сигнал посту-

Таким образом, корректирующий контур служит для компенсации динамической погрешности сигнала термопар.

В принципе действия корректирующего контура лежит использование свойств дифференцирующего звена, которое состоит из сопротивлений и конденсаторов (RC-звена). Ток конденсаторов  $i_C$  пропор-



Фиг. 113. Функциональная схема системы предельного регулирования температуры газов за турбиной и коррекции оборотов

пает в корректирующий контур. Одновременно выходное напряжение фазочувствительного усилителя-выпрямителя подается на входной магнитный усилитель через канал отрицательной обратной связи, регулирующей глубины которой устанавливается по экспоненциальному закону.

Корректирующий контур повышает скорость срабатывания системы ограничения температуры, что необходимо из-за тепловой инерционности термопар (при быстром изменении температуры среды в месте расположения «горячего» спая термопары возникает термо-э.д.с., соответствующая этой температуре, не сразу, а через некоторое время). Термо-э.д.с. будет стремиться к необходимой величине по экспоненциальному закону.

$$e_t = e_{уст} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}),$$

где  $e_t$  — текущее значение термо-э.д.с.;

$e_{уст}$  — установившееся значение термо-э.д.с.;

$t$  — время с момента изменения температуры среды;

$\tau$  — постоянная времени термопары, зависящая от ее тепловой инерционности.

ционален скорости изменения входного сигнала  $i_R$ , а с выхода корректирующего контура снимается суммарный сигнал  $i_C + i_R$  (фиг. 114).

В результате сигнал на выходе корректирующего контура будет иметь свою постоянную времени, называемую динамической погрешностью контура. Постоянная времени контура не превышает 0,5 сек при инерционности входного сигнала 1,5 сек.

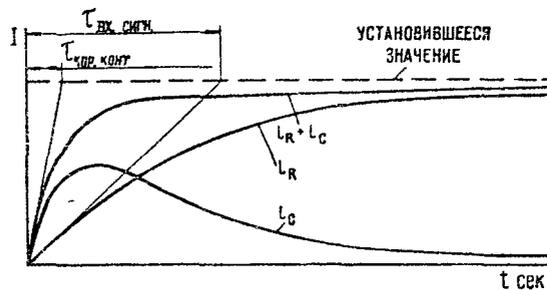
Корректирующий контур снижает величину проходящего сигнала. Поэтому в последующем каскаде суммирующего магнитного усилителя производится преобразование сигнала постоянного тока в переменный с одновременным его усилением.

Суммирующий магнитный усилитель аналогично входному магнитному усилителю обеспечивает на выходе усиленный сигнал переменного тока, амплитуда которого пропорциональна величине входного сигнала, а фаза выходного сигнала определяется его полярностью. В последующем каскаде фазочувствительного усилителя-выпрямителя происходит дальнейшее усиление и выпрямление сигнала; величина выходного сигнала при этом пропорциональна амплитуде входного сигнала, а полярность определяется его фазой. Усиленный и выпрямленный сигнал поступает на вход триггера, являющегося уси-

лителем постоянного тока с глубокой положительной обратной связью

В агрегате применен симметричный триггер — двухпозиционное бесконтактное электронное реле, имеющие два устойчивых состояния, в одном из которых в зависимости от полярности входного сигнала находится триггер

Переход из одного состояния в другое при изменении полярности входного сигнала за счет глубокой положительной обратной связи происходит лавинообразно. Таким образом, триггер, служащий релейным звеном агрегата, обеспечивает на выходе усиленный сигнал постоянного тока, усиливаемый в последующем каскаде — усилителе мощности.



Фиг. 114. Кривая изменения тока на выходе корректирующего контура

В связи с тем что для управления исполнительным механизмом ИМ-24 требуется переменный ток, схема вводится в автоколебательный режим с помощью инерционной отрицательной обратной связи (ИОС), охватывающей релейное звено

С выхода усилителя мощности сигнал ИОС подается на суммирующий магнитный усилитель. Этот сигнал направлен встречно входному сигналу  $U_{вх}$  усилителя. В результате на вход триггера поступает суммарный сигнал. Для перебрасывания триггера в одно из двух устойчивых состояний необходимо, чтобы суммарный сигнал  $u_c$  на входе триггера

$$u_c = u_{вх} \pm u_{оc}$$

был равен или больше напряжения срабатывания триггера  $u_T$

Графики, характеризующие возникновение автоколебаний, даны на фиг. 115. Пусть в момент времени  $t=0$  триггер переключается. При этом суммарный сигнал

$$u_c = u_{вх} + u_{оc} = -u_T$$

В дальнейшем происходит увеличение  $u_c$ , но не мгновенно в соответствии с переключением триггера, а по закону, определяемому собственной инерционностью магнитного усилителя и глубиной обратной связи. Когда суммарный сигнал

$$u_c = u_T,$$

произойдет следующее переключение триггера в другое устойчивое состояние, после чего  $u_c$  будет изменяться по тому же закону, но с другой полярностью. Следующее переключение триггера произойдет при

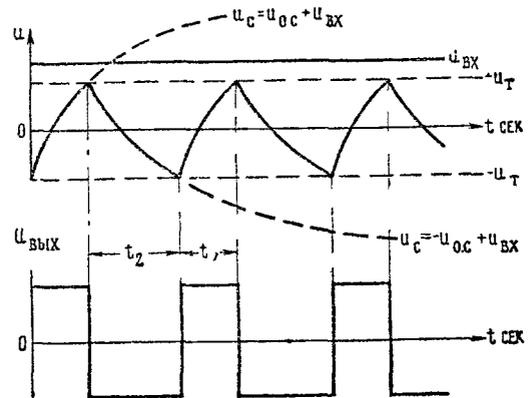
$$u_c = -u_T \text{ и т. д.}$$

Скважность выходного сигнала

$$S = \frac{t_1}{t_1 + t_2} 100\%,$$

где  $t_1$  и  $t_2$  — продолжительность первого и второго переключений.

От величины входного сигнала зависит длительность нахождения триггера в каждом из двух возможных устойчивых его состояний, т. е. скважность. Если сигнал рассогласования  $\Delta e$  на входе агрегата равен 0, то  $t_1 = t_2$  и  $S = 50\%$  (при этом вал исполнительного механизма ИМ-24А не вращается).



Фиг. 115. График, характеризующий процесс возникновения автоколебаний в УРТ-24А

При появлении сигнала рассогласования  $\Delta e$ , соответствующего изменению температуры на  $50^\circ\text{C}$  выше или ниже заданной, происходит пропорциональное изменение скважности от 50 до 100% или от 50 до 0%.

Как видно из предыдущего, частота выходного сигнала агрегата определяется собственной инерционностью суммирующего магнитного усилителя и глубиной инерционной отрицательной обратной связи. Для агрегата выбрана частота  $40 \pm 20$  гц. Этот сигнал модулирует по фазе напряжение управления ИМ-24А, имеющее частоту 400 гц (частоту питающего напряжения борсети).

В течение времени  $t_1$  фаза управляющего напряжения на обмотке управления ИМ-24А сдвинута по отношению к фазе управляющего напряжения в течение времени  $t_2$  на  $180^\circ$ . При 50% скважности вал ИМ-24А находится в режиме автоколебаний с частотой модулирующего сигнала  $40 \pm 20$  гц и не вращается (средняя частота вращения равна нулю). При изменении скважности вал ИМ-24А начнет вращаться в определенном направлении (в зависимости от того, меняется ли скважность от 50 до 100% или от 50 до 0%) и с определенной скоростью (в зависимости от величины входного сигнала).

Блок защиты (см. фиг. 113) предназначен для отключения питания обмотки возбуждения ИМ-24А, отключения тормозной муфты и выдачи напряжения на лампу сигнализации в кабине экипажа при неисправностях в системе регулирования. Блок представляет собой несимметричный триггер, являющийся усилителем постоянного тока с глубокой положительной обратной связью и имеющий одно устойчивое состояние

Если на входе триггера отсутствует управляющее напряжение или оно меньше порога срабатывания

триггера, то последний находится в исходном состоянии. При наличии автоколебаний в агрегате УРТ (когда скажливость выходного сигнала не равна 0 или 100%) блок защиты обеспечивает питанием обмотку тормозной муфты ИМ-24А (исполнительный механизм расторможен) и обмотку возбуждения ИМ-24А. Защита срабатывает при срыве автоколебаний ( $S=0\%$  и  $S=100\%$ ), что может произойти при повреждении в цепях питания агрегата или термомпар, при выходе из строя какого-либо из каскадов агрегата или превышении зоны действия (пределов регулирования) напряжения термо-э. д. с. на входе агрегата (зона действия защиты находится в пределах, соответствующих отклонению температуры от регулируемой на  $\pm 50^\circ$  и превышающих настройку УРТ на 4 мв). После срабатывания защиты вал ИМ-24А становится на тормоз и загорается лампа сигнализации, что продолжается до тех пор, пока в агрегате вновь не возникнут автоколебания.

В блоке защиты исключается ложная сигнализация при срыве автоколебаний, когда входной сигнал соответствует температуре, которая ниже температуры настройки задатчика агрегата УРТ на  $50^\circ$  и более. При этом сигнал шток ИМ-24А находится в положении, обеспечивающем максимальную подачу топлива. В качестве указателя положения вала ИМ-24А применен вольтметр со шкалой 0—3 в, включенный параллельно потенциометру, щетка которого соединена с валом ИМ-24А.

Емкостный делитель в агрегате УРТ подает на обмотку двухфазного асинхронного двигателя ИМ-24А напряжение возбуждения, сдвинутое по фазе относительно напряжения в управляющей обмотке на  $90^\circ$ .

Реле времени представляет собой триггер включения режима «Запуск» с датчика температуры с временной задержкой по отношению к входному сигналу из автомата дозирования топлива АДТ-24М. Этот входной сигнал определяется моментом срабатывания выключателя в АДТ в зависимости от угла ( $\alpha$  вала) поворота рычага управления двигателем. Величина временной задержки определяется параметрами элементов реле времени и составляет 5 сек.

В каскаде задатчика температуры агрегата УРТ предусмотрен замедлитель перестройки агрегата по температуре, служащий для создания инерционности при перестройке задатчика с режима «Максимум» на режим «Номинал» (и наоборот), а также для инерционной перестройки задатчика при переключении с режима «Запуск» на режим «Номинал».

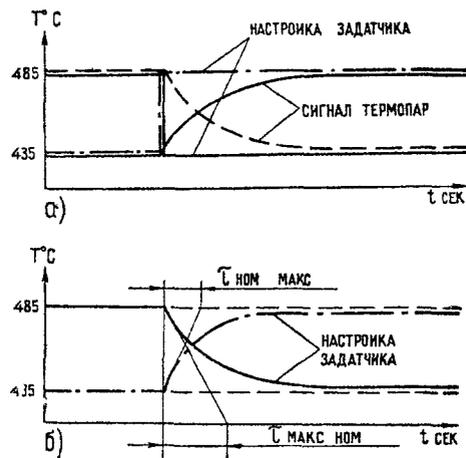
Введение замедлителя вызвано практически мгновенной перестройкой задатчика по сигналам с АДТ и инерционностью изменения термо-э. д. с. термомпар при изменении режима работы двигателя. Это может вызвать появление ложного сигнала на дальнейшее снижение или увеличение температуры (т. е. перерегулирование системы).

Как и в реле времени, замедление обеспечивается с помощью электрических цепей, содержащих конденсаторы и сопротивления (RC-цепи), и определяется постоянной времени  $\tau$  этих цепей, величины которых приведены в разделе «Усилитель УРТ-24А».

Кривые, характеризующие работу замедлителя перестройки задатчика, приведены на фиг. 116.

Силовые трансформаторы (см. фиг. 113) служат для питания каскадов агрегата УРТ переменным током.

Схема высотной коррекции предназначена для перестройки задатчика температуры УРТ по высоте полета. Сигнал высотной коррекции подается на элемент (сопротивление) сравнения с диагональю мостовой схемы, одним плечом которой является сопротивление датчика ДДП1-1000А.



Фиг. 110. Кривые, характеризующие работу задатчика температуры:

а — без замедлителя, б — с замедлителем

При давлении 760 мм рт. ст. мост сбалансирован, и ток в диагонали мостовой схемы отсутствует. При уменьшении давления сопротивление датчика ДДП1-1000А увеличивается, и мост разбалансируется. В результате этого в диагонали моста появляется ток, который создает на сопротивлении сравнения падение напряжения, встречное с напряжением задатчика.

Работа системы коррекции оборотов описана в предыдущем разделе. Уменьшение подачи топлива, осуществляемое системой коррекции, может произойти только до некоторого заданного минимального расхода. Если (несмотря на уменьшение подачи топлива) обороты двигателя будут увеличиваться (например, на режиме авторотации или при отказе регулятора оборотов двигателя), то в результате срабатывания выключателя в АДТ замыкается электрическая цепь флюгирования воздушного винта.

Как указывалось выше, для некоторых двигателей в систему ограничения температуры и коррекции оборотов вводится блок стабилизации БС-24А с одновременной заменой УРТ-24А и УКО-24Б соответственно на УРТ-24А 3-й серии и УКО-24Б 3-й серии. Блок стабилизации БС-24А предназначен для преобразования сигнала, пропорционального оборотам и вырабатываемого входным блоком УКО-24Б 3-й серии, и выдачи его в агрегат УРТ-24А 3-й серии. Этот сигнал после соответствующего усиления воздействует на исполнительный механизм ограничителя температуры ИМ-24А.

Таким образом, если УКО-24Б воздействует через исполнительный механизм на топливо только при превышении заданных оборотов, то УКО-24Б 3-й серии, кроме этого, выдает еще в блок стабилизации электрический сигнал, пропорциональный изменению оборотов. Последний дифференцируется в БС-24А и подается в УРТ-24А 3-й серии с полярностью, соответствующей направлению (повышению или понижению) отклонения оборотов. Благодаря тому что сигнал, выдаваемый блоком стабилизации БС-24А и УРТ-24А 3-й серии, находится в противофазе с сигналом по температуре газа, достигается повышение стабилизации параметров двигателя при работе ограничителя температуры.

#### 14. СИСТЕМА ВПРЫСКА ВОДЫ

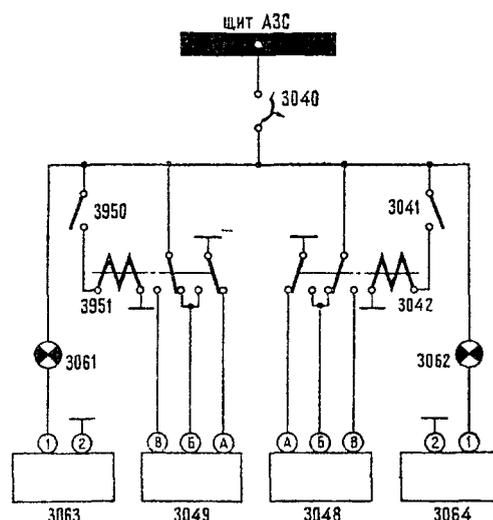
Система впрыска воды во входной канал двигателя предназначена для сохранения взлетной мощности двигателя при высоких температурах (выше  $+25^{\circ}\text{C}$ ) и пониженном барометрическом давлении наружного воздуха по сравнению с нормальными атмосферными условиями. Система позволяет сохранять взлетные качества самолета при атмосферных условиях, отличных от нормальных.

Электромеханический кран системы (по одному на каждый двигатель) с приводом от электромеханизма МП-5 служит для включения и отключения системы, продувки ее сжатым воздухом от компрессора двигателя и суфлирования полости бака, наполненного водой, с наружным воздухом при отключенной системе.

Сигнализаторы давления СДУ5А-2,5, расположенные на шпангоутах воздухозаборников двигателей, предназначены для сигнализации работы системы. Лампы сигнализации и выключатели системы установлены на левой панели приборной доски (на самолетах до серии 13-05) или на средней панели приборной доски (с самолета серии 14-01).

При включении системы напряжение подается на электромеханизм МП-5, кран открывается (что соответствует втянутому положению штока электромеханизма), и сжатый воздух от 10-й ступени ком-

прессора двигателя поступает в воздушную полость водяного бака, вытесняя воду из бака через фильтр и обратный клапан в коллектор, а оттуда через восемь форсунок — на вход двигателя.



Фиг. 117 Электросхема системы впрыска воды:

3040 — автомат защиты сети АЗС 2, 3041, 3950 — выключатели ВГ-15К питания электросхемы впрыска воды в левый и правый двигатели; 3042, 3951 — реле ТКЕ52ПД 2-й серии подачи электропитания, установленные в левом ЦРУ; 3048, 3049 — электромеханизмы МП-5 кранов подачи воды в левый и правый двигатели; 3061, 3062 — лампы с арматурой СЛЦ-51 сигнализации работы системы впрыска; 3063, 3064 — сигнализаторы давления СДУ5А-2,5, установленные на шпангоутах воздухозаборников правого и левого двигателей

Электросхема системы впрыска воды приведена на фиг 17

Реле, управляющие работой электромеханизмов, установлены в левом ЦРУ

### ГЛАВА VI

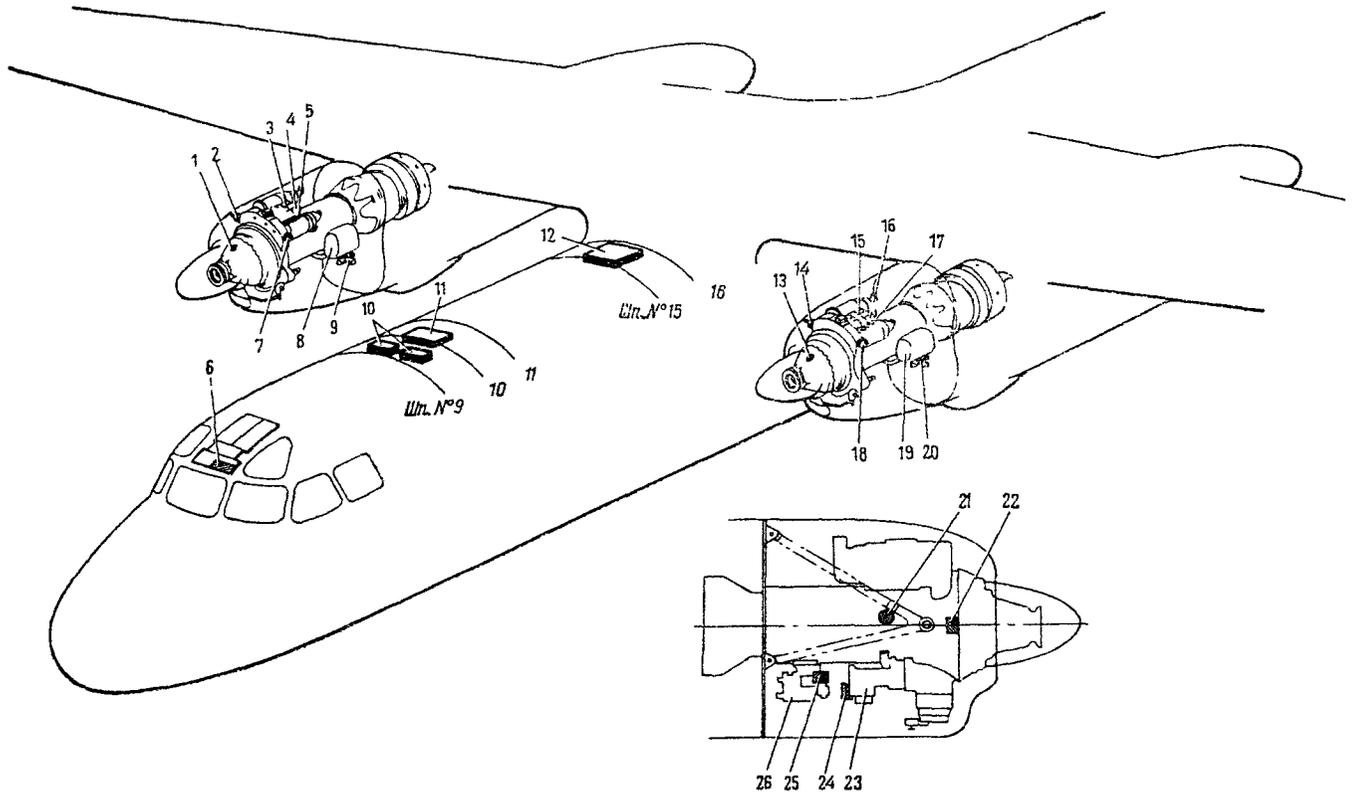
## ФЛЮГИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ВИНТА АВ-72 ДВИГАТЕЛЯ АИ-24

Кроме изменения шага в пределах рабочего диапазона, лопасти воздушного винта при помощи специальной аппаратуры могут быть установлены во флюгерное положение, при котором они создают наименьшее сопротивление воздушному потоку. Благодаря этому при отказе в воздухе одного из двигателей разворачивающий момент самолета уменьшается.

#### 15. АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

В систему флюгирования воздушного винта каждого двигателя входят:

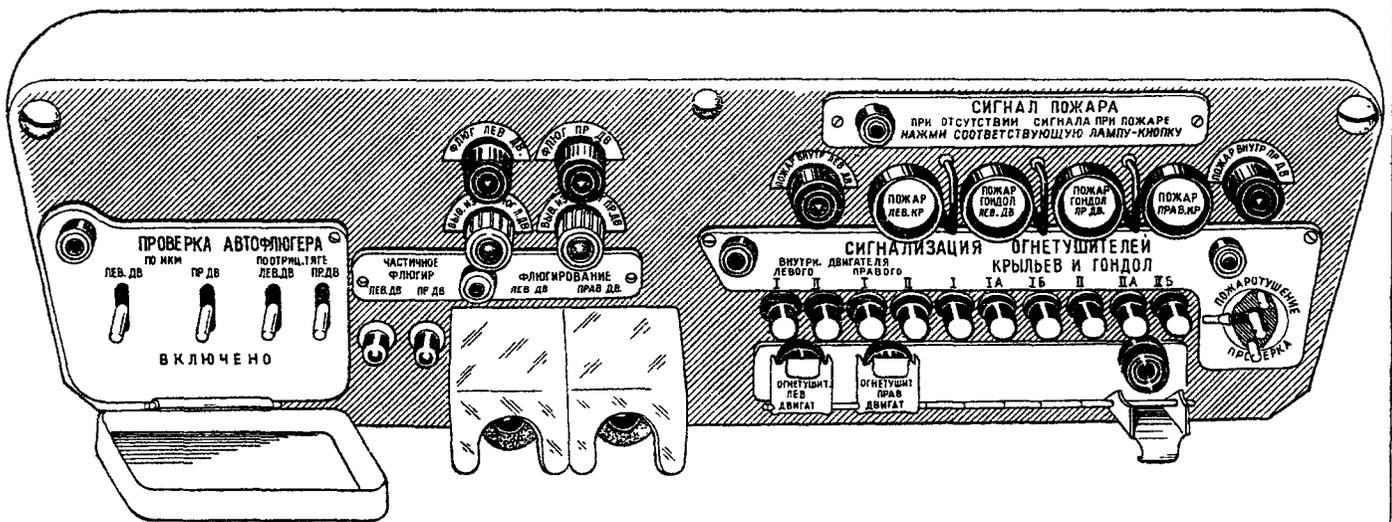
- кнопка флюгирования КФЛ-37;
- программный механизм ПМК-18 (на самолетах до серии 02-01 установлен программный механизм АВП-4);



Фиг. 118. Размещение электроагрегатов системы флюгирования:

1, 13 — электромагнитные клапаны проверки срабатывания датчиков флюгирования по отрицательной тяге, 2, 14 — сигнализаторы давления СДУ9-12,5 снятия винтов с упора; 3, 15 — электромагнитные клапаны вывода винта из флюгерного положения; 4, 16 — электромагнитные клапаны снятия винтов с упора; 5, 17 — датчики автоматического флюгирования по отрицательной тяге, 6 — щиток флюгирования, 7, 18 — сигнализаторы давления СДУ9А-20 вывода из флюгерного положения, 8, 19 — маслобаки, 9, 20 — электродвигатели ЭМ-45 флю-

гернасоса; 10 — программные механизмы ПМК-18; 11 — распределительная коробка флюгирования; 12 — левое ЦРУ; 21 — сигнализатор давления СДУ5-2,5 по отрицательной тяге; 22 — датчик автоматического флюгирования по крутящему моменту (ДАФ); 23, 26 — насос-датчик НД-24М и автомат дозировки топлива АДТ-24М; 24 — датчик флюгирования по предельным оборотам, 25 — электроконтактор блокировки цепи автоматического флюгирования



Фиг. 119. Электрощиток флюгирования и пожаротушения

— флюгерный маслосос с электродвигателем ЭМ-45;

— электромагнитные клапаны (проверки датчика флюгирования по отрицательной тяге, вывода винта из флюгерного положения ЭМТ-68М, снятия лопастей винта с упора промежуточного угла ЭМТ-68М);

— сигнализаторы (снятия лопастей винта с упора промежуточного угла СДУ9-12,5, вывода винта из флюгерного положения СДУ9А-20, отрицательной тяги СДУ5-2,5);

— датчики (флюгирования по отрицательной тяге, флюгирования по предельным оборотам, автоматического флюгирования по крутящему моменту, блокировки автоматического флюгирования по режимам работы двигателя);

— коммутационная, защитная и светосигнальная аппаратура.

Схема размещения агрегатов системы флюгирования на самолете изображена на фиг. 118.

Кнопки флюгирования КФЛ-37 вместе с остальной аппаратурой управления и сигнализации расположены на электрощитке флюгирования (рис. 119) на фонаре в кабине экипажа.

Программные механизмы ПМК-18 (или АВП-4) установлены на потолке между шпангоутами № 9—10 (см. фиг. 38).

Реле, входящие в электрическую схему флюгирования левого и правого двигателей, размещены в одной РК флюгирования, которая установлена на потолке между шпангоутами № 10—11. Силовые контакты включения флюгер-насосов расположены в левом ЦРУ.

Флюгерные маслососы, электромагнитные клапаны, сигнализаторы и датчики установлены на соответствующих двигателях (см. фиг. 118).

#### КНОПКА ФЛЮГИРОВАНИЯ КФЛ-37

Кнопка флюгирования КФЛ-37 предназначена для управления вводом и выводом из флюгерного положения лопастей воздушных винтов. КФЛ-37 представляет собой электромагнитную переключающую кнопку с встроенным электромагнитом и лампой СМ-37 с красным светофильтром.

##### Основные данные

|   |   |
|---|---|
| Напряжение (постоянного тока) питания электромагнита и лампы сигнализации . . . . . | 24—30 в   |
| Ток, потребляемый электромагнитом . . . . .   | не более 0,55 а   |
| Напряжение постоянного тока коммутируемых цепей . . . . .                           | 24—30 в   |
| Удерживающее напряжение при температуре +20° С в нагретом состоянии . . . . .       | не более 6 в  |
| Усилие пружин:  |   |
| в начале прямого и обратного ходов . . . . .  | не менее 0,5 кг   |
| в конце прямого и обратного ходов . . . . .   | не более 4 кг   |
| Нагрузка в цепи контактов . . . . .   | токи, потребляемые обмотками электромагнитов контактора КМ-400Д и реле типа ТКЕ |

Примечание. Величина нагрузки в цепи контактов не должна превышать 1 а.

|  |   |
|--|---|
| Режим работы . . . . .   | 1 мин работы при вводе во флюгер, 1 мин перерыва, 1 мин работы при выводе из флюгера, 1 мин перерыва; таких циклов при номинальном напряжении — три, после чего перерыв до полного охлаждения |
| Срок службы . . . . .  | по 2000 включений на ввод и вывод из флюгера  |
| Общее сопротивление соединительных проводов в линии управления должно быть . . . . . | не более 0,5 ом   |
| Вес . . . . .  | не более 0,3 кг   |

#### ПРОГРАММНЫЙ МЕХАНИЗМ

Программный механизм ПМК-18 предназначен для отработки программы ввода воздушного винта во флюгерное положение.

##### Основные данные

|   |   |
|---|---|
| Напряжение питания постоянным током . . . . .                     | 18—30 в   |
| Номинальный потребляемый ток (при напряжении 27 в) . . . . .      | не более 1,2 а  |
| Ток коммутации на контактах микровыключателей механизма . . . . . | не более 4 а при индуктивной нагрузке с $\tau \leq 0,015$ сек   |
| Продолжительность отработки программы . . . . .                   | 30±1,5 сек  |
| Длительность пускового импульса                                   | не менее 1,2 сек  |
| Время выдачи импульса по цепи «минуса» . . . . .                  | 12±0,4 сек  |
| Режим работы . . . . .  | повторно - кратковременный: шесть последовательных отработок программы с перерывом между каждой 10 сек; после шести отработок — полное охлаждение |
| Вес . . . . .   | не более 1,4 кг   |

Программный механизм состоит из программного устройства, реле и конденсаторов, смонтированных на литом основании. Основание закрывается крышкой, которая крепится винтами и пломбируется. Подсоединение к сети производится через штатный разъем.

Программное устройство представляет собой моторное реле времени, состоящее из электродвигателя постоянного тока с центробежным регулятором скорости вращения, редуктора, блока дисков с профильными кулачками и блока переключателей с рычагами. Рычаги обеспечивают включение и отключение переключателей в соответствии с профилем кулачков при их вращении.

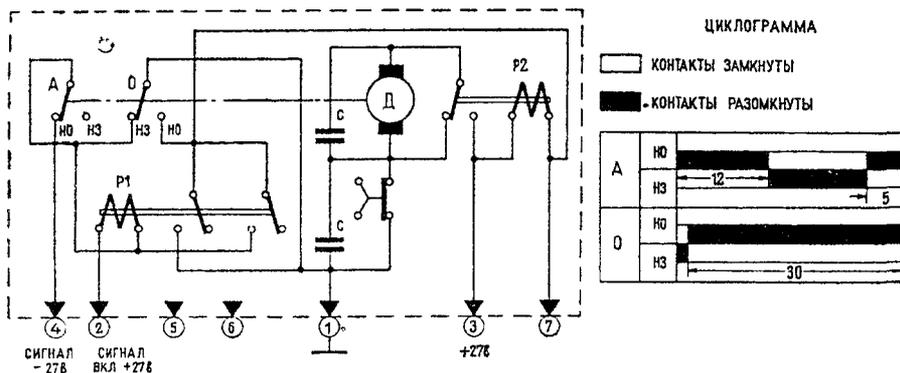
Электросхема программного механизма дана на фиг. 120.

При подаче сигнала на обмотку реле Р1 оно срабатывает. При этом сигнал «—27 в» через клемму 1 ШР, переключатели 0 и А и клемму 4 ШР подается на удерживающую обмотку кнопки флюгирования, работающую во взаимодействии с программным механизмом. Сигнал «+27 в» на обмотку кнопки при ее нажатии подается одновременно с

подачей напряжения на клемму 2 ШР. За счет этого кнопка флюгирования и реле P1 остаются во включенном состоянии.

При срабатывании реле P1 сигнал «—27 в» поступает на обмотку реле P2 (через замкнутые контакты реле P1 и переключатель 0). Реле P2, получая питание с клеммы 3 ШР, срабатывает и включает электродвигатель программного устройства, который начинает обрабатывать заданную программу.

Через 1 секунду переключатель 0 переключается в положение «НО». С этого момента работа программного механизма не зависит от положения кнопки флюгирования.



Фиг. 120. Электросхема и циклограмма работы программного механизма ПМК-18

Через 12 сек переключается переключатель А в положение «НЗ», снимая сигнал «—27 в» с клеммы 4 ШР, в результате чего прекращается питание удерживающей обмотки кнопки флюгирования. После отключения этой кнопки отключается и реле P1.

Программный механизм продолжает дорабатывать программу, так как обмотка реле P2 получает питание через клемму 3 ШР и «НО» контакты переключателя 0. Через 30 сек переключатель 0 переключается в положение «НЗ», обмотка реле P2 обесточивается, и с клеммы 7 ШР снимается напряжение. В результате программный механизм устанавливается в исходное положение.

В случае прекращения подачи напряжения в цепь пускового импульса (на клемму 2 ШР) после 1,2 сек ПМК-18 продолжает обработку программы, однако при повторной подаче напряжения в оставшееся до конца цикла время автоматического удержания кнопки флюгирования не произойдет.

В случае отключения питания программного механизма во время его работы после 1,2 сек и повторного подключения питания ПМК-18 дорабатывает цикл без выдачи сигнала на клемму 4 ШР.

Программный механизм должен устанавливаться в положение, обеспечивающее горизонтальное расположение оси электродвигателя, что отмечено на крышке коробки механизма специальным ярлыком. Разборка и регулировка программного механизма в процессе эксплуатации не допускается.

Программный механизм АВП-4 имеет назначение, устройство и принцип действия, аналогичные механизму ПМК-18, но отличается от ПМК-18 следующими техническими данными.

|  |                  |
|--|------------------|
| Номинальный потребляемый ток . . . . .           | не более 2,6 а   |
| Продолжительность отработки программы . . . . .  | 36,5 сек ± 5%    |
| Длительность пускового импульса . . . . .        | не менее 0,6 сек |
| Время выдачи импульса по цепи «минуса» . . . . . | 20 ± 1 сек       |
| Вес . . . . .                                    | не более 1,8 кг  |

### ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ ЭМ-45 ФЛЮГЕРНОГО МАСЛОНАСОСА

Электродвигатель ЭМ-45 флюгерного маслонасоса представляет собой четырехполюсную машину постоянного тока теплостойкого исполнения, смешанного возбуждения с питанием от однопровод-

ной сети с заземленным «минусом». Выполнение электродвигателя — закрытое.

Электродвигатель и спаренный с ним с помощью шпилек маслонасос образуют агрегат НФ2ТА-1 или НФ2ТА-2. Без нагрузки электродвигатель включать запрещается.

#### Основные данные

|   |  |
|---|--|
| Напряжение питания постоянным током . . . . .                         | 27 в ± 10%   |
| Номинальный момент на валу при напряжении 26 в . . . . .              | 50 кг·см   |
| Максимальный момент на валу при напряжении 26 в . . . . .             | 140 кг·см  |
| Направление вращения . . . . .  | левое (если смотреть со стороны привода)   |
| Скорость вращения при номинальном моменте и напряжении 26 в . . . . . | не менее 5000 об/мин   |
| Потребляемый ток:   |  |
| при моменте 50 кг·см . . . . .  | не более 170 а   |
| при моменте 110 кг·см . . . . .                                       | не более 270 а   |
| при моменте 140 кг·см . . . . .                                       | не более 350 а   |
| Режим работы . . . . .  | повторно - кратковременный, каждый цикл состоит из четырех включений: первое, второе и четвертое включения по 20 сек каждое; из них 10 сек с моментом на валу 50 кг·см и 10 сек с моментом 110 кг·см; третье включение длительностью 20 сек, из них 10 сек с моментом на валу 50 кг см и 10 сек с моментом 140 кг см. После двух |

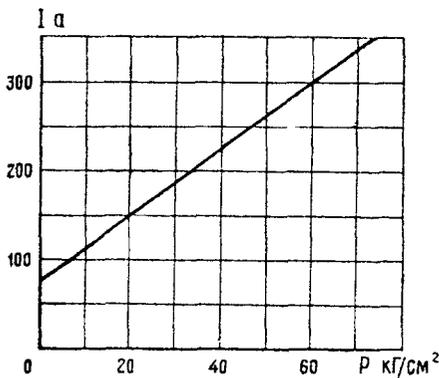
включений (первого и второго подряд) перерыв 5 мин. Третье и четвертое включения производятся подряд. После полного цикла — перерыв для охлаждения электродвигателя до температуры окружающей среды.

В наземных условиях допускается режим работы циклами. Каждый цикл состоит из четырех включений длительностью по 20 сек, из них 10 сек с моментом на валу 110 кг·см и 10 сек с моментом 140 кг·см. После двух включений (первого и второго подряд) перерыв 5 мин. После третьего и четвертого включений, производимых подряд, — перерыв для охлаждения до температуры окружающей среды

Вес . . . . . не более 9,2 кг

Примечание. Масса сухого агрегата НФ2ТА с электродвигателем не более 13 кг

В электродвигателе установлены щетки типа А-9 размером 10×20×20 мм; минимально допустимая высота щеток 16 мм.



Фиг. 121. График зависимости  $I=f(P)$  флюгерного маслососа НФ2ТА

График зависимости тока от давления, создаваемого насосом, показан на фиг. 121.

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КЛАПАН ЭМТ-68М

Электромагнитный клапан ЭМТ-68М предназначен для перепуска масла в системе регулятора воздушного винта. Золотник клапана перемещается броневым плунжерным электромагнитом дистанционного управления. При включении плунжер, жестко связанный со штоком, выдвигаясь из электромагнита, перемещает золотник и тем самым осуществляет перепуск масла в нужном направлении.

#### Основные данные

Напряжение питания постоянным током . . . . . 27 в

Потребляемый ток . . . . . не более 2,2 а  
Ход штока электромагнита . . . . .  $3 \pm 0,1$  мм  
Тяговое усилие в начале хода . . . . . не менее 5,5 кг  
Режим работы . . . . . длительный  
Диапазон рабочих напряжений . . . . . 18,5—30 в  
Вес . . . . . не более 0,9 кг

### СИГНАЛИЗАТОРЫ СДУ

Унифицированные сигнализаторы давления СДУ предназначены для замыкания и размыкания электрических цепей при достижении заданных давлений.

Сигнализаторы с буквой «А» в своем обозначении имеют нормально-разомкнутые контакты, замыкающиеся при достижении заданных давлений; сигнализаторы без буквы «А» имеют нормально-замкнутые контакты, размыкающиеся при достижении заданных давлений.

Первые цифры в наименовании сигнализаторов означают номер ряда по классификации СДУ, вторые цифры — точки срабатывания сигнализаторов. Таким образом, сигнализатор СДУ9-12,5 имеет нормально-замкнутые контакты с точкой срабатывания 12,5 кг/см<sup>2</sup> и т. д.

Принцип действия сигнализаторов основан на функциональной зависимости между изменяющимся давлением в системе и упругими деформациями чувствительного элемента сигнализаторов, которым является гофрированная мембранная коробка. Сигнализаторы могут работать в системах с агрессивными средами. Основные данные применяемых сигнализаторов приведены в табл. 16.

Таблица 16

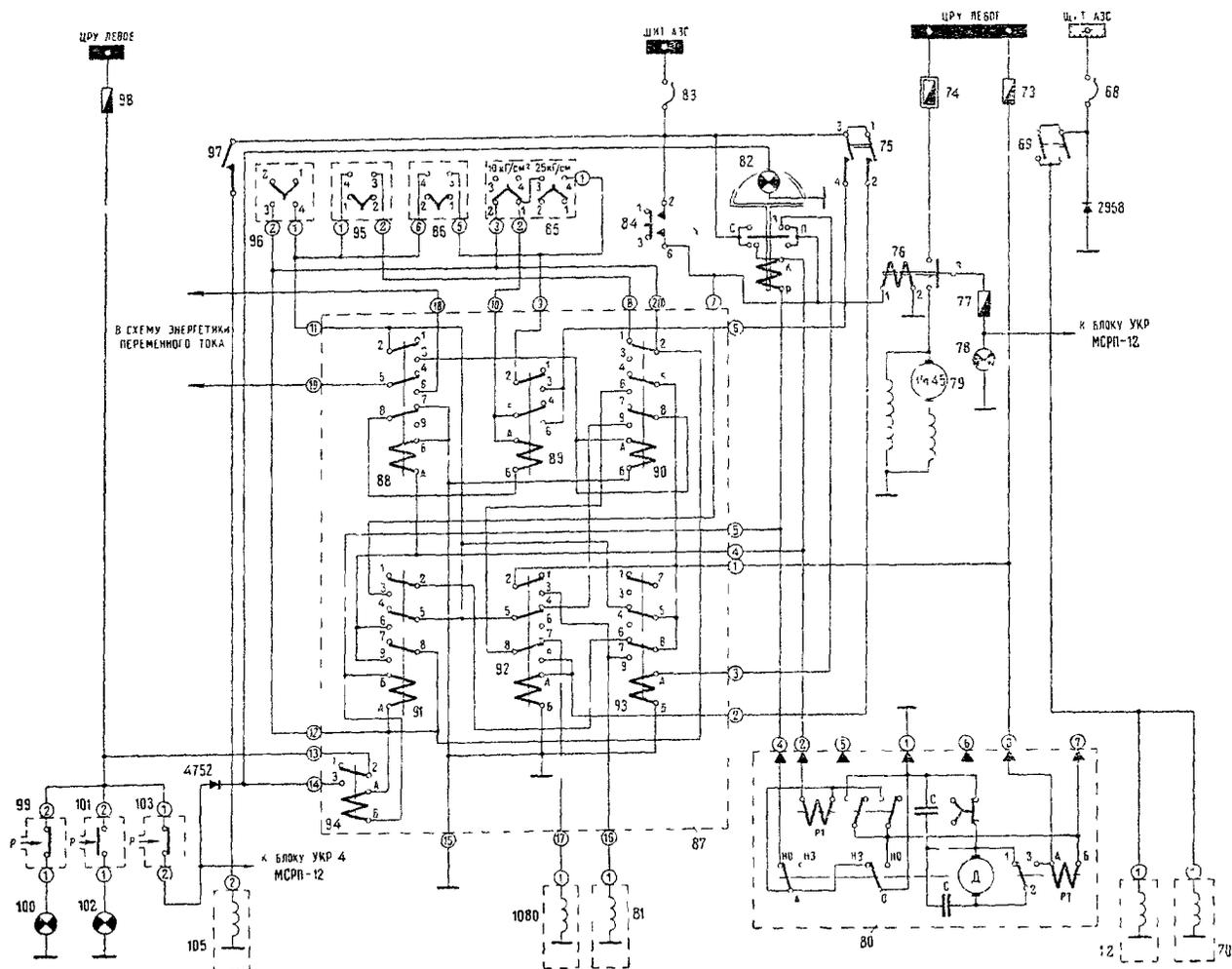
| Тип сигнализатора | Исходное состояние контактов | Точка срабатывания кг/см <sup>2</sup> | Величина перегрузочного давления кг/см <sup>2</sup> | Максимальное рабочее давление кг/см <sup>2</sup> | Погрешность срабатывания % | Масса кг |
|-------------------|------------------------------|---------------------------------------|---|--|----------------------------|----------|
| СДУ9А-20          | Нормально-разомкнуты         | 20                                    | 90  | 50   | 1                          | 0,4      |
| СДУ9-12,5         | Нормально-замкнуты           | 12,5                                  | 90  | 50   | 0,63                       | 0,4      |
| СДУ5-2,5          | Нормально-замкнуты           | 2,5                                   | 16,8  | 5,6  | 0,125                      | 0,4      |

### 16. ЭЛЕКТРОСХЕМА СИСТЕМЫ ФЛЮГИРОВАНИЯ

Работа электросистемы описана применительно к флюгированию воздушного винта одного двигателя. Винт второго двигателя флюгируется аналогично. Схема флюгирования винта левого двигателя приведена на фиг. 122.

Система флюгирования воздушного винта обеспечивает:

а) автоматический ввод лопастей винта во флюгер по команде от датчика в системе измерителя крутящего момента на режимах 0,7 номинальной мощности и выше, включая взлетный режим;



Фиг. 122. Принципиальная электросхема флюгирования:

68, 69 — автомат защиты сети АЗР-6 и выключатель 2ВГ-15К снятия винтов с упора; 70, 72 — электромагнитные клапаны ЭМТ-68М снятия винтов с упора; 73, 74 — предохранители СП-15 и ИП 150; 75 — выключатель 2ВНГ-15К проверки автофлюгирования по крутящему моменту; 76 — контактор КМ-200Д включения насоса флюгирования; 77, 98 — предохранители СП-1, 78 — лампа с арматурой СЛЦН сигнализации флюгирования; 79 — электродвигатель ЭМ-45 насоса флюгирования; 80 — программный механизм ПМК-18; 81 — электромагнитный клапан ЭМТ-68М вывода из флюгирования; 82 — кнопка КФЛ-37 ручного флюгирования; 83 — автомат защиты сети АЗР-6; 84 — кнопка ГР3604004СП частичного флюгирования; 85, 86 — датчик и блокировка автоматического флюгирования; 87 — расцепительная коробка; 88, 91 — реле ТКЕ53ПД 2-й серии ввода во флюгерное положение; 89 — реле

ТКЕ52ПД 2-й серии готовности флюгирования; 90 — реле ТКЕ53ПД 2-й серии останова двигателя; 92 — реле ТКЕ53ПД 2-й серии проверки флюгирования; 93 — реле ТКЕ53ПД 2-й серии вывода из флюгерного положения; 94 — реле ТКЕ2ПД сигнализации отказа двигателя; 95 — датчик флюгирования по отрицательной тяге; 96 — датчик флюгирования по предельным оборотам; 97, 105 — выключатель ВНГ-15К и электромагнитный клапан проверки системы автофлюгирования по отрицательной тяге; 99, 100 — сигнализатор СДУ9-12,5 и сигнальная лампа с арматурой СЛЦН снятия винта с упора; 101, 102 — сигнализатор СДУ9А-20 и сигнальная лампа с арматурой СЛЦН вывода из флюгирования; 103 — сигнализатор СДУ5-2,5 по отрицательной тяге; 1080 — электромагнит автомата дозировки топлива (АДТ); 2958, 4752 — диоды Д242 и Д237А

б) автоматический ввод лопастей винта во флюгер по команде от датчика отрицательной тяги на валу винта при ее значении, большем величины, на которую настроен датчик, на всех режимах от  $\alpha_{\text{вала}}$  не менее  $26^\circ$ ;

в) автоматический ввод лопастей винта во флюгер по команде от датчика предельно допустимых оборотов при достижении турбиной двигателя  $17200^{+200}$  об/мин;

г) принудительный ввод лопастей винта во флюгер под действием давления масла от флюгерного маслонасоса после нажатия на кнопку флюгирования;

д) вывод лопастей винта из флюгерного положения;

е) проверку системы автоматического флюгирования от датчика в системе измерителя крутящего момента;

ж) проверку системы автоматического флюгирования от датчика отрицательной тяги на валу винта;

з) частичное флюгирование на работающем или остановленном двигателе;

и) снятие лопастей винта с упора промежуточного угла.

Рассмотрим каждую систему обеспечения отдельно.

а) Автоматический ввод лопастей воздушного винта во флюгерное положение от датчика 85 автоматического флюгирования в системе измерителя крутящего момента произойдет при отказе двигателя, работавшего перед этим на режимах не ниже 0,7 номинального, за счет падения давления масла в ИКМ ниже  $10 \text{ кг/см}^2$ .

При выходе двигателя на режим 0,7 номинальной мощности и выше происходит замыкание контактов выключателя 86 автомата дозировки топлива АДТ цепи блокировки автоматического флюгирования.

В результате этого к датчику 85 автоматического флюгирования (ДАФ) поступает электропитание по цепи: ЦРУ левое, предохранитель 73, клемма 1 ШР РК флюгирования, нормально-замкнутые контакты 4—5 реле 93 вывода из флюгера, клемма 11 ШР РК флюгирования, замкнувшиеся контакты 4—3 выключателя 86, клемма 1 ШР ДАФ. При выходе двигателя на этот режим вначале срабатывает выключатель ДАФ, настроенный на давление в ИКМ двигателя, равное  $10 \text{ кг/см}^2$ , предупреждая выход электрического сигнала на клемму 3 ШР ДАФ. Затем происходит замыкание контактов ДАФ, настроенных на  $25 \text{ кг/см}^2$ , обеспечивая включение реле 89 готовности флюгирования.

При падении давления в ИКМ первыми возвращаются в исходное положение контакты ДАФ, настроенные на давление  $25 \text{ кг/см}^2$ . Но так как реле 89, подпитываясь через свои обе пары замкнувшихся контактов, остается включенным (при установке сектора газа на 0,7 номинала и выше и при замкнутых контактах выключателя 86), то напряжение с клеммы 2 ШР ДАФ не снимается.

При дальнейшем снижении давления в ИКМ и достижении давления  $10 \text{ кг/см}^2$  возвращаются в исходное состояние контакты ДАФ, настроенные на эту величину. Напряжение с клеммы 3 ШР ДАФ че-

рез клемму 12 ШР РК флюгирования поступает на обмотку реле 91 ввода во флюгер; второй конец обмотки этого реле через клемму 5 ШР РК флюгирования, клемму 4 ШР ПМК-18, нормально-замкнутые контакты переключателей А и 0 и клемму 1 ШР программного механизма 80 (ПМК-18) подключен к корпусу.

В результате происходит срабатывание реле 91, после чего:

— запускается механизм ПМК-18 (на клемму 2 его ШР подается напряжение через клемму 4 ШР РК флюгирования и замкнувшиеся контакты реле 91);

— срабатывает контактор 76 флюгерного маслонасоса (напряжение на его обмотку поступает с клеммы 7 ШР РК флюгирования через замкнувшиеся контакты реле 91, нормально-замкнутые контакты реле 93 вывода из флюгера, клемму 1 ШР РК флюгирования), замыкающий цепь электродвигателя 79 насоса и подающий питание на лампу 78 сигнализации работы насоса;

— срабатывает второе реле 88 ввода во флюгер.

В результате срабатывания реле 88 разрывается цепь подключения к корпусу обмотки реле 89 готовности системы автоматического флюгирования и последнее отключается, а также замыкаются клеммы 18 и 19 ШР РК флюгирования, обеспечивая переключение генераторов переменного тока (см. раздел «Схема энергетики переменного тока»), и замыкается цепь обмотки реле 90 останова двигателя. Сработав, реле 90 подает питание на электромагнит 1080 АДТ прекращения подачи топлива в двигатель по цепи: предохранитель 73, клемма 1 ШР РК флюгирования, замкнувшиеся контакты реле 90, нормально-замкнутые контакты реле 92 проверки системы флюгирования, клемма 17 ШР РК флюгирования.

Вместе с реле 91 срабатывает реле 94, в результате чего загорается лампа сигнализации отказа двигателя, встроенная в кнопку флюгирования 82. В результате работы маслонасоса лопасти винта перемещаются во флюгерное положение.

По истечении 12 сек программный механизм 80 разорвет «минусовую» цепь реле 91 и 94. За счет отключения реле 91 прекращается работа флюгерного насоса (отключается контактор 76), гаснет лампа сигнализации 78, отключается реле 88. При отключении реле 94 гаснет лампа сигнализации отказа двигателя.

Реле 90 и электромагнит 1080 прекращения подачи топлива остаются включенными за счет самоподпитки реле 90 по цепи: предохранитель 73, клемма 1 ШР РК флюгирования, нормально-замкнутые контакты реле 93 и 92 и замкнувшиеся контакты реле 90. Для отключения электромагнита 1080 необходимо кратковременно вытянуть кнопку флюгирования 82. При этом за счет замыкания подвижного контакта и контакта 3 кнопки кратковременно включится реле 93 вывода из флюгера, разорвав цепь самоподпитки реле 90.

б) Автоматический ввод лопастей воздушного винта во флюгерное положение от датчика автоматического флюгирования по отрицательной тяге на валу винта произойдет, если на режимах  $\alpha_{\text{вала}}$  не

менее  $26^\circ$  возникает отрицательная тяга выше величины, на которую настроен датчик

Датчик автоматического флюгирования по отрицательной тяге (механический) расположен в редукторе. При наличии такой тяги вал воздушного винта стремится переместиться в сторону, противоположную направлению полета (к компрессору двигателя), и при определенном значении тяги за счет перемещения вала и перетекания масла в канале регулятора срабатывает датчик 95 (электрический), находящийся на регуляторе оборотов. Тогда на обмотки реле 91 и 94 напряжение подается через предохранитель 73, клемму 1 ШР РК флюгирования, нормально-замкнутые контакты реле 93, клемму 11 ШР РК флюгирования, замкнувшиеся контакты датчика 95, клемму 8 ШР РК флюгирования и нормально-замкнутые контакты реле 90. Дальнейшая работа электросистемы аналогична описанной в п «а», начиная со срабатывания реле 91 и 94.

Разрыв сигнала от датчика 95 контактами реле 90 устраняет многократные срабатывания системы флюгирования за счет того, что контакты датчика 95 продолжают замыкать цепь и после ввода винта во флюгерное положение.

В результате падения давления масла ниже  $2,5 \text{ кг/см}^2$  в командном канале сигнализатора 103, происходящего при появлении отрицательной тяги, контакты этого сигнализатора замыкаются, вследствие чего загорается лампа сигнализации отказа двигателя, встроенная в кнопку флюгирования 82.

в) Автоматический ввод лопастей винта во флюгерное положение по команде от датчика предельно допустимых оборотов произойдет при достижении ротором двигателя  $17200\text{--}200 \text{ об/мин}$ . При достижении указанных оборотов произойдет замыкание контактов датчика 96. Дальнейшая работа электросистемы аналогична описанной в п «а», начиная со срабатывания реле 91 и 94.

г) Принудительный ввод лопастей винта во флюгерное положение осуществляется нажатием на кнопку флюгирования 82. При нажатии на кнопку ее обмотка КР получает питание, минусовая цепь которого замыкается через переключатели А и 0 программного механизма 80. Притянувшийся якорь электромагнита удерживает кнопку во включенном положении и после прекращения нажатия.

При включенной кнопке 82 питание с клеммы К поступает на программный механизм 80, который начинает обрабатывать свою программу, а с клеммы П — на обмотку контактора 76, после срабатывания которого начинает работать электродвигатель 79 флюгер-насоса и загорается лампа сигнализации 78 работы насоса.

За счет подачи напряжения с клеммы К через клемму 4 ШР РК флюгирования на обмотку реле 88 это реле срабатывает, генератор переменного тока левого двигателя отключается и включается реле 90. Реле 90, как и при работе, описанной в п «а», обеспечивает прекращение подачи топлива благодаря выдаче напряжения на клапан 1080.

Через 12 сек (ввод лопастей винта во флюгер происходит практически за 4—6 сек) программный механизм разрывает «минусовую» цепь (с клеммы 4 ШР) кнопки флюгирования, после чего кнопка воз-

вращается в исходное положение, электродвигатель флюгер-насоса обесточивается, реле 88 отключается и гаснет лампа сигнализации 78. Реле 90, как и в п «а», остается в сработавшем состоянии, удерживая во включенном положении клапан 1080. Остановка двигателя до момента срабатывания реле 93, которое происходит при выводе винта из флюгерного положения.

д) Вывод лопастей воздушного винта из флюгерного положения осуществляется путем вытягивания кнопки флюгирования и удерживания ее в этом положении до перехода лопастей в положение  $\varphi_0$  (на земле) или до раскрутки винта за счет авторотации до оборотов, достаточных для запуска двигателя в полете. Кнопка флюгирования не должна удерживаться в вытянутом положении более 25 сек.

При вытягивании кнопки флюгирования включается флюгер-насос, загорается лампа сигнализации 78, срабатывает реле 93 вывода из флюгерного положения. Сработав, реле 93 включает электроклапан 81 вывода из флюгерного положения и разрывает цепь удерживания реле 90 остановки двигателя во включенном состоянии. Благодаря работе флюгер-насоса лопасти винта при срабатывании электроклапана 81 выводятся из флюгерного положения.

При возвращении кнопки флюгирования в исходное положение, когда прекратится работа флюгер-насоса 79, гаснет лампа сигнализации 78, отключаются реле 93 и электромагнитный клапан 81.

После вывода винта из флюгерного положения срабатывает сигнализатор 101 и загорается лампа сигнализации 102 вывода из флюгерного положения.

е) Проверка системы автоматического флюгирования от датчика в системе измерителя крутящего момента осуществляется на земле путем включения выключателя 75 проверки автофлюгера на режиме работы двигателя не ниже 0,7 номинального и последующего перевода рычага управления двигателем в положение  $\alpha_{\text{вала}} = 0^\circ$ .

При переводе двигателя на режим не менее 0,7 номинального замыкаются контакты выключателя 86 цепи болкировки автоматического флюгирования в АДТ, срабатывают оба контакта датчика 85 автоматического флюгирования по крутящему моменту, настроенные на давление 10 и  $25 \text{ кг/см}^2$ , и включается реле 89 по цепи: предохранитель 73, клемма 1 ШР РК флюгирования, нормально-замкнутые контакты реле 93, клемма 11 ШР РК флюгирования, замкнувшиеся контакты выключателей 86 и 85, клемма 10 ШР РК флюгирования, обмотка реле 89, нормально-замкнутые контакты реле 88, клемма 15 ШР РК флюгирования, корпус.

С включением выключателя 75 через его контакты, клемму 6 ШР РК флюгирования питание на самоподпитку реле 89 подается независимо от положения рычага управления двигателем. Одновременно с этим срабатывает реле 92 проверки автофлюгера, которое разрывает цепь питания электромагнита 1080 АДТ остановки двигателя и включает электромагнит 81 вывода из флюгера.

При переводе рычага управления двигателем на режим  $\alpha_{\text{вала}} = 0^\circ$  давление масла в ИКМ двигателя падает ниже  $10 \text{ кг/см}^2$ , в результате чего последовательно возвращаются в исходные положения вы-

ключатели датчика 85 автоматического флюгирования.

Дальнейшая работа электросистемы аналогична работе при флюгировании лопастей от ДАФ (п. «а»), только с тем отличием, что благодаря срабатыванию реле 92 не прекращается подача топлива; а так как включен электромагнит 81 вывода из флюгерного положения, то лопасти винта не вводятся во флюгер, а перемещаются до упора  $\Phi_0$ .

Через 12 сек программный механизм разрывает цепь питания, замыкающуюся через клемму 4 его ШР, благодаря чему отключается флюгер насос, гаснут лампы сигнализации 78 и в кнопке флюгирования 82, а реле 88, 90 и 94 возвращаются в исходные положения.

При окончании проверки, о чем можно судить по погасшей лампе сигнализации в кнопке флюгирования, выключается выключатель 75, после чего реле 92 также возвратится в исходное положение.

ж) Проверка системы автоматического флюгирования от датчика по отрицательной тяге на валу винта осуществляется путем включения электромагнитного клапана 105 с помощью выключателя 97.

Для проверки датчика на режиме  $\alpha_{\text{вала}} = 0^\circ$  включается выключатель 97. При этом срабатывает электромагнитный клапан 105, падает давление масла в командном канале, замыкаются контакты сигнализатора 103 отрицательной тяги и загорается лампа сигнализации в кнопке флюгирования. Падение давления масла в командном канале является результатом нормального функционирования проверяемых гидромеханических узлов и служит командой на ввод лопастей винта во флюгерное положение. Однако флюгирования не произойдет, так как рычаг управления двигателем установлен на угол  $\alpha_{\text{вала}}$ , меньший  $26^\circ$ .

Для проверки системы автоматического флюгирования двигатель переводится на режим работы выше значения  $\alpha_{\text{вала}} = 26^\circ$  и включается выключатель 97 проверки системы автофлюгера по отрицательной тяге. В результате происходит автоматический ввод лопастей винта во флюгерное положение и загорается лампа сигнализации в кнопке флюгирования. Работа электросистемы флюгирования при этой проверке не отличается от описанной в п. «б».

з) Проверка работы флюгерной системы частичным флюгированием на работающем или остановленном двигателе осуществляется нажатием на кнопку 84 частичного флюгирования. При этом включается флюгер-насос и загорается лампа сигнализации 78. Происходящее в результате этого затяжеление лопастей винта приведет к понижению их оборотов.

При падении равновесных оборотов на 200—300 об/мин кнопку частичного флюгирования отпускают, после чего отключается флюгер-насос, гаснет лампа сигнализации, прекращается затяжеление лопастей винта и центробежный механизм регулятора оборотов увеличит их до заданных.

и) Снятие лопастей винта с упора промежуточного угла производится одновременно с включением электромагнитных клапанов 72 и 70 обеих двигателей выключателем 69. Диод 2958 устраняет возможность подгара контактов этого выключателя. При снятии винта с упора промежуточного угла срабатывает сигнализатор 99 и загорается лампа сигнализации 100.

Кроме описанного в пп. «а — и», в схеме флюгирования предусмотрена возможность записи сигналов системы флюгирования (сигнал работы флюгер-насоса и сигнал отрицательной тяги) на магнитный самописец МСРП-12. Диод 4752 устраняет запись ложных сигналов на самописце при замыкании реле 94.

## ГЛАВА VII

# ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА

### 17. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Топливная система служит для питания двигателей и газотурбинной установки топливом на всех режимах их работы. Топливная система (фиг. 123) состоит из двух аналогичных по устройству и расположению систем, питающих соответственно левый и правый двигатели. Левый двигатель питается топливом из баков левой половины крыла, а правый двигатель — из баков правой половины крыла. Двигатель турбогенератора питается топливом из баков правого полукрыла.

Топливные емкости каждой половины крыла образуют две группы баков. Первая группа баков состоит из бака-отсека (кессона), расположенного в

средней части крыла; вторая группа — из двух мягких центральных баков.

Электрооборудование топливной системы обеспечивает:

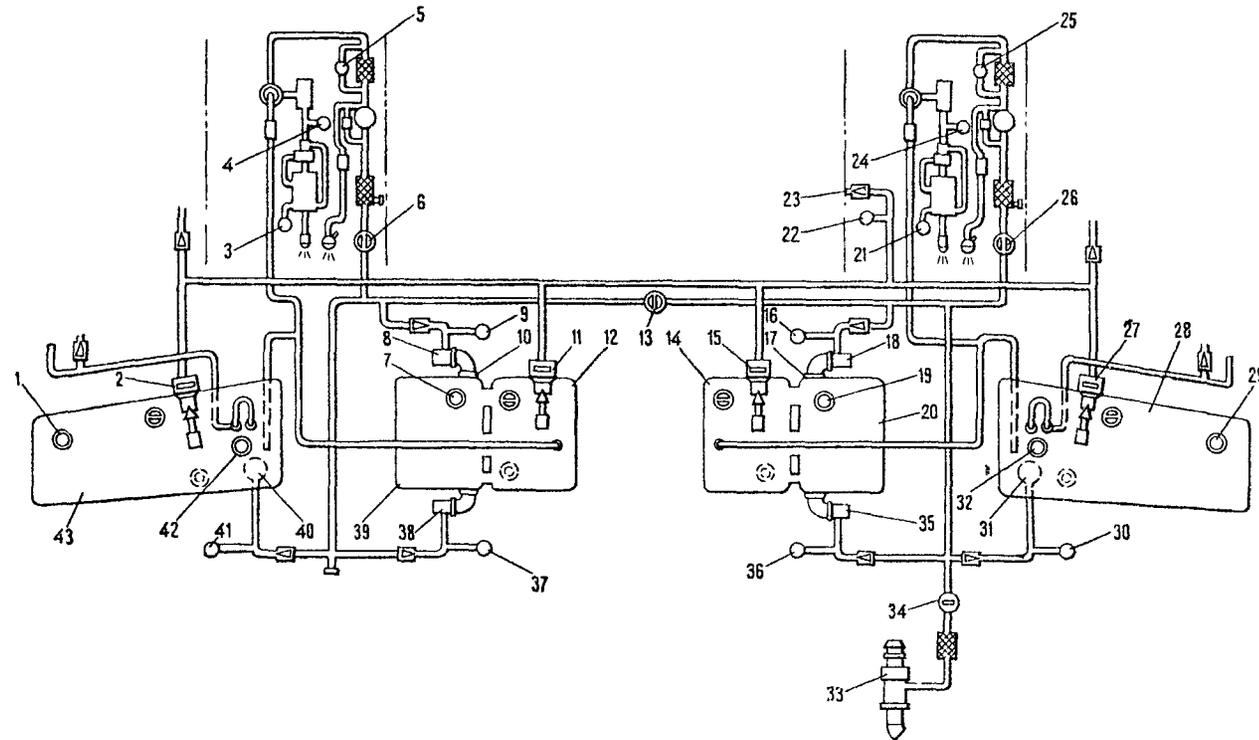
— выработку топлива из баков с автоматическим и ручным управлением расхода;

— измерение количества топлива как в баках каждой группы, так и суммарного его количества отдельно для обоих полукрыльев;

— сигнализацию остатка топлива (580 кг);

— управление централизованной заправкой баков топливом.

Для выполнения указанных задач на самолетах с серии 20-06 используется система программного управления и измерения топлива СПУТ1-5А, а на



Фиг. 123. Принципиальная схема топливной системы:

1, 7, 19, 29, 32, 42 — датчики ДТ-2 топливомера СПУТ1-5А; 2, 11, 15, 27 — электромеханизмы МЗК-3 заправочных кранов; 3, 21 — датчики ИДТ-100 манометров; 4, 24 — сигнализаторы СДУ5А-1,8 давления топлива перед двигателями; 5, 25 — дифференциальные сигнализаторы СгДФР-1Т засорения фильтров; 6, 26 — перекрывающие краны с электромеханизмами МЗК-2; 8, 18, 35, 38 — подкачивающие насосы изд. 463 вторых групп с электродвигателями МВ-280; 9, 16, 36, 37 — сигнализаторы СДУ2А 0,18 (СДУ3А-0,35) давления за подкачивающими насосами вторых групп; 10, 17 — датчики-компенсаторы ДК2-3 топливомера СПУТ1-5А, 12, 14 — мягкие

топливные баки № 1 вторых групп; 13 — кран кольцевания с электромеханизмом МЗК 2; 20, 39 — мягкие топливные баки № 2 вторых групп; 22 — сигнализатор СД24А-3,5 критического давления при заправке; 23 — заправочный штуцер; 28, 43 — баки-отсеки первых групп (баки № 3); 30, 41 — сигнализаторы СДУ3А-0,35 давления за подкачивающими насосами первых групп; 31, 40 — подкачивающие насосы ЭЦН-14 первых групп с электродвигателями МГП-180И; 33 — турбогенератор ТГ-16; 34 — перекрывающий кран с электромагнитом ЭВ-37А газотурбинной установки

самолетах до серии 20-06 с этой же целью установлен электроемкостный топливомер СЭТС-370А.

Кроме того, электрооборудование топливной системы обеспечивает:

— сигнализацию давления топлива при выработке и заправке;

— управление топливopодкачивающими насосами, перекрывающимися (пожарными) кранами и краном кольцевания.

## 18. АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

Состав и размещение агрегатов оборудования топливной системы приведены в табл. 17 и показаны на фиг. 124.

Таблица 17

| Наименование и тип блока, агрегата, системы  | Количество на самолете | Место установки  |
|--|------------------------|--|
| Система программного управления и измерения топлива СПУТ-5А, включающая:           | 1                      |  |
| — электроемкостные датчики ДТ2   | 6                      | По два в каждом баке-отсеке (бак № 3) и по одному — в мягких баках (бак № 2)         |
| — датчики-компенсаторы ДК2-3   | 2                      | По одному в мягких баках № 2 (на угольниках крепления насосов изд. 463 вторых групп) |
| — блок управления БУ10А-4  | 1                      | В переднем правом электроотсеке (см. фиг. 34)  |
| — блоки измерения БИ2-5  | 2                      | В кабине экипажа, на правом борту между шпангоутами № 5—6 (фиг. 125)                 |
| — показывающий прибор 2ППТ1-4  | 1                      | На средней панели приборной доски (фиг. 126)   |
| — галетный переключатель ПГ4-2   | 1                      |  |
| — блок конденсатора БК1-1  | 1                      |  |
| — дистанционные переключатели ПД1-2  | 2                      | Под столом радиста у шпангоута № 7 (фиг. 127)  |
| Подкачивающие насосы ЭЦН-14 первых (расходных) групп с электродвигателями МГП-180И | 2                      | По одному на полукрыло внутри каждого бака первых групп                              |
| Подкачивающие насосы изд. 463 вторых расходных групп с электродвигателями МВ-280   | 4                      | По два на полукрыло, на переднем и заднем лонжеронах у мягких баков № 2              |
| Фильтры радиопомех 24-7207-693   | 4                      | По два на полукрыло, рядом с каждым из подкачивающих насосов изд. 463                |
| Перекрывающиеся (пожарные) краны с электромеханизмами МЗК-2                        | 2                      | По одному на каждом двигателе  |
| Кран кольцевания топливных систем с электромеханизмом МЗК-2                        | 1                      | На переднем лонжероне центроплана, справа от нервюры № 1                             |

Продолжение

| Наименование и тип блока, агрегата, системы                                      | Количество на самолете | Место установки  |
|--|------------------------|--|
| Перекрывающийся (пожарный) кран газотурбинной установки с электромагнитом ЭВ-37А | 1                      | На заднем силовом шпангоуте в отсеке турбогенератора (см. фиг. 96)               |
| Краны системы централизованной заправки с электромеханизмами МЗК-3               | 4                      | На переднем лонжероне, на стенках мягких баков № 1 и баков-отсеков               |
| Сигнализаторы давления за подкачивающими насосами                                | 2                      | За подкачивающими насосами ЭЦН-14 (перед обратными клапанами)                    |
| — СДУЗА-0,35 для первых групп  | 2                      |  |
| — СДУЗА-0,18 для вторых групп (с самолета серии 28-01 заменяется на СДУЗА-0,35)  | 4                      | За подкачивающими насосами изд. 463 (перед обратными клапанами)                  |
| Сигнализаторы давления топлива перед двигателями СДУ5А-1,8                       | 2                      | На нижних подкосах рам крепления двигателей                                      |
| Сигнализаторы засорения фильтров СгДФ-1Т   | 2                      | На нижних подкосах рам крепления двигателей                                      |
| Сигнализатор критического давления топлива при заправке СД24А-3,5                | 1                      | В отсеке шасси gondoly правого двигателя *                                       |
| Топливный щиток с органами управления и сигнализацией                            | 1                      | На средней панели приборной доски (см. фиг. 126)                                 |
| Щиток централизованной заправки  | 1                      | В отсеке шасси gondoly правого двигателя * рядом со штуцером заправки (фиг. 128) |
| Распределительная коробка топливных насосов                                      | 1                      | На потолке в пассажирской кабине, между шпангоутами № 21—22 (см. фиг. 70)        |

\* С самолета серии 43-00 щиток централизованной заправки, сигнализатор СД24А-3,5 и штуцер заправки перенесены в отсек шасси gondoly левого двигателя.

### СИСТЕМА ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ ТОПЛИВА СПУТ1-5А

Система программного управления и измерения топлива СПУТ1-5А (цифра «1» — номер конструктивного варианта, цифра «5» — номер тарировки) предназначена для:

— измерения суммарного запаса топлива на каждый двигатель;

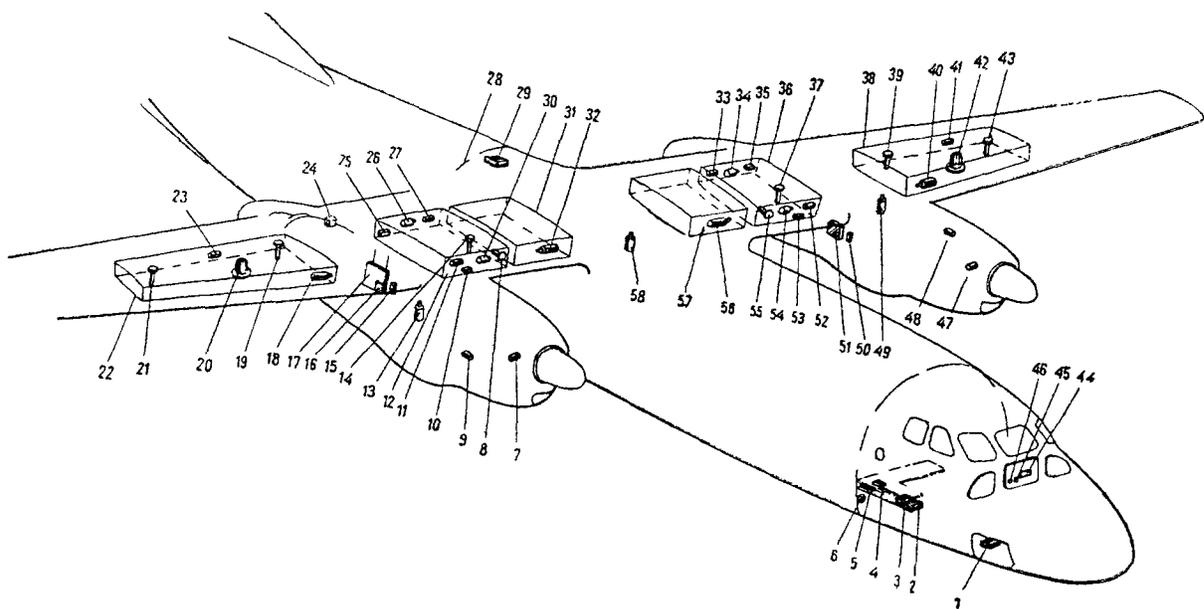
— измерения запаса топлива в каждой группе баков;

— автоматического управления порядком расхода топлива;

— сигнализации остатка топлива (580 кг), соответствующего аэронавигационному запасу;

— управления централизованной заправкой топливом под давлением.

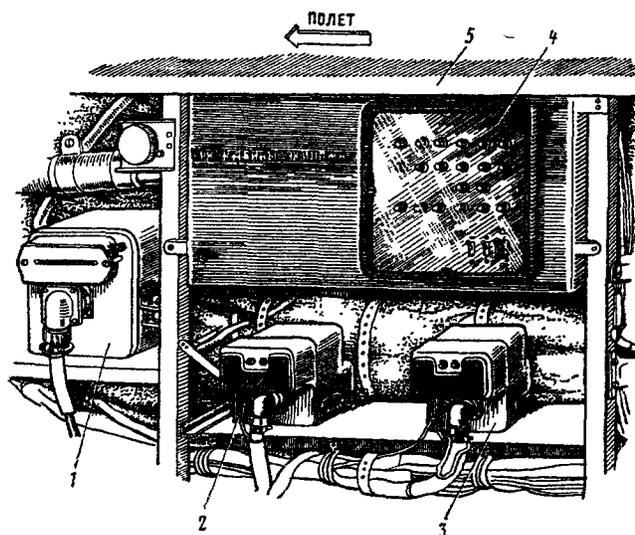
Все измерения производятся системой при положении самолета в линии горизонтального полета.



Фиг. 124. Размещение электроагрегатов топливной системы:

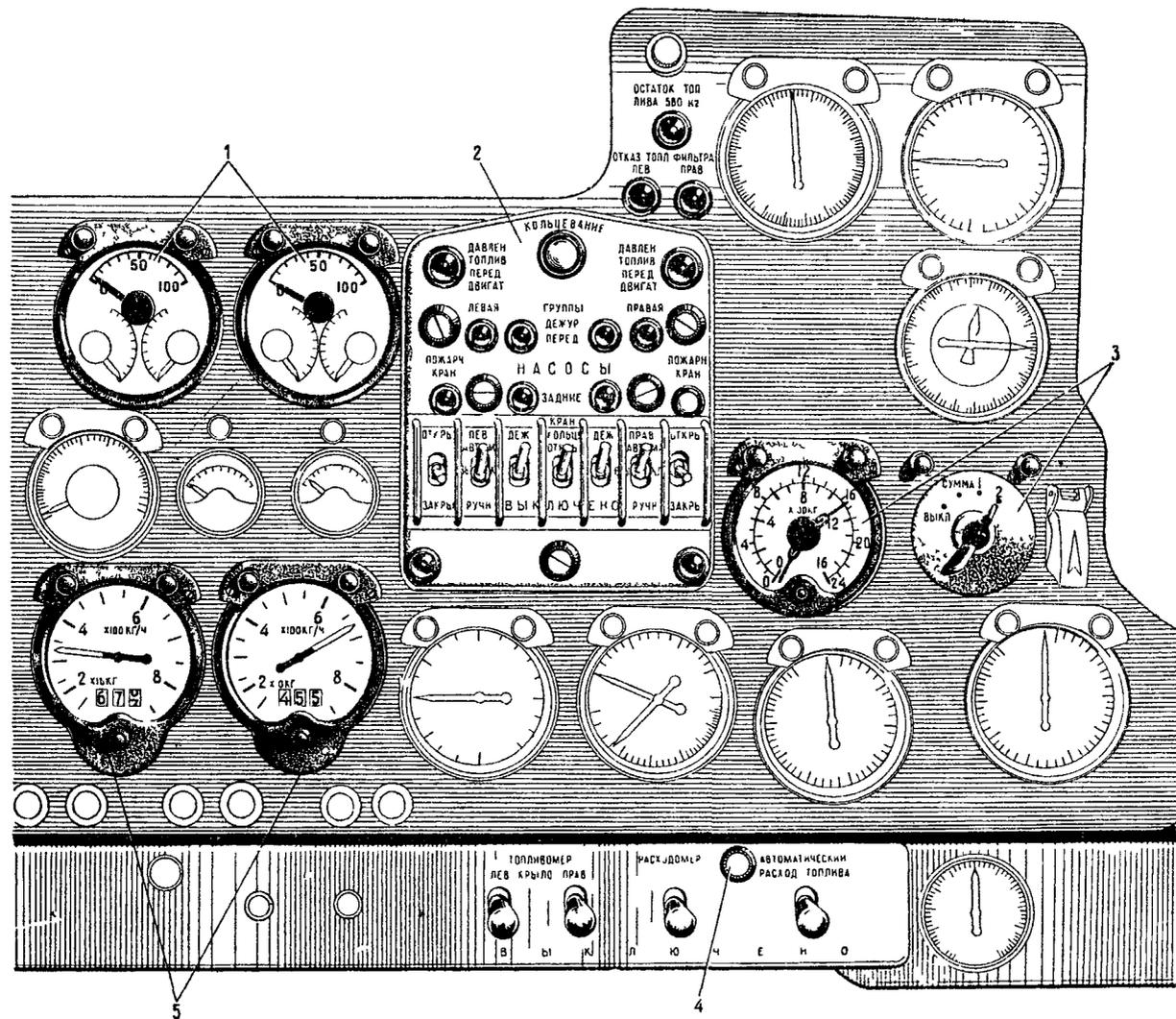
1 — блок БУ10А-4 топливомера СПУТ1-5А; 2, 3, 4, 5, 6 — блоки измерения БИ2-5, дистанционные переключатели ПД1-2 и блок конденсатора БК1-1 топливомера СПУТ1-5А; 7, 47 — сигнализаторы СДУ5А-1,8 давления топлива перед двигателями; 8, 55 — датчики-компенсаторы ДК2-3 топливомера СПУТ1-5А; 9, 48 — сигнализаторы СгДФР-1Т засорения фильтров; 10, 25, 35, 53 — фильтры радиопомех; 11, 27, 33, 52 — сигнализаторы СДУ2А-0,18 (СДУЗА-0,35) давления за подкачивающими насосами вторых групп; 12, 36 — мягкие баки № 2 вторых групп; 13, 49, 58 — электромеханизмы МЗК-2 перекрывных кранов и крана кольцевания; 14, 19, 21, 37, 39, 43 — датчики ДТ-2 топливомера СПУТ1-5А; 15, 16 — сигнализатор критического давления СД24А-3,5 и щиток централизованной заправки, установленные на самолетах

до серии 43-00; 17 — РК гондолы правого двигателя; 18, 32, 40, 56 — электромеханизмы МЗК-3 заправочных кранов; 20, 42 — подкачивающие насосы ЭЦН-14 первых групп; 22, 38 — баки-отсеки первых групп; 23, 41 — сигнализаторы СДУЗА-0,35 давления за подкачивающими насосами первых групп; 24 — электромагнит ЭВ-37А перекрывного крана ТГ-16; 26, 30, 34, 54 — подкачивающие насосы изд. 463 вторых групп; 28 — шлангоут № 22; 29 — РК топливных насосов; 31, 57 — мягкие баки № 1 вторых групп; 44 — топливный щиток; 45, 46 — показывающий прибор ШПТ1-4 и галетный переключатель ПГ4-2 топливомера СПУТ1-5А; 50, 51 — сигнализатор критического давления СД24А-3,5 и щиток централизованной заправки, установленные на самолетах после серии 43-00



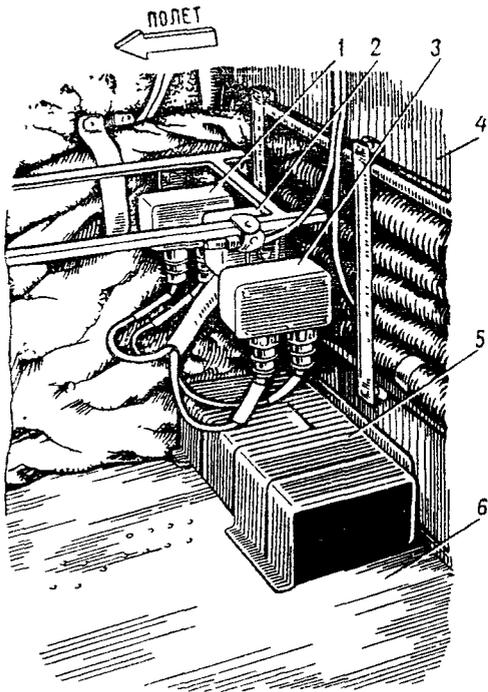
Фиг. 125. Установка блоков электрооборудования на этажерке у правого борта кабины экипажа:

1 — автомат обогрева стекла АОС-81М; 2, 3 — блоки БИ2-5 топливомера СПУТ1-5А; 4 — РК кабины экипажа; 5 — стол радиста у правого борта



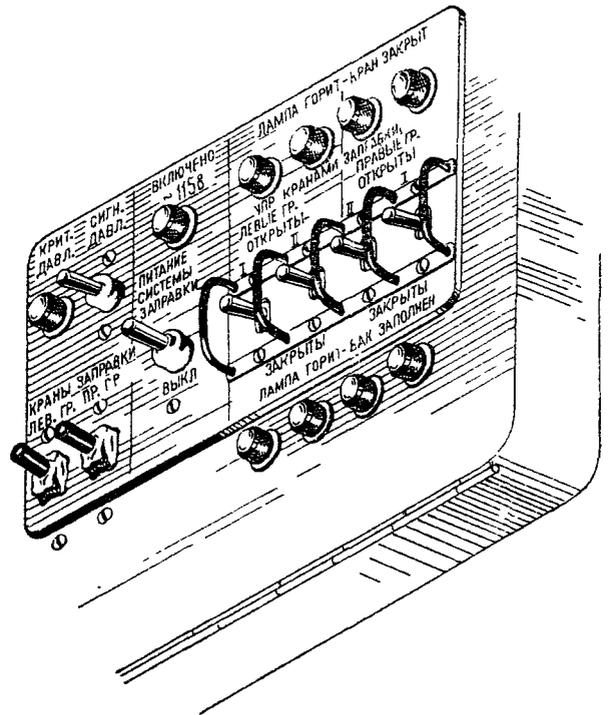
Фиг. 126. Установка топливного щитка и средней панели приборов контроля топливной системы на приборной доске:

1 — указатели УИЗ-3 давления топлива перед форсунками, давления и температуры масла на входе в двигатель, 2 — топливный щиток, 3 — указатель 2ППТ1-4 и переключатель ПГ4-2 топливомера СПУТ1-5А, 4 — лампа подсвета, 5 — указатели расходомеров



Фиг. 127. Установка блоков топливомера и трансформаторов АТ-7-1,5 под столом радиоста у правого борта:

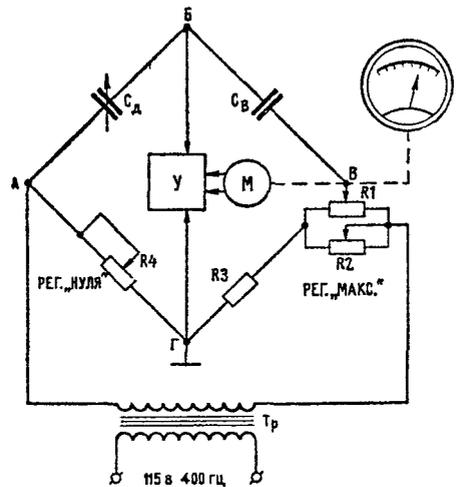
1, 3 — дистанционные переключатели ПД1-2 топливомера СПУТ1-5А; 2 — блок конденсатора БК1-1 топливомера СПУТ1-5А; 4 — стенка шпангоута № 7; 5 — трансформаторы АТ-7-1,5, 6 — пол кабины экипажа



Фиг. 128. Щиток централизованной заправки



Фиг. 129. Блок-схема топливомера



Фиг. 130. Схема самоуравновешивающегося моста

### Основные данные

|   |                        |
|---|------------------------|
| Напряжение питания по переменному току . . . . .  | 115 в ± 5%             |
| по постоянному току . . . . .   | 27 в ± 7%              |
| Частота . . . . .   | 400 гц ± 2%            |
| Потребляемая мощность по переменному току . . . . .   | 90 в·а                 |
| по постоянному току . . . . .   | 15 вт                  |
| Основная погрешность (от номинального значения шкалы) не превышает:   |                        |
| при номинальных условиях . . . . .  | ± 2%                   |
| при всех остальных условиях эксплуатации . . . . .  | ± 4%                   |
| Погрешность срабатывания сигнализаторов по высоте датчика при положении самолета в линии горизонтального полета . . . . . | не более ± 15 мм       |
| Вес системы (без соединительных линий) . . . . .  | 16,7 кг                |
| в том числе:  |                        |
| блок управления БУ10А-4 . . . . .   | 2,35 кг                |
| два датчика-компенсатора ДК2-3  | 2 × 1,0 кг = 2 кг      |
| два дистанционных переключателя ПД1-2 . . . . .   | 2 × 0,5 кг = 1,0 кг    |
| два блока измерения БИ2-5 . . . . .   | 2 × 1,3 кг = 2,6 кг    |
| показывающий прибор 2ППТ1-4   | 0,85 кг                |
| галетный переключатель ПГ4-2  | 0,45 кг                |
| шесть датчиков ДТ2:   |                        |
| два датчика № 1 в баках № 3   | 2 × 1,225 кг = 2,45 кг |
| два датчика № 2 в баках № 3   | 2 × 0,95 кг = 1,9 кг   |
| два датчика в баках № 2 . . . . .   | 2 × 1,35 кг = 2,7 кг   |
| блок конденсатора БК1-1 . . . . .   | 0,3 кг                 |

Система состоит из двух независимых частей: измерительной и автоматической. Блок-схема системы приведена на фиг. 129.

### Принцип действия измерительной части

В основу работы измерительной части положен электроемкостный метод измерения запаса топлива. Сущность метода сводится к измерению электрической емкости конденсатора, который помещен в топливный бак и представляет собой набор коаксиально расположенных металлических труб. Роль конденсатора выполняют датчики системы. При заполнении бака топливом электрическая емкость датчика изменяется вследствие того, что диэлектрик, находящийся между трубами, меняется: в заполненной части бака между трубами датчика находится топливо, а незаполненной — воздух. По величине электрической емкости датчика можно судить о запасе топлива, находящегося в баке. Каждому уровню топлива, а следовательно, и количеству залитого топлива при постоянном значении его диэлектрической проницаемости соответствует определенная величина емкости датчика.

Однако при изменении температуры или сорта топлива его диэлектрическая проницаемость меняется в основном за счет изменения плотности топлива. Поэтому одному и тому же объему топлива могут соответствовать разные значения электрической емкости датчика, соответствующие разным значениям плотности топлива. Следовательно, емкость датчика определяется объемом и плотностью залитого топлива, т. е. его массой.

Принцип действия измерительной части системы

заключается в измерении электрической емкости датчиков, помещенных в топливные баки самолета, с помощью самоуравновешивающегося моста переменного тока, схема которого приведена на фиг. 130.

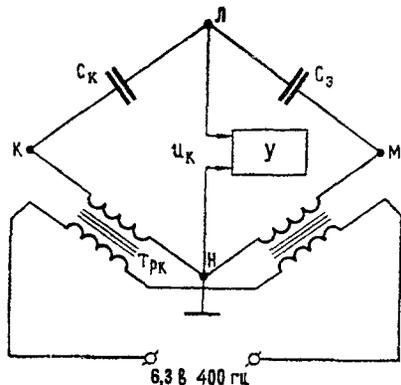
Мост состоит из четырех плеч: двух емкостных  $AB$  и  $BB$  и двух активных  $AG$  и  $GB$ . Если мост находится в равновесии, то между точками  $B$  и  $G$  (в диагонали моста) напряжение отсутствует. При изменении емкости датчика  $C_d$ , вызванной изменением массы топлива в баке, равновесие моста нарушается, и между точками  $B$  и  $G$  появляется напряжение, которое подается на вход усилителя  $У$ . Усиленное напряжение с выхода усилителя поступает на управляющие обмотки двухфазного индукционного электродвигателя  $М$  в результате чего его ротор начинает вращаться. Ось ротора через редуктор механически связана с движком реостата  $R1$  и стрелкой показывающего прибора. Движок реостата  $R1$ , перемещаясь, изменяет сопротивление активного плеча  $BG$  таким образом, чтобы компенсировать изменение емкости датчика  $C_d$ ; мост уравновешивается и напряжение на его выходе между точками  $B$  и  $G$  становится равным нулю. Двигатель останавливается, а стрелка показывающего прибора устанавливается против деления шкалы, соответствующего залитой в бак массе топлива.

Регулируя величину сопротивления  $R4$ , можно уравновесить мост при пустом баке, т. е. установить стрелку показывающего прибора на нулевой отметке шкалы. Аналогичной регулировкой сопротивления  $R2$  мост уравновешивается при максимальном делении шкалы прибора. Все промежуточные положения стрелки устанавливаются автоматически и каждый раз соответствуют уравновешенному состоянию моста при разных количествах залитого в бак топлива. Шкала прибора проградуирована в килограммах.

При изменении общего запаса топлива на самолете (не в одном баке и не в одной группе баков) величина емкости  $C_d$  соответствует суммарной емкости всех параллельно включенных датчиков. Соответственно меняется величина емкости  $C_v$  вспомогательного плеча.

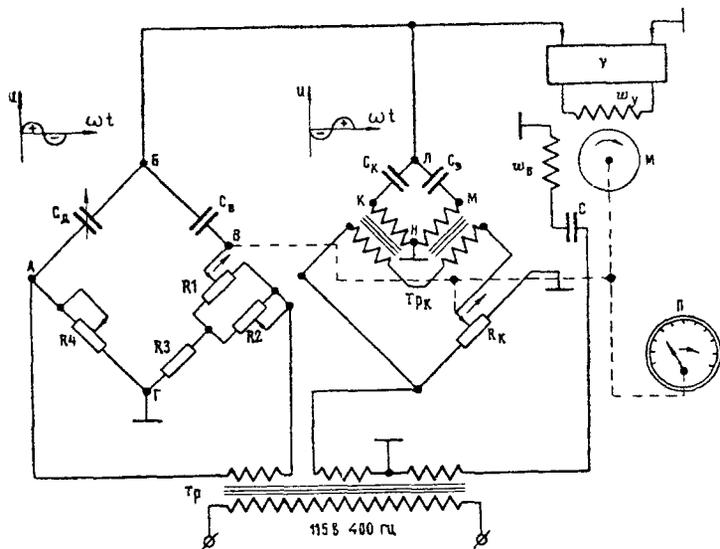
Как указывалось выше, изменение диэлектрической проницаемости топлива при изменении температуры или сорта топлива вызывает изменение емкости датчика, вследствие чего равновесие моста нарушается и между точками  $B$  и  $G$  возникает напряжение ошибки. Это, в свою очередь, вызывает отклонение стрелки показывающего прибора и приводит к неправильному выводу об изменении массы топлива в баке. Для устранения этой методической погрешности применена схема компенсации, которая приведена на фиг. 131. Эта схема представляет собой мост переменного тока, двумя плечами которого являются две полуобмотки трансформатора  $Tr_k$ , третьим плечом служит электроемкостный компенсационный датчик  $C_k$ , полностью погруженный в топливо, а четвертым плечом является конденсатор постоянной емкости  $C_v$ , величина которой равна емкости компенсационного датчика  $C_k$ , погруженного в основное для данной тарировки топливо марки ТС при температуре  $20 \pm 10^\circ C$ . Таким образом, при нормальных условиях мост находится в равновесии.

При изменении диэлектрической проницаемости топлива емкость датчика  $C_k$  изменится, равновесие моста нарушится, и между точками  $L$  и  $H$  появится напряжение тем большее, чем больше изменилась



Фиг. 131. Электросхема компенсации измерительной части топливомера СПУТ1-5А

диэлектрическая проницаемость топлива. Это напряжение подается на вход усилителя  $У$  в противофазе с напряжением ошибки. Таким образом, напряжение на входе усилителя сводится к нулю, и стрелка показывающего прибора остается на отметке, соответствующей залитой массе топлива



Фиг. 132. Электросхема измерительной части СПУТ1-5А:

$АВВГ$  — измерительный мост  $КЛМН$  — компенсационный мост;  $C_d$  — емкость датчика,  $C_b$  — емкость вспомогательного плеча,  $C_k$  — компенсационный датчик,  $C_3$  — конденсатор постоянной емкости,  $C$  — конденсатор сдвига фазы,  $R_k$  — профилированный реостат компенсации,  $R_1$  — реостат измерительного моста,  $R_2$  — реостат регулировки «Макс»,  $R_3$  — постоянное сопротивление плеча  $ВГ$ ,  $R_4$  — реостат регулировки «Нуля»,  $\omega_b$  — обмотка возбуждения,  $\omega_y$  — управляющая обмотка,  $У$  — усилитель,  $М$  — электродвигатель ДИД-0,5ТА,  $Тр$  — трансформатор питания;  $Тр_н$  — трансформатор моста компенсации,  $П$  — показывающий прибор

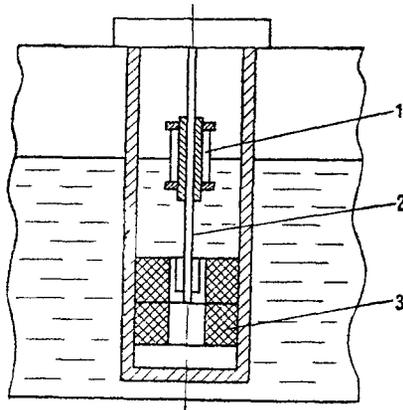
Упрощенная электросхема измерительной части системы для одного полукрыла показана на фиг 132 (на выходе измерительного и компенсационного мостов показаны кривые напряжений в момент воз-

никновения напряжения ошибки) Конденсатор  $C$  в цепи обмотки возбуждения  $\omega_b$  электродвигателя служит для создания сдвига фазы напряжения приблизительно на  $90^\circ$  относительно напряжения на обмотке управления  $\omega_y$ , что необходимо для создания вращающегося электромагнитного поля.

Величина напряжения с измерительного моста определяется не только изменением диэлектрической проницаемости топлива, но также и количеством топлива в баке Чем больше топлива, тем большая часть измерительного датчика погружается в него (изменение емкости датчика пропорционально изменению диэлектрической проницаемости топлива) и тем большее напряжение возникает на выходе измерительного моста. Из этого видно, что напряжение выхода компенсационной схемы должно быть также функцией количества залитого топлива, поэтому величина напряжения питания (а следовательно, и величина напряжения выхода) компенсационного моста изменяется пропорционально массе залитого топлива. Это достигается с помощью профилированного потенциометра компенсации  $R_k$ , движок которого механически связан с движком реостата  $R_1$  измерительного моста, а их перемещение пропорционально изменению массы топлива, залитого в бак.

#### Принцип действия автоматической части

В основу работы автоматической части положено свойство катушки самоиндукции изменять индуктивность при введении в нее железного сердечника.

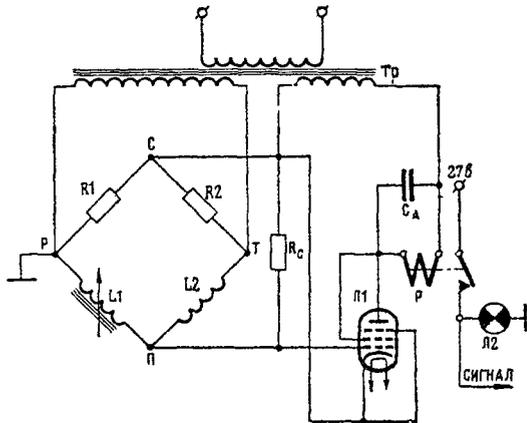


Фиг. 133. Устройство датчика сигнализатора:

1—поплавок, 2—направляющая трубка, 3—две катушки

В топливном баке, во внутренней трубе измерительного датчика, помещается сигнализатор, состоящий из двух катушек самоиндукции  $3$  (фиг. 133), установленных на определенном уровне, и поплавок  $1$  с сердечником из ферромагнитного материала, который плавает на поверхности топлива и перемещается по направляющей трубке  $2$  вниз и вверх. При определенном уровне топлива поплавок устанавливается так, что его сердечник входит в одну из катушек сигнализатора Эта катушка с индуктивностью  $L_1$  (фиг 134) включена в плечо  $PP$  моста, двумя плечами которого являются сопротивления  $R_1$  и  $R_2$ , а третьим плечом — вторая катушка сигнализатора с индуктивностью  $L_2$ , равной  $L_1$ .

Когда сердечник находится вне катушки L1, мост не уравновешен (R1 и R2 разные), и между точками C и П имеется напряжение. Это напряжение подается на вход электронного усилителя, состоящего из одного каскада усиления. Анодной нагрузкой усилительной лампы Л1 является обмотка реле Р. Мост подключен к усилителю таким образом, что напряжение с диагонали СП моста подается на вход усилителя (на сетку лампы Л1) в противофазе



Фиг. 134. Электросхема автоматической части

с анодным напряжением. Поэтому во время положительного полупериода напряжения на сетке лампы Л1 заперта отрицательным напряжением на аноде, а во время положительного полупериода напряжения на аноде лампа Л1 все время остается запертой и ток в ее анодной цепи отсутствует.

Когда сердечник входит в катушку сигнализатора, напряжение на выходе моста меняется по величине и фазе на 180°. В этом случае напряжение, поданное на сетку, уже будет совпадать по фазе с анодным напряжением. Лампа откроется, анодный ток будет расти и достигнет величины, достаточной для срабатывания реле Р, которое замкнет цепи сигнала на управление подкачивающими насосами и сигнализации.

Для устранения дрожания якоря реле параллельно его обмотке включен конденсатор СА. При положительном полупериоде, когда на аноде положительное напряжение, этот конденсатор заряжается, а при отрицательном полупериоде, когда анодный ток равен нулю, он разряжается через обмотку реле Р. Тем самым увеличивается значение постоянной составляющей тока, проходящего по обмотке Р, в результате чего исключается это вредное явление.

Вся система управления состоит из набора описанных мостов, размещаемых в блоке управления. Таким образом, как только топливо выработается до определенного уровня (соответствующего необходимому остатку для данного бака), произойдет автоматическое включение подкачивающего насоса следующей группы.

#### Характеристика агрегатов СПУТ1-5А

Топливоизмерительные датчики ДТ2 (цифра «2» обозначает номер конструкции) представляют собой набор коаксиально расположенных труб. Во

внутренней трубе размещается сигнальное устройство (катушки и поплавки с ферромагнитным сердечником). Некоторые из труб датчиков профилируют, для того чтобы получить одинаковые значения электрической емкости на единицу объема при разных конфигурациях баков, в которых эти датчики размещаются.

Каждый датчик устанавливают с помощью фланца, находящегося на его верхней части (головке). Там же расположены штепсельные разъемы для вывода проводов: высокочастотный коаксиального типа ВР — для подключения измерительной части и типа 2РМД — для подсоединения остальных проводов. В нижней части датчиков есть отверстия для циркулирования топлива.

Датчики-компенсаторы ДК2-3 также электроемкостного типа, однако вместо труб в корпусах датчиков размещены пластины. Вывод проводов из датчика осуществляется аналогично датчикам ДТ2. Датчики ДК2-3 устанавливают в нижней части последнего по расходу бака таким образом, чтобы они были постоянно погружены в топливо.

Блоки измерения БИ2-5 (цифра «2» обозначает число измерительных каналов, а цифра «5» определяет модификацию блока в зависимости от величин емкостей, входящих в блок) конструктивно объединяют в себе элементы мостовых измерительных схем, выпрямители, конденсаторы, реле, усилители и трансформаторы.

Унифицированные электронные усилители УЛ4-1 (цифра «4» означает номер конструкции, буква «Л» — ламповый), входящие в измерительную схему, выполнены в виде отдельных блочков, которые соединены с блоками измерения специальной колодкой.

#### Основные данные усилителя УЛ4-1

|                      |            |
|----------------------|------------|
| Коэффициент усиления | 1000 ± 300 |
| Рабочая частота      | 400 ± 8 гц |
| Вес                  | 130 г      |

На наружные панели блоков выведены шлицы регуляторов регулировки нуля и максимума (по группам и суммарного замера), а также кнопки для отключения компенсационных датчиков при проверке работоспособности компенсационной схемы.

Для уменьшения помех радиоприему переходное сопротивление между корпусом блока и корпусом самолета (с учетом сопротивления проводника) должно быть не более 0,002 Ом.

Блок управления БУ10А-4 (БУ10А-4 обозначает: блок управления из 10 унифицированных блоков-реле конструкции А четвертой модификации) конструктивно объединяет элементы автоматической части системы. Размещенные в блоке управления блока-реле типа РБ1-1 и РБ1-2 выполнены в виде самостоятельных элементов, которые соединяются с блоком специальными колодками.

С целью уменьшения радиопомех корпус блока присоединяют к корпусу самолета предусмотренным для этого проводником. Установка блока производится с помощью четырех амортизаторов.

Показывающий прибор 2ППТ1-4 (шифр 2ППТ1-4 означает: двухстрелочный показывающий прибор топливомера первой конструкции со шкалой № 4)

объединяет в себе: электродвигатель ДИД-0,5ТА, реостаты отработки измерительной системы, потенциометры питания компенсационной схемы, кнопку проверки работоспособности системы измерения, механические редукторы, двухрядную шкалу и две стрелки, на которых имеются обозначения «Л» (левый) и «П» (правый) для определения запаса топлива в баках левого и правого двигателей. Прибор не имеет возвратной пружины, поэтому его стрелки при выключенном питании или неисправной схеме могут находиться в любом месте шкалы.

При нажатой кнопке, которая находится на лицевой стороне прибора, и исправной схеме стрелки прибора должны перемещаться на нуль шкалы, а затем при отпускании вернуться в исходное положение. Шкала прибора — двухрядная и отградуирована в кг. Наружные отметки шкалы предназначены для отсчета суммарного запаса топлива, внутренние — для отсчета запаса топлива в каждой группе баков.

**Галетный переключатель ПГ-2** (первая цифра означает количество положений переключателя, вторая цифра — модификацию, соответствующую цифровке циферблата переключателя) предназначен для включения и отключения питания системы, а также для поочередного подключения датчиков каждой группы баков к схеме измерения и одновременного подключения к схеме измерения всех датчиков топливной системы. На циферблате переключателя имеется следующая цифровка: «Выкл.», «Сумма», «1» и «2».

**Дистанционные переключатели ПД-2** (первая цифра означает тип переключателя, вторая — его модификацию, соответствующую схеме электрических соединений внутри переключателя, количеству и типу реле) предназначены для коммутации электрических цепей системы, что позволяет уменьшить число проводов соединительных линий, идущих от мест расположения датчиков до блоков измерения. Каждый переключатель состоит из трех электромагнитных реле и трех германиевых диодов, смонтированных в общем корпусе.

**Блок конденсатора БК-1** предназначен для устранения радиопомех переменного тока. Он представляет собой конденсатор типа МБГЧ емкостью 1 мкф, помещенный в корпус.

### ЭЛЕКТРОЕМКОСТНЫЙ ТОПЛИВОМЕР СЭТС-370А

Электроемкостный топливомер СЭТС-370А, установленный на самолетах до серии 20-06, предназначен для решения тех же задач, что и система СПУТ-5А.

В его состав входят следующие блоки:

— шесть электроемкостных датчиков с сигнализацией;

— блок автоматики БАС-52-36;

— два блока измерения УТС-54-18;

— показывающий прибор УТД-52;

— галетный переключатель ПГ-4;

— два дистанционных переключателя ПД-52-3.

Назначение блоков и размещение их на самолете аналогично приведенному для топливомера СПУТ-5А.

### Основные данные

|  |  |
|--|--|
| Напряжение питания:  |  |
| по переменному току . . . . .  | 115±11,5 в                                   |
| по постоянному току . . . . .  | 27±2,7 в                                     |
| Частота . . . . .  | 400 $\frac{+20}{-28}$ гц                     |
| Потребляемая мощность:   |  |
| по переменному току . . . . .  | 120 в·а                                      |
| по постоянному току . . . . .  | 25 вт  |
| Погрешность показаний при нормальных условиях (от номинального значения шкалы) не превышает:             |  |
| на нулевой отметке . . . . .   | ±2%  |
| на остальных отметках . . . . .  | ±4%  |
| Дополнительная погрешность при изменении температуры на каждые 10° С от нормальной температуры . . . . . | не более 0,5% от номинального значения шкалы |
| Погрешность срабатывания сигнализаторов при положении самолета в линии горизонтального полета:           |  |
| для датчиков I групп баков . . . . .   | не более ±50 л                               |
| для датчиков II групп баков . . . . .  | не более ±30 л                               |
| Дополнительная погрешность при изменении напряжения и частоты в рабочем диапазоне . . . . .              | не более ±10% от номинального значения шкалы |
| Вес комплекта . . . . .  | не более 21,7 кг                             |
| в том числе:   |  |
| показывающий прибор . . . . .  | 0,7 кг                                       |
| переключатель ПГ-4 . . . . .   | 0,55 кг                                      |
| два дистанционных переключателя ПД-52-3 . . . . .  | 2×0,95=1,9 кг                                |
| два блока измерения УТС-54-18 . . . . .  | 2×3,1=6,2 кг                                 |
| блок автоматики БАС-52-36 . . . . .  | 3,65 кг                                      |
| четыре датчика I группы . . . . .  | 4×1,5=6 кг                                   |
| два датчика II группы . . . . .  | 2×1,35=2,7 кг                                |

Принцип действия топливомера аналогичен действию системы СПУТ-5А. Отличие заключается в том, что в топливомере отсутствует схема компенсации напряжения ошибки. Отличается также конструктивное исполнение блоков. При этом функциональное распределение элементов, входящих в схему, по блокам в топливомере СЭТС-370А аналогично распределению их в топливомере СПУТ-5А.

### ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ МГП-180И

Электродвигатель МГП-180И служит приводом для подкачивающего насоса ЭЦН-14 и представляет собой специальную облегченную электрическую машину смешанного возбуждения.

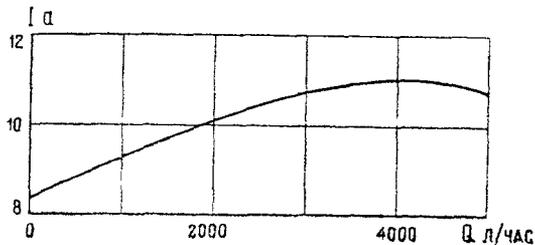
### Основные данные

(при температуре окружающей среды 20±10° С)

|   |  |
|---|--|
| Напряжение питания постоянным током . . . . . | 27 в                                     |
| Потребляемый ток . . . . .                    | не более 11,5 а                          |
| Момент на валу . . . . .                      | 2,5 кг·см                                |
| Скорость вращения вала якоря . . . . .        | 7200±400 об/мин                          |
| Режим работы . . . . .                        | длительный                               |
| Направление вращения . . . . .                | левое (со стороны приводного конца вала) |
| Вес . . . . .                                 | не более 2,3 кг                          |

Примечание Вес агрегата ЭЦН-14 с приводом МГП-180И не более 4,8 кг.

Конструктивно электродвигатель имеет четыре полюса с надетыми на них катушками — обмотками возбуждения. На вал якоря насажена стальная фасонная гайка для более полного удаления жидкости, которая может просочиться в электродвигатель в случае негерметичности уплотняющих эле-



Фиг. 135. Кривая зависимости величины тока электродвигателя МГП-180И насоса ЭЦН-14 от производительности

ментов насоса. Фиксация электродвигателя по отношению к корпусу насоса осуществляется с помощью штифта, для которого в щите двигателя есть отверстие. Число щеткодержателей — четыре. Охлаждение корпуса электродвигателя при его работе производится перемещающимся потоком топлива. Работа агрегата без прокачки топлива (вхолостую) допускается не более 30 мин.

Длина свободно выступающих из корпуса агрегата проводов 1400 мм. Перемещать агрегат за эти провода при всех видах работ с ним категорически воспрещается. На фиг. 135 показана зависимость тока электродвигателя от производительности насоса.

### ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ МВ-280

Электродвигатель МВ-280 предназначен для вращения топливонасоса центробежного изд. 463 и представляет собой электрическую машину смешанного возбуждения. Число полюсов — четыре.

Электродвигатель рассчитан на работу в условиях ослабленного, основного и форсированного режимов (на самолете используется работа только в ослабленном режиме).

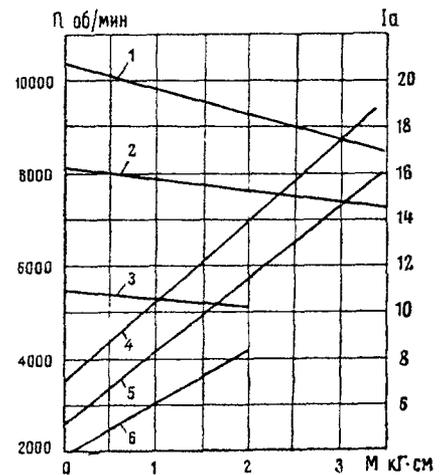
#### Основные данные

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Напряжение питания постоянным током . . . . . | 27 в                      |
| Потребляемый ток на режимах:                  |                           |
| ослабленном . . . . .                         | не более 10 а             |
| основном . . . . .                            | не более 17 а             |
| форсированном . . . . .                       | не более 23,5 а           |
| Скорость вращения на режимах:                 |                           |
| а) ослабленном:                               |                           |
| при моменте на валу 2 кг·см . . . . .         | не менее 5000 об/мин      |
| при моменте на валу 0,6 кг·см . . . . .       | не менее 5600 об/мин      |
| б) основном:                                  |                           |
| при моменте на валу 3,5 кг·см . . . . .       | не менее 7000 об/мин      |
| при моменте на валу 2,3 кг·см . . . . .       | не менее 7700 об/мин      |
| в) форсированном:                             |                           |
| при моменте на валу 3,6 кг·см . . . . .       | не менее 8200—8700 об/мин |
| при моменте на валу 2,4 и 3,4 кг·см . . . . . | не оговаривается          |
| Время работы на режимах:                      |                           |
| ослабленном . . . . .                         | продолжительный           |

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| основном . . . . .              | до 5 час                                    |
| форсированном                   |   |
| при моменте 3,6 кг·см . . . . . | не более 6 мин                              |
| при моменте 2,4 кг·см . . . . . | не более 30 мин                             |
| Направление вращения . . . . .  | правое (со стороны выступающего конца вала) |
| Вес . . . . .                   | не более 4,5 кг                             |

Примечание. Вес изд. 463 с электродвигателем МВ-280 не более 5,25 кг.

Электродвигатель к насосу крепится шпильками. Шарикоподшипники электродвигателя не требуют пополнения смазки во время эксплуатации. Исполнение электродвигателя взрывобезопасное. На его корпусе установлены пробки с сеткой для выхода газов из полости двигателя в случае взрыва в нем паров рабочей жидкости. Во избежание пожара пространство, окружающее внебаковую часть насоса на самолете, должно хорошо вентилироваться. Охлаждение электродвигателя осуществляется



Фиг. 136. Рабочие характеристики электродвигателя МВ-280:

1, 2, 3 — зависимости  $n=f(M)$  в форсированном, основном и ослабленном режимах; 4, 5, 6 — зависимости  $I=f(M)$  в форсированном, основном и ослабленном режимах

вентилятором, смонтированным на его валу, который обдувает наружную поверхность электродвигателя, и отводом тепла насосом через щит электродвигателя.

Марка применяемых щеток — МГС-8, их количество — 4, размер сечения 5×10 мм, давление на щетку 0,3—0,35 кг. Доступ к щеткам осуществляется через специальные окна, закрытые для взрывобезопасности двигателя резьбовыми пробками.

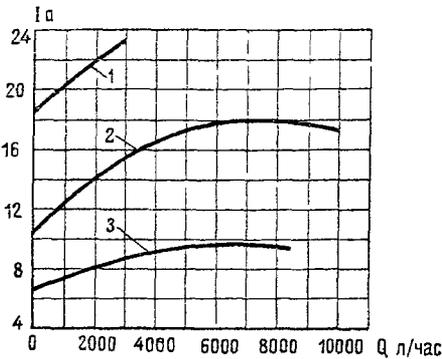
На фиг. 136 приведены рабочие характеристики электродвигателя, на фиг. 137 — кривые зависимости величины тока электродвигателя от производительности насоса.

Электрическая схема соединения обмоток электродвигателя и их внешнего подключения показана на фиг. 138. При замкнутых выключателях А и В включены обмотки возбуждения основного  $\omega_1$  и ослабленного  $\omega_2$  режимов, и электродвигатель работает на ослабленном режиме. При замкнутом выключателе А и разомкнутом выключателе В вклю-

## ЭЛЕКТРОМЕХАНИЗМ МЗК-2

чена только обмотка основного режима  $w_1$ , на котором двигатель и работает

При разомкнутых выключателях А и В, когда включена шунтовая обмотка ослабленного режима,

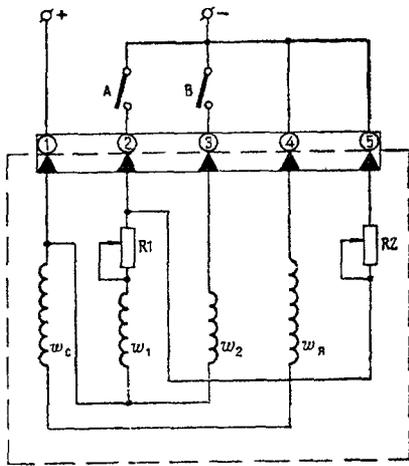


Фиг. 137. Кривая зависимости тока электродвигателя МВ-280 от производительности насоса изд. 463:

1, 2, 3 — соответственно режимы работы форсированный, основной и ослабленный

а к шунтовой обмотке основного режима последовательно подключено два юстировочных сопротивления  $R1$  и  $R2$ , двигатель работает на форсированном режиме.

Предназначенные для регулирования оборотов электродвигателя юстировочные сопротивления  $R1$  и  $R2$  расположены на его корпусе и закрыты крышкой. Они используются для регулировки только в заводских условиях.



Фиг. 138. Схема подключения электродвигателя МВ-280:

$w_c, w_я$  — серийная и якорная обмотки;  $w_1, w_2$  — шунтовые обмотки основного и ослабленного режимов;  $R1, R2$  — юстировочные сопротивления

Электродвигатель нормально запускается в любом из трех режимов при напряжении питания 12 в на клеммах электродвигателя и температуре окружающей среды до  $-60^\circ\text{C}$ .

Три электромеханизма МЗК-2 используют для управления перекрывными кранами двигателей и краном кольцевания. МЗК-2 представляет собой сочетание двухполюсного реверсивного электродвигателя Д-12ТУ постоянного тока с серийным возбуждением, планетарного редуктора, фрикционной муфты и панелей концевых выключателей

### Основные данные

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Напряжение питания   | $27 \pm 10\%$                       |
| Потребляемый ток   | не более 3,6 а                      |
| Нагрузочный момент на валу электромеханизма                              | 2,5 кг·м                            |
| Время переключки на угол $95^\circ$                                      | от 3,6 до 5,6 сек                   |
| Максимальный угол поворота выходного вала                                | не менее $95^\circ$                 |
| Замыкание контактов цепи лампы сигнализации при положении выходного вала | $5-10^\circ$ до конечного положения |

Примечание. Угол поворота выходного вала механизма может быть уменьшен жесткими упорами до любой величины в пределах  $50-95^\circ$ . В крайних положениях вала концевые выключатели механизма срабатывают после пробуксовки его фрикционной муфты. Настройку концевых выключателей цепи лампы сигнализации на замыкание производят при монтаже механизма на объекте, при этом начало замыкания контактов цепи лампы сигнализации должно происходить не доходя до конечного положения выходного вала на  $5-10^\circ$

Нагрузочный момент, приложенный к выходному валу, фрикционной муфты ограничения момента

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Момент на валу двигателя                   | не менее 3 и не более 6 кг·м |
| Скорость вращения выходного вала двигателя | 125 Г·см                     |
| Мощность двигателя                         | 12 500 об/мин $\pm 10\%$     |
| Режим работы                               | 15 вт                        |

повторно -- кратковременный, состоящий при номинальных данных из двух циклов, после чего — полное охлаждение

Примечание. Под циклом понимается поворот выходного вала из одного крайнего положения в другое и обратно на угол поворота  $50-95^\circ$ , ограниченный механическими упорами, затем снова поворот выходного вала из одного крайнего положения в другое и обратно, после чего перерыв 30 сек. Режим работы может быть повторен через 20 мин.

Вес . . . . . не более 2,15 кг

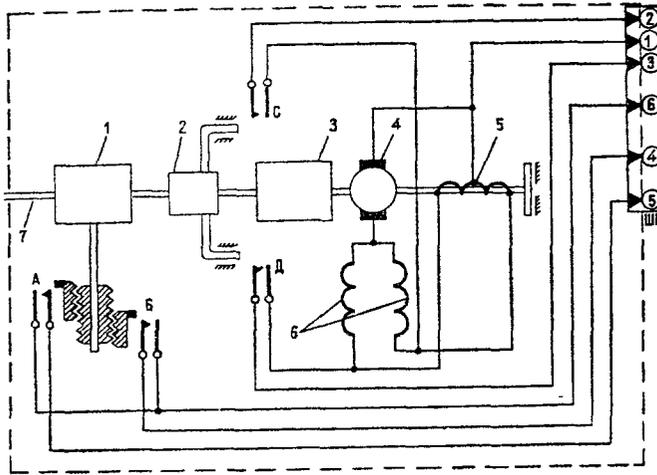
Электрокинематическая схема МЗК-2 приведена на фиг. 139.

Щетки марки А-12, размер их  $4 \times 5 \times 7$  мм, количество — две, минимальная высота 6 мм. Вращение якоря двигателя передается через ступенчатый планетарный редуктор 3 и фрикционную муфту 2 на выходной вал 7 механизма. При повороте выходного вала на требуемый угол замыкается контакт А (или Б) цепи лампы сигнализации, и при упоре выходного вала в ограничитель, встроенные в топливный кран, пробуксовывает фрикционная муфта механизма. При этом вал механизма остается неподвижным, а якорь двигателя 4 продолжает вращаться, что предохраняет двигатель от больших токов короткого замыкания. Фрикционная муфта 2 буксует до тех пор, пока не разомкнутся контакты С (или Д) встроенного в механизм концевого выключателя, разрывающие цепь питания двигателя.

Для уменьшения инерционных выбегов двигатель имеет электромагнитную муфту торможения 5.

Реверсирование осуществляется путем одно-

полюсного переключения с помощью двух самостоятельных обмоток возбуждения *б*. Электромеханизм крепят к корпусу топливного крана за фланец четырьмя болтами. Работать электромеханизм может в любом положении.



Фиг. 139. Электрокинематическая схема МЗК-2:

1, 3 — редукторы; 2 — фрикционная муфта; 4 — якорь электродвигателя Д-12ТУ; 5 — электромагнитный тормоз; 6 — обмотка возбуждения (левого и правого вращения); 7 — выходной вал

Клеммы штепсельного разъема ШР:

1 — «минус» Я; 2, 3 — «плюс» правого и левого вращения; 4, 5 — сигналы крайних положений (правого и левого); 6 — «минус» сигнализации

### ЭЛЕКТРОМАГНИТ ЭВ-37А

Электромагнит ЭВ-37А предназначен для управления топливным клапаном перекрывного крана в топливной системе турбогенератора. Он представляет собой систему двух броневых плунжерных электромагнитов: основного (открывающего) с подвижным якорем, механически связанным с перекрывающим топливным клапаном, и вспомогательного (закрывающего), подвижный якорь которого связан рычажной передачей со стопорным устройством штока открывающего электромагнита. В результате поочередного включения электромагнитов топливный клапан занимает положение «Открыто» или «Закрыто», что сопровождается срабатыванием встроенного в электромагнит концевого выключателя цепи лампы сигнализации.

На штоке подвижного якоря основного электромагнита закреплен топливный клапан. Положение штока при поднятом клапане фиксируется защелкой. Защелки вытягиваются из выточки сердечника основного электромагнита через двуплечий рычаг сердечником вспомогательного электромагнита. Опускается клапан пружиной. Полость коробки от попадания в нее топлива предохраняется сифоном. Управление электромагнитом — дистанционное.

#### Основные данные

|   |                 |
|---|-----------------|
| Номинальное напряжение питания          | 24 в            |
| Потребляемая электромагнитами мощность: |                 |
| основным                                | не более 200 вт |
| вспомогательным                         | не более 110 вт |

Максимальное время нахождения обмоток под током при одном включении электромагнита:

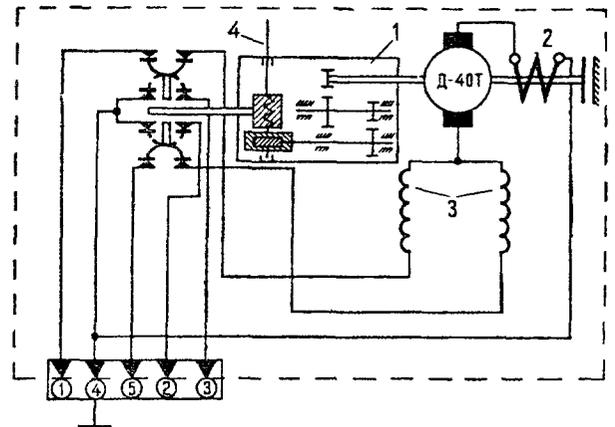
|                  |        |
|------------------|--------|
| основного        | 45 сек |
| вспомогательного | 20 сек |

Тяговое усилие при воздушном зазоре 7 мм между полюсом и сердечником основного электромагнита и напряжении  $24 \pm 1$  в (без пружины и сифона)

|                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| Время срабатывания | не менее 5 мс   |
| Вес                | не более 0,9 кг |

### ЭЛЕКТРОМЕХАНИЗМ МЗК-3

Четыре электромеханизма МЗК-3 используются для управления топливными кранами в системе



Фиг. 140. Электрокинематическая схема МЗК-3:

1 — редуктор; 2 — тормозная муфта; 3 — обмотки возбуждения; 4 — выходной вал

Клеммы штепсельного разъема:

1 — правое вращение вала; 2, 3 — сигналы крайних положений (левого и правого); 4 — корпус; 5 — левое вращение вала

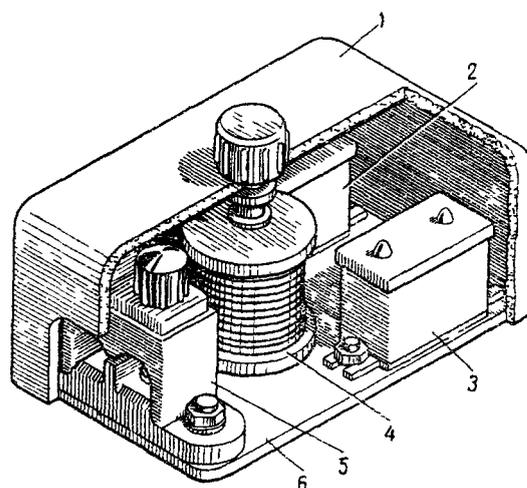
централизованной заправки. Электрокинематическая схема МЗК-3 приведена на фиг. 140.

#### Основные данные

|   |  |
|---|--|
| Напряжение питания постоянным током   | 27 $\pm$ 10%   |
| Нагрузочный момент:   |  |
| номинальный   | 15 кг·см   |
| максимальный  | 25 кг·см   |
| Потребляемый ток при нагрузочном моменте:   |  |
| номинальном   | не более 3,5 а   |
| максимальном  | не более 4,6 а   |
| Количество оборотов выходного вала, ограниченное концевыми выключателями                          | 38 $\pm$ 1   |
| Время поворота выходного вала из одного крайнего положения в другое                               | не более 13 сек  |
| Инерционный выбег выходного вала при напряжении 20 в на клеммах электродвигателя на холостом ходу | не более 0,75 оборота  |
| Режим работы  | повторно - кратковременный, состоящий из трех циклов при номинальном нагрузочном моменте и номинальном напряжении питания, после чего — полное охлаждение (под циклом понимается по- |

ворот выходного вала из одного крайнего положения в другое и обратно) не более 2 кг

жимов. Вес фильтра не более 0,22 кг. Общий вид фильтра показан на фиг. 141.



Фиг. 141. Фильтр для снижения уровня радиопомех 24-7207-693:

1 — крышка; 2, 3 — конденсаторы, 4 — дроссель, 5 — клеммная колодка 73К, 6 — основание

### СИГНАЛИЗАТОРЫ ДАВЛЕНИЯ

Основные сведения о конструкции сигнализаторов давления приведены в разделе «Агрегаты системы и их размещение».

Технические характеристики сигнализаторов, применяемых в топливной системе, приведены в табл. 18.

Таблица 18

| Тип сигнализатора | Исходное состояние контактов | Точка срабатывания $\text{кг/см}^2$ | Величина перегрузочного давления $\text{кг/см}^2$ | Максимальное рабочее давление $\text{кг/см}^2$ | Погрешность срабатывания $\text{кг/см}^2$ | Вес $\text{кг}$ |
|-------------------|------------------------------|-------------------------------------|---|--|---|-----------------|
| СДУ2А-0,18        | нормально-разомкнутые        | 0,18                                | 4,8   | 2  | $\pm 0,009$                               | 0,4             |
| СДУ3А-0,35        |                              | 0,35                                | 8,5   | 3  | $\pm 0,02$                                | 0,4             |
| СДУ5А-1,8         |                              | 1,8                                 | 16,8  | 5,6  | $\pm 0,09$                                | 0,4             |
| СД24А-3,5         |                              | 3,5                                 | 10  | 10   | $\pm 0,3$                                 | 0,4             |
|                   |                              | (не более 5 мин)                    |   |  |   |                 |

### СИГНАЛИЗАТОР ЗАСОРЕНИЯ ФИЛЬТРА

На самолете установлено два дифференциальных сигнализатора СгДФР-1Т, которые предназначены для обеспечения контроля за состоянием фильтров тонкой очистки топлива, установленных на каждом из двигателей. Принцип действия дифференциального сигнализатора давления основан на функциональной зависимости между изменяющимися перепадом давления и упругими деформациями чувствительного элемента.

При засорении фильтрующего элемента и увеличении перепада давлений до  $0,4 \pm_{-0,05}^{+0,075} \text{ кг/см}^2$  контакты сигнализатора под действием мембраны замыкают электрическую цепь сигнальной лампы. Сигнальные лампы «Отказ топливного фильтра» (левого и правого двигателей) установлены на средней панели приборной доски.

### ФИЛЬТР ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ РАДИОПОМЕХ

Фильтр служит для уменьшения помех радиоприему, создаваемых электродвигателями МВ-280 насосов изд. 463.

Фильтр состоит из двух конденсаторов МБГП-2-200-А-1-П или МБГП-2-160-А-1-П и дросселя с 25 витками провода ПЭВ-1,81, намотанного в два ряда на катушку, изготовленную из изоляционного материала. По схеме соединения конденсаторов и дросселя фильтр является П-образным. К внешней сети фильтр подсоединяется с помощью клеммовых за-

### 19. ЭЛЕКТРОСХЕМА ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ

Описание работы электросхемы топливной системы дано в соответствии с фиг. 142.

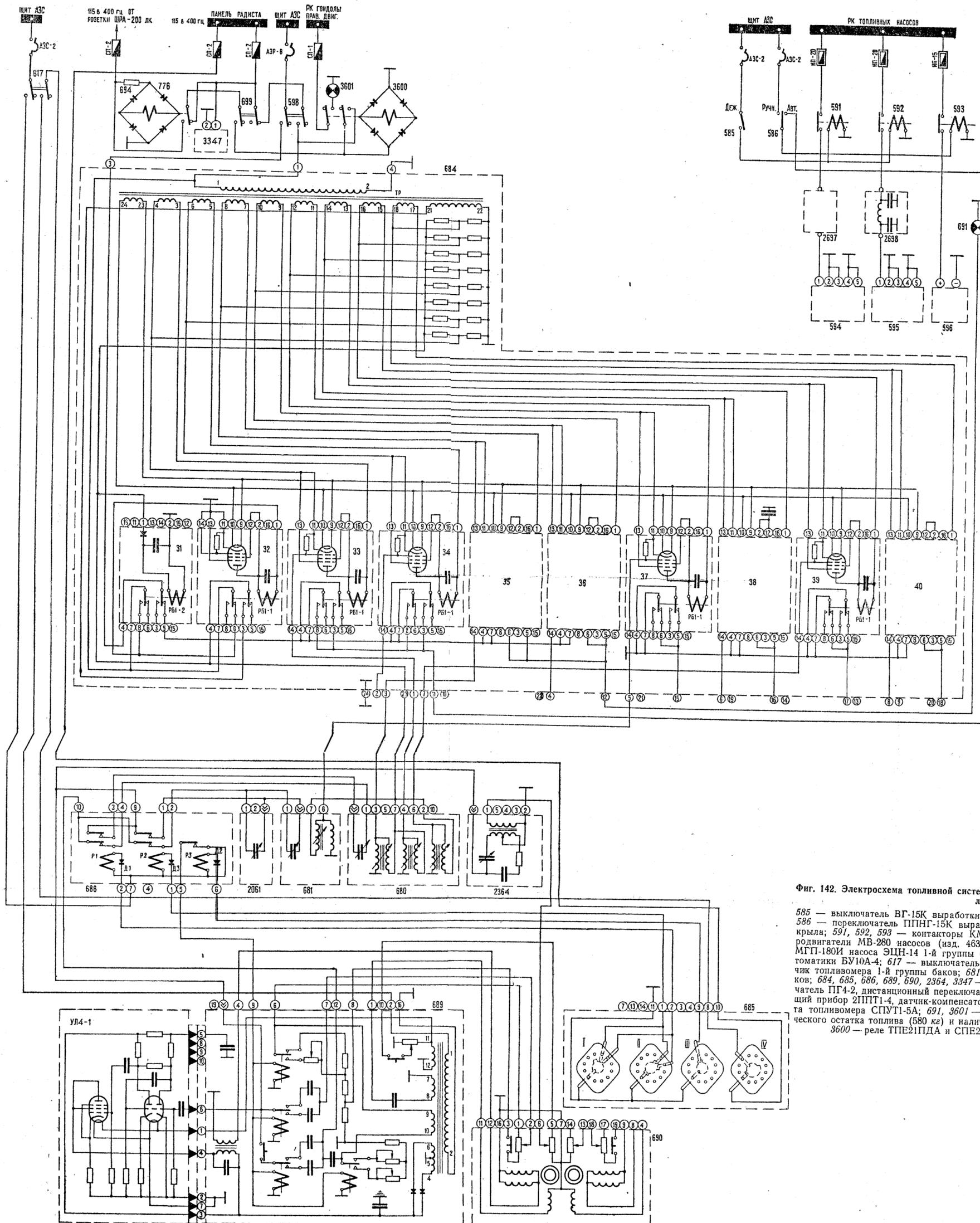
#### ИЗМЕРЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ТОПЛИВА

Измерительная часть системы обеспечивает измерение суммарного запаса топлива и поочередное измерение запаса топлива в каждой группе баков.

Ниже приводится описание работы измерительной части электросхемы топливной системы для левого полукрыла. Работа схемы второго полукрыла происходит аналогично.

При включении питания переключателем 617 «Топливомер», который установлен на средней панели приборной доски, напряжение переменного тока поступает в блок измерения БИ2-5 (по цепи: панель радиста 115 в, предохранитель СП-2, клемма 10 ШР переключателя 685 (ПГ4-2), замкнутые контакты платы IV переключателя, клемма 8 ШР переключателя, замкнувшиеся контакты выключателя 617, клемма 2 ШР блока 689 (БИ2-5), а напряжение постоянного тока поступает со щита АЗС через клемму 7 ШР на обмотку реле дистанционного переключателя 686. Со вторичной обмотки трансформатора в блоке БИ2-5 напряжение переменного тока через фазосдвигающий конденсатор, клемму 1 ШР БИ2-5, клемму 11 ШР показывающего прибора 690 поступает на обмотку возбуждения электродвигателя прибора.

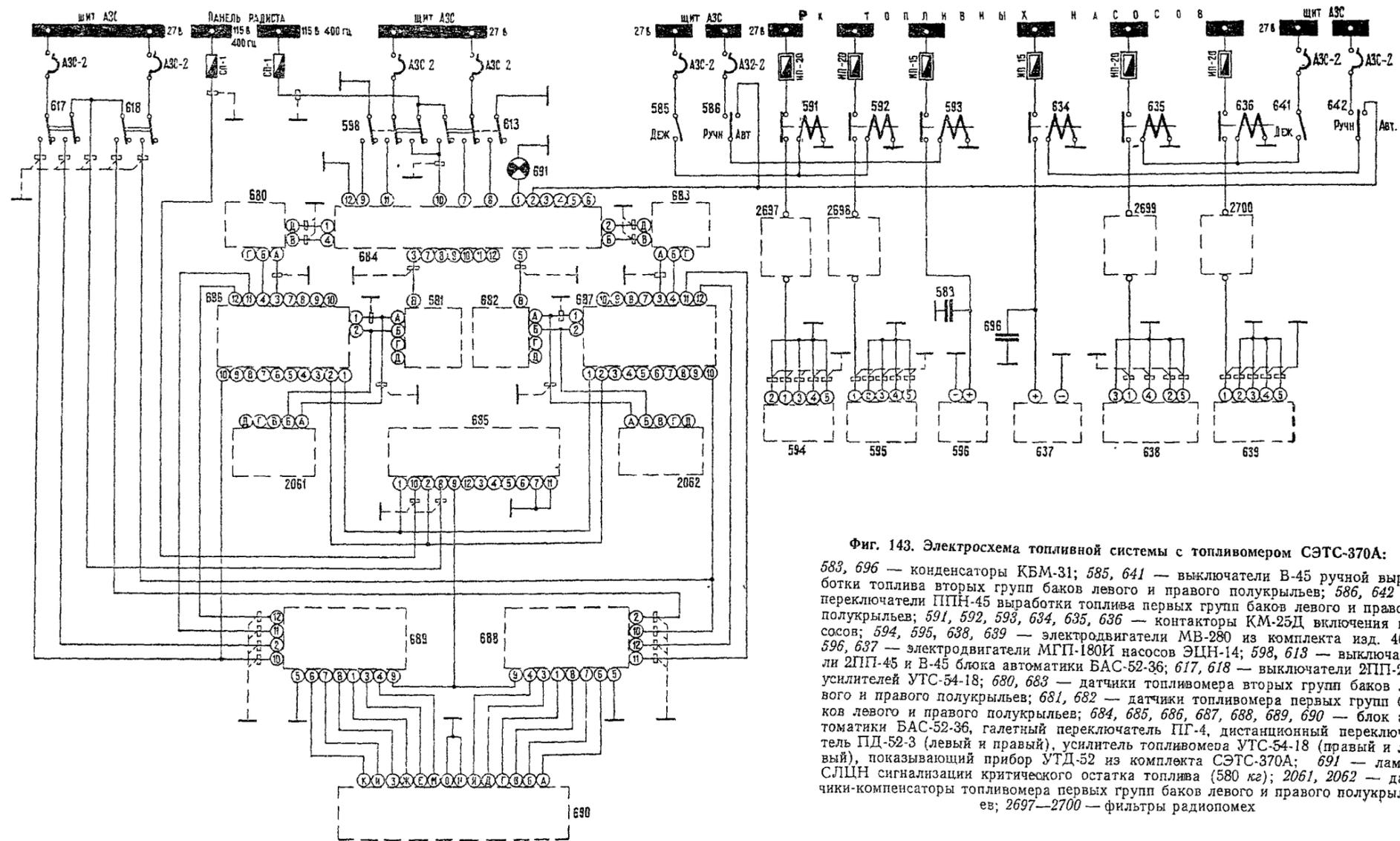
При установке галетного переключателя в положение, соответствующее измерению количества топлива в одной из групп баков, срабатывает соответствующее реле дистанционного переключателя 686 (например, реле Р2 по цепи: клемма 7 ШР ПД1-2, обмотка реле Р2, диод ДЗ, клемма 1 ШР ПД1-2, клемма 1 ШР ПГ4-2, замкнутые контакты 1 платы ПГ4-2, клемма 11 ШР ПГ4-2, корпус). Сработавшее



Фиг. 142. Электросхема топливной системы с топливометром СПУТИ-5А (для левого полукрыла):

585 — выключатель ВГ-15К выработки топлива 2-й группы баков левого полукрыла; 586 — переключатель ППНГ-15К выработки топлива 1-й группы баков левого полукрыла; 591, 592, 593 — контакторы КМ-50ДВ включения насосов; 594, 595 — электродвигатели МВ-280 насосов (изд. 463) 2-й группы баков; 596 — электродвигатель МГП-180И насоса ЭЦН-14 1-й группы баков; 598 — выключатель 2ПП-250 блока автоматики БУ10А-4; 617 — выключатель 2ПП-250 блока измерения БИ2-5; 680 — датчик топливометра 1-й группы баков; 681, 2061 — датчики топливометра 2-й группы баков; 684, 685, 686, 689, 690, 2364, 3347 — блок автоматики БУ10А-4, галетный переключатель ПГ4-2, дистанционный переключатель ПД1-2, блок измерения БИ2-5, показывающий прибор 2ППТ1-4, датчик-компенсатор ДК2-3, блок конденсатора БК1-1 из комплекта топливометра СПУТИ-5А; 691, 3601 — лампы СЛЦН и СЛЦ-51 сигнализации критического остатка топлива (580 кг) и наличия напряжения 115 в 400 гц при заправке; 776, 3600 — реле ТПЕ21ПДА и СПЕ22ПД; 2697, 2698 — фильтры радиопомех





Фиг. 143. Электросхема топливной системы с топливометром СЭТС-370А:

583, 696 — конденсаторы КБМ-31; 585, 641 — выключатели В-45 ручной выработки топлива вторых групп баков левого и правого полукрыльев; 586, 642 — переключатели ППН-45 выработки топлива первых групп баков левого и правого полукрыльев; 591, 592, 593, 634, 635, 636 — контакторы КМ-25Д включения насосов; 594, 595, 638, 639 — электродвигатели МВ-280 из комплекта изд. 463; 596, 637 — электродвигатели МГП-180И насосов ЭЦН-14; 598, 613 — выключатели 2ПП-45 и В-45 блока автоматики БАС-52-36; 617, 618 — выключатели 2ПП-250 усилителей УТС-54-18; 680, 688 — датчики топливометра вторых групп баков левого и правого полукрыльев; 681, 682 — датчики топливометра первых групп баков левого и правого полукрыльев; 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690 — блок автоматики БАС-52-36, галетный переключатель ПГ-4, дистанционный переключатель ПД-52-3 (левый и правый), усилитель топливометра УТС-54-18 (правый и левый), показывающий прибор УТД-52 из комплекта СЭТС-370А; 691 — лампа СЛЦН сигнализации критического остатка топлива (580 кг); 2061, 2062 — датчики-компенсаторы топливометра первых групп баков левого и правого полукрыльев; 2697—2700 — фильтры радиопомех



реле Р2 своими замкнувшимися контактами включает в измерительную схему датчики I-й группы баков. Далее работа схемы протекает в соответствии с тем, как это описано при изложении принципа действия измерительной части системы СПУТ1-5А.

Обмотка управления электродвигателя показывающего прибора 690 через клемму 12 ШР прибора, клемму 4 ШР БИ2-5 и трансформатор включена в анодную цепь оконечного каскада усилителя УЛ4-1, на вход которого (высокочастотный разъем БИ2-5 и клемма 6 усилителя) подается напряжение, пропорциональное величине разбаланса самоуравновешивающегося моста. Благодаря этому стрелка показывающего прибора устанавливается в положение, соответствующее массе залитого в баки топлива.

При установке галетного переключателя в положение «Сумма» включаются все реле дистанционного переключателя. Тем самым осуществляется одновременное включение всех датчиков в измерительную схему с одновременным переключением блока измерения с измерения группового на измерение суммарного запаса топлива.

#### РАБОТА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Автоматическая часть системы обеспечивает сигнализацию полной заправки баков топливом, управление подкачивающими насосами и сигнализацию остатка топлива (580 кг).

В связи с тем что работа электрической схемы автоматической части системы для левого и правого полукрыльев аналогична, ниже приводится описание работы схемы одного (левого) полукрыла.

В системе расхода топлива установлена следующая очередность: первая очередь — группа I (бак-отсек), вторая очередь — группа II (баки № 1 и 2).

Для выработки топлива необходимо включать одновременно насосы обеих групп. Очередность выработки будет достигаться в этом случае работой насосов на разных режимах: подкачивающий насос первой группы работает на номинальном режиме, а подкачивающие насосы второй группы — в ослабленном режиме.

При включении питания блока управления 684 (БУ10А-4) выключателем 598 «Автоматический расход топлива», который установлен на средней панели приборной доски, напряжение постоянного тока со щита АЗС подается на включение подкачивающего насоса I группы баков (по цепи: щит АЗС, АЗР-6, выключатель 598, клемма 3 ШР БУ10А-4, замкнувшиеся контакты реле РБ1-2, нормально-замкнутые контакты реле 33 (РБ1-1), клемма 11 ШР БУ10А-4, переключатель 586 «Авт.— Ручн.» режима работы, установленный в положение «Авт.», обмотка контактора 593 включения насоса). Одновременно с этим напряжение переменного тока подается на вход блока БУ10А-4 (клемма 1 ШР), благодаря чему получают питание все элементы мостовых схем системы автоматики.

В связи с тем что насосы II группы баков, которая является дежурной, включаются вручную (выключателем 585 «Деж.» на топливном щитке) и работают в течение всего времени работы двигателей

на ослабленном режиме, происходит выработка топлива вначале из I, а затем из II групп баков.

При достижении топлива в баке II группы уровня срабатывания верхнего сигнализатора расхода замыкается цепь реле 33 (РБ1-1) в блоке БУ10А-4, в результате чего разрывается электрическая цепь выдачи сигнала от датчика 680 левого полукрыла на включение насосов I группы баков. Тем не менее этот сигнал продолжает выдаваться блоком БУ10А-4 через нормально-замкнутые контакты реле 34 (РБ1-1) до тех пор, пока соответствующий уровень топлива не будет достигнут в баке II группы правого полукрыла, после чего срабатывает реле 34 (РБ1-1) и насосы ЭЦН-14 отключаются.

Таким образом, отключение насосов I групп баков осуществляется последним сработавшим сигнализатором.

При достижении топлива уровня срабатывания любого нижнего сигнализатора расхода в одной из II групп срабатывает реле 35 (РБ1-1), в результате чего выдается напряжение на клемму 12 блока БУ10А-4 и загорается лампа 691 сигнализации критического остатка топлива.

Таким образом, выдача сигнала критического остатка топлива в баках осуществляется первым сработавшим сигнализатором.

В блоке управления БУ10А-4 предусмотрена защита трансформатора при пробое на корпус самолета провода, соединяющего общий конец сигнализаторов датчиков с блоком управления. Эта защита осуществляется при помощи реле 31 (РБ1-2) и 32 (РБ1-1). В случае пробоя реле 31 отпускает и своими контактами включает питание анода лампы реле 32. Последнее срабатывает и своими контактами отключает провод от вторичной обмотки 21—22 трансформатора Тр. Кроме того, другой парой своих контактов это реле блокирует питание анода своей лампы. Как было указано выше, реле 31 (РБ1-2) обеспечивает также питание блока управления постоянным током.

Как видно на схеме, управление подкачивающими насосами I групп баков может быть осуществлено с топливного щитка установкой переключателя 586 режима работы «Авт.— Ручн.» в положение «Ручн.».

#### РАБОТА СХЕМЫ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ С ТОПЛИВОМЕРОМ СЭТС-370А

Схема топливной системы с топливомером СЭТС-370А приведена на фиг. 143.

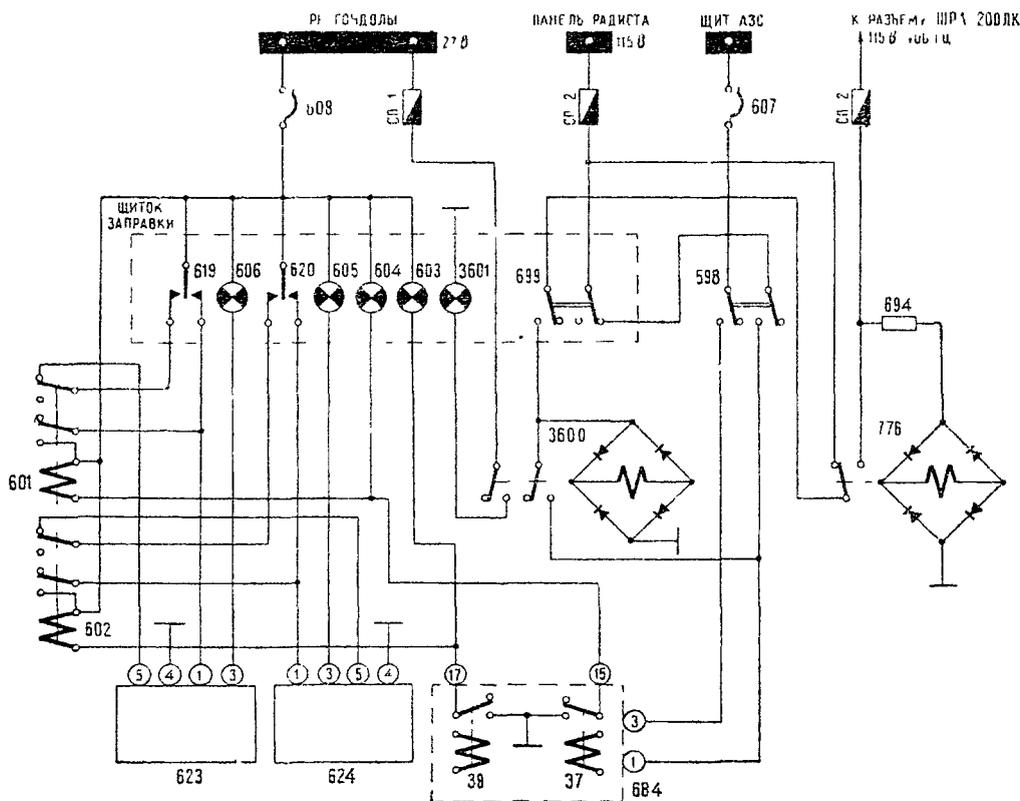
Измерение количества топлива и работа автоматической части системы осуществляются аналогично описанному выше.

#### ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ ЗАПРАВКА ТОПЛИВОМ

Управление централизованной заправкой топлива осуществляется со щитка заправки, установленного в пондоле правого двигателя (см. фиг. 128). Перекрытие топливоподачи в баки после их заполнения осуществляется автоматически кранами с электромеханизмами МЗК-3 по сигналам, выдаваемым блоком управления БУ10А-4. Схема централизованной заправки левого полукрыла показана на фиг. 144. Для правого полукрыла схема аналогична.

Включение питания системы централизованной заправки осуществляется со щитка заправки переключателем 699 «Питание системы заправки». Как видно по схеме, напряжение переменного тока может быть подано из бортовой сети самолета, а при отсутствии последнего — непосредственно с разъема аэродромного питания по переменному току. Нали-

датчика системы СПУТИ-5А, что соответствует объему топлива  $1740 \pm 50$  л для баков I группы и  $649 \pm 50$  л на полукрыло для баков II группы) срабатывают сигнализаторы датчиков, в результате чего срабатывают соответственно реле 37 и 39 (РБ1-1) в блоке 684 (БУ10А-4). Следствием этого является срабатывание реле 601 и 602, что приводит



Фиг. 144. Электросхема централизованной заправки топливом (для левого полукрыла):

37, 39—реле РБ1-1 блока автоматики БУ10А-4; 598, 699—выключатели 2ПП-250 электропитания блока автоматики БУ10А-4; 601, 602 — реле ТКЕ52ПД 2-й серии автоматического закрытия кранов заправки топливом первой и второй групп баков; 603, 604 — лампы СЛЦ-51 сигнализации полной заправки второй и первой групп баков; 605, 606— лампы СЛЦ-51 сигнализации закрытого положения кранов заправки второй и первой групп; 607, 608 — автоматы защиты сети АЗР-6; 619, 620—переключатели ПНГ-15К управления кранами заправки первой и второй групп; 623, 624 — электромеханизмы МЗК-3 кранов заправки первой и второй групп; 684 — блок автоматики БУ10А-4 топливомера СПУТИ-5А; 694 — добавочное сопротивление ПЭВ-7-1800-1; 776 — реле СПЕ2ПДА переключения питания блока заправки с аэродромного источника питания бортовую сеть; 3600, 3601 — реле СПЕ22ПД и лампа СЛЦ-51 сигнализации наличия напряжения  $\sim 115$  в при заправке

ние питания блока БУ10А-4 контролируется на щитке заправки сигнальной лампой 3601 «Включено 115 в», так как при отсутствии питания в случае заполнения баков топливом не произойдет автоматического перекрытия топливоподачи, что в сочетании с отказом механических рычажных поплавковых клапанов заправки приведет к разрушению бака и силового набора крыла за счет подаваемого под давлением топлива.

Схема подсоединения выключателей 598 (на приборной доске) и 699 (на щитке заправки) питания блока БУ10А-4 исключает возможность параллельной работы бортовых и аэродромного источников переменного тока.

При достижении топливом заданного уровня в баках (на расстоянии 72 мм от плоскости фланца

к разрыву электрических цепей открытия кранов заправки и к автоматическому закрытию этих кранов (+27 в подается на клемму 1 ШР МЗК-3).

Одновременно с выдачей из блока БУ10А-4 сигналов полной заправки загораются соответствующие сигнальные лампы 603 и 604. Необходимо обратить внимание на то, что в случае загорания сигнальных ламп полной заправки и при отсутствии в течение до 10—13 сек (времени полной переладки электромеханизмов МЗК-3) загорания ламп сигнализации закрытого положения соответствующего крана необходимо немедленно прекратить заправку.

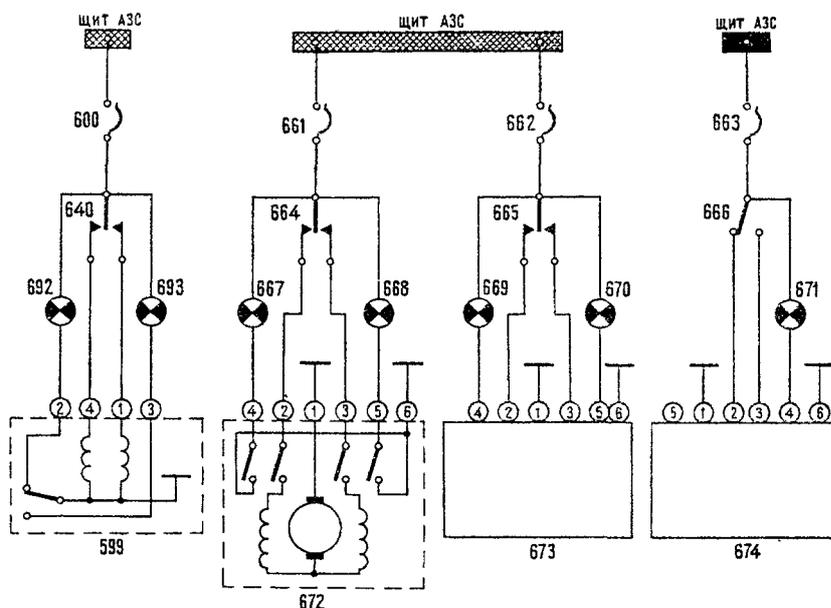
Управление кранами заправки может производиться и вручную, с помощью переключателей 619 и 620.

## УПРАВЛЕНИЕ ТОПЛИВНЫМИ КРАНАМИ

Схема управления перекрытными топливными кранами двигателей и газотурбинной установки, а также краном кольцевания топлива приведена на фиг 145. Это управление осуществляется со средней

## СИГНАЛИЗАЦИЯ НАЛИЧИЯ ДАВЛЕНИЯ ТОПЛИВА

Схема подключения сигнализаторов наличия давления за топливоподкачивающими насосами, в системе централизованной заправки и перед двигателями приведена на фиг 146.



Фиг 145. Электросхема управления перекрытными кранами двигателей, ГТД и краном кольцевания:

599 — электромагнит ЭВ-37А перекрытного топливного крана газотурбинной установки ТГ 16, 600, 661, 662, 663 — автоматы защиты сети АЗС-5 перекрытных кранов ТГ 16, левого и правого двигателей и крана кольцевания, 640, 664, 665 — переключатели ПНГ-15К управления перекрытными кранами ТГ-16, левого и правого двигателей, 666 — переключатель ППГ-15К управления краном кольцевания, 667, 669, 671, 692 — лампы СЛЦ 51 сигнализации открытого положения перекрытных кранов левого, правого двигателей, крана кольцевания и перекрытного крана ТГ 16, 668, 670, 693 — лампы СЛЦ-51 сигнализации закрытого положения перекрытных кранов, 672, 673, 674 — электромеханизмы МЗК 2 перекрытных кранов левого, правого двигателей и крана кольцевания

панели приборной доски. Напряжение на краны подается со щита АЗС: на обмотку перекрытных кранов — от аварийной шины, а на обмотку крана кольцевания — от основной. Крайние положения кранов сигнализируются лампами сигнализации. Перекрытные краны обуславливают подачу топлива к соответствующим двигателям.

Для повышения надежности топливной системы группы баков, питающих левый двигатель, и группы баков, питающих правый двигатель, объединены трубопроводом кольцевания, проложенным в носке крыла по переднему лонжерону. В этом трубопроводе и установлен кран кольцевания. В нормальных условиях кран кольцевания закрыт. Он открывается при необходимости перевести питание обоих двигателей от одной группы баков (левого или правого полукрыла) или при отказе одного из двигателей, когда требуется перевести питание работающего двигателя для симметричной выработки топлива.

Сигнализаторы наличия давления установлены в соответствующих топливных магистралях. В случае достижения величины давления топлива, соответствующей заданным пределам (см. табл. 18), сигнализаторы замыкают свои нормально-разомкнутые контакты, в результате чего загораются сигнальные лампы (топливо-подкачивающих насосов и наличия давления перед двигателями — на топливном щитке, а лампы сигнализации заправки — на щитке заправки).

## СИГНАЛИЗАЦИЯ ЗАСОРЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ФИЛЬТРОВ

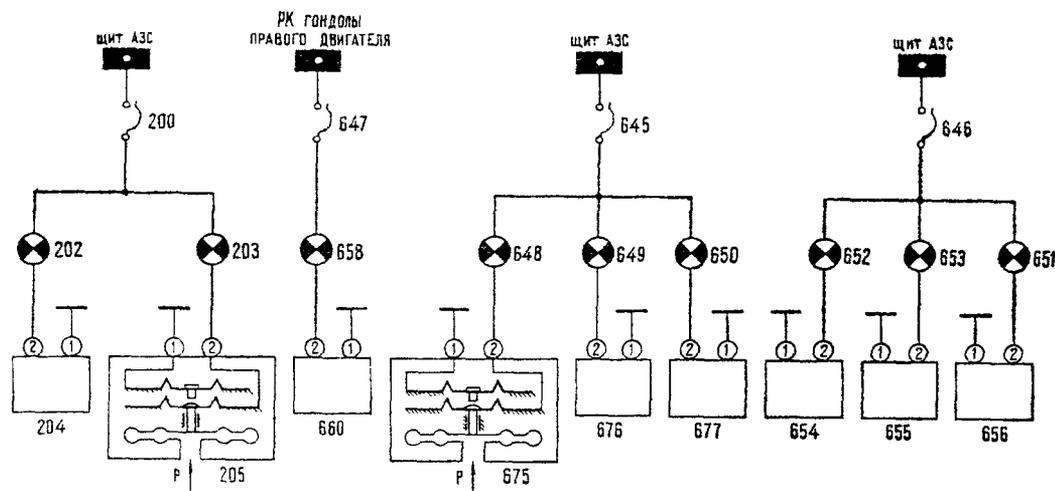
Схема сигнализации засорения топливных фильтров приведена на фиг 147. Питание этих сигнализаторов осуществляется со щита АЗС через те же автоматы защиты сети, что и питание сигнализаторов величины давления топлива за топливоподкачивающими насосами.

Лампы сигнализации установлены на средней па-

нели приборной доски, а кнопка контроля за их исправностью — на вертикальной панели правого пульта летчиков.

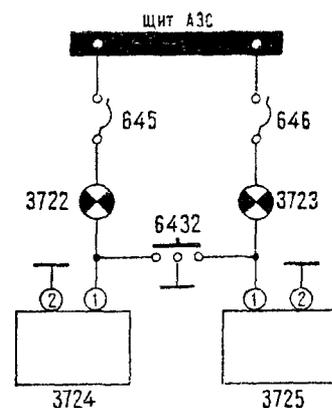
При засорении топливных фильтров возрастает

перепад давления топлива до и после фильтров, благодаря чему сигнализаторы СгДФР-1Т замыкают свои нормально-разомкнутые контакты, и загораются соответствующие лампы сигнализации.



Фиг. 146. Принципиальная схема сигнализации давления топлива перед двигателями, при выработке и в системе централизованной заправки:

200, 202, 203 — автомат защиты сети АЗР-6 и лампы сигнализации наличия давления топлива перед левым и правым двигателями; 204, 205 — сигнализаторы СДУ5А-1,8 наличия давления топлива; 645, 646 — автоматы защиты сети АЗС-2 в цепях сигнализации при выработке топлива; 647, 658, 660 — автомат защиты сети АЗС-2, сигнальная лампа и сигнализатор СД-24А наличия давления топлива в системе централизованной заправки; 648, 649, 675, 676 — сигнальные лампы и сигнализаторы СДУ2А-0,18 (СДУ3А-0,35) наличия давления топлива 2-й группы баков левого полукрыла; 650, 677 — сигнальная лампа и сигнализатор СДУ3А-0,35 наличия давления топлива 1-й группы баков левого полукрыла; 651, 656 — сигнальная лампа и сигнализатор СДУ3А-0,35 наличия давления топлива 1-й группы баков правого полукрыла; 652, 653, 654, 655 — сигнальные лампы и сигнализаторы СДУ2А-0,18 (СДУ3А-0,35) наличия давления топлива 2-й группы баков правого полукрыла



Фиг. 147. Электросхема сигнализации засорения топливных фильтров:

645, 646 — автоматы защиты сети АЗС-2; 3722, 3723 — лампы СЛМ-61 сигнализации засорения фильтров левого и правого двигателей; 3724, 3725 — сигнализаторы СгДФР-1Т засорения фильтров левого и правого двигателей; 6432 — кнопка 205К проверки исправности ламп сигнализации засорения

## ГЛАВА VIII

# ПРОТИВОПОЖАРНАЯ СИСТЕМА

### 20. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Противопожарное оборудование самолета состоит из стационарной противопожарной системы и ручных переносных огнетушителей.

Стационарная противопожарная система предназначена для обнаружения и ликвидации очагов пожара в наиболее опасных в пожарном отношении местах. Такими местами на самолете являются отсеки топливных баков, гондолы (подкапотное пространство) и внутренние полости двигателей.

Стационарная противопожарная система состоит из двух частей.

Первая часть предназначена для подачи огнегасящего состава в отсеки топливных баков и подкапотное пространство; в нее входят:

- шесть огнетушителей ОС-8М;
- два блока электромагнитных распределительных кранов 781100;

- система сигнализации и пожаротушения ССП-2А в отсеках топливных баков и гондолах двигателей;

- распылительные коллекторы;
- обратные клапаны и трубопроводы с арматурой.

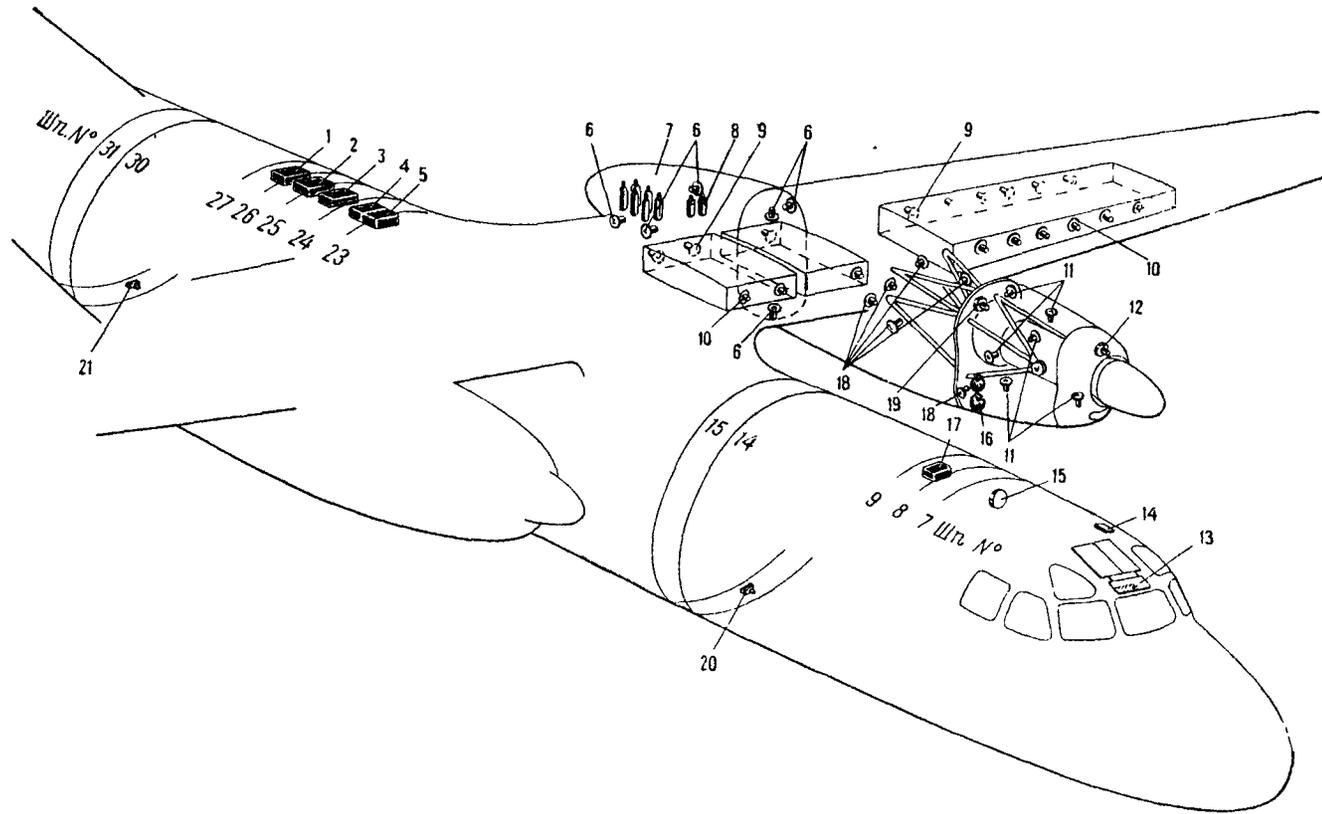
Вторая часть предназначена для подачи огнегасящего состава во внутренние полости двигателей; в нее входят:

- четыре огнетушителя (баллоны типа ОС-2ИЛ);

- система сигнализации и пожаротушения ССП-7 во внутренних полостях двигателей;

- обратные клапаны, дроссели и трубопроводы с арматурой.

Система обеспечивает сигнализацию о возникновении пожара, автоматическое и ручное управление пожаротушением, автоматическое включение системы при аварийной посадке с убраным шасси,



Фиг 148. Размещение блоков и агрегатов противопожарной системы;

1, 3, 4, 5 — исполнительные блоки БИ-2АУ; 2 — исполнительный блок ССП-7-БИ; 6, 11, 18 — датчики ДПС-1АГ и розетки ССП-2И-Р пожарной сигнализации ССП-2А хвостовой части (с № 13 по 18), подкапотного пространства (с № 1 по 6), отсека шасси (с № 7 по 12) gondoly левого двигателя; 7, 16 — баллоны ОС-8М и ОС-2ИЛ с пиропатронами ПП-3; 8 — блок распределительных кранов 781100; 9, 10 — датчики ДПС-1АГ и розетки ССП-2И-Р пожарной сигнализации заднего лонжерона (с № 10 по 18) и переднего лонжерона (с № 1 по 9) левого полукрыла; 12, 19 — датчики ДТБ-2А пожарной сигнализации ССП-7 № 1 и 2 левого двигателя (для правого двигателя — № 3 и 4); 13 — щиток пожаротушения; 14 — щиток контроля; 15 — сирена С-1; 17 — релейная коробка; 20, 21 — концевые выключатели, включающие противопожарную систему при посадке с убраным шасси

проверку исправности элементов и агрегатов системы.

## 21. АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

На самолете смонтированы четыре комплекта системы ССП-2А и одна система ССП-7.

В каждый комплект ССП-2А входят:

- восемнадцать датчиков пожарной сигнализации ДПС-1АГ;
- восемнадцать розеток ССП-2И-Р;
- исполнительный блок БИ-2АУ (или БИ-2АД)\*.



Фиг. 149. Щиток контроля и проверки пожаротушения

В комплект смонтированной на самолете системы ССП-7 входят:

- четыре датчика пожарной сигнализации ДТБ-2А;
  - исполнительный блок ССП-7-БИ.
- Кроме того, в систему пожаротушения входят:
- два блока распределительных кранов 781100;
  - десять баллонов пожаротушения с пиропатронами ПП-3;
  - щиток пожаротушения и щиток контроля;
  - коммутационная, светосигнальная и защитная аппаратура.

Размещение элементов системы на самолете показано на фиг. 148.

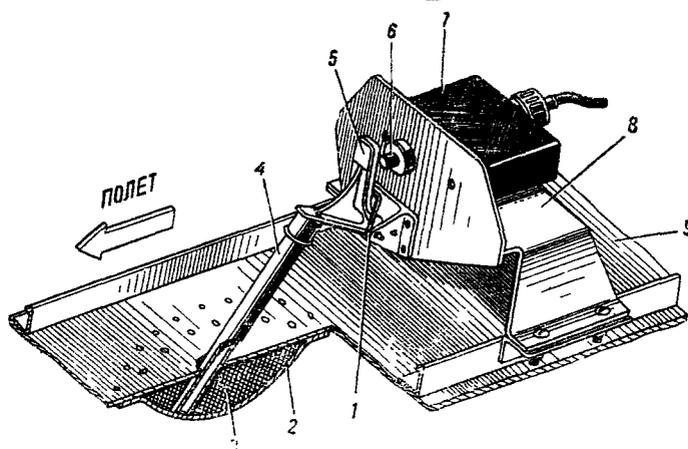
Датчики пожарной сигнализации ДПС-1АГ с розетками ССП-2И-Р рассредоточены по объемам защищаемых отсеков, а датчики ДТБ-2А — по два на каждом двигателе (один датчик — на лобовом картере, другой — на корпусе камеры сгорания).

Исполнительные блоки БИ-2АУ (или БИ-2АД) установлены на потолке между шпангоутами № 23—25 и № 26—27, блок ССП-7-БИ — на потолке пассажирского салона, между шпангоутами № 25—26 (см. фиг. 70).

Управление противопожарным оборудованием осуществляется со щитка флюгирования и пожаротушения (см. фиг. 119), установленного на фонаре кабины экипажа, где размещена и световая

\* Отличие исполнительных блоков заключается в применении различных типов поляризованных реле, схеме их включения при контроле за исправностью системы и в наличии в БИ-2АУ искрогасительных контуров. Внешнее подключение этих блоков одинаково.

сигнализация. Проверка исправности системы производится со щитка контроля (фиг. 149), установленного на фонаре кабины экипажа. Концевые выключатели, включающие систему пожаротушения



Фиг. 150. Установка концевого выключателя аварийного включения системы пожаротушения при посадке с убраным шасси:

- 1 — пружина; 2 — обтекатель; 3 — полихлорвиниловый вкладыш; 4 — упор; 5 — боек; 6 — шток концевого выключателя; 7 — корпус концевого выключателя; 8 — кронштейн; 9 — обшивка нижней части фюзеляжа

при посадке самолета с убраным шасси, установлены в нижней части фюзеляжа между шпангоутами № 14—15 и № 30—31 (фиг. 150).

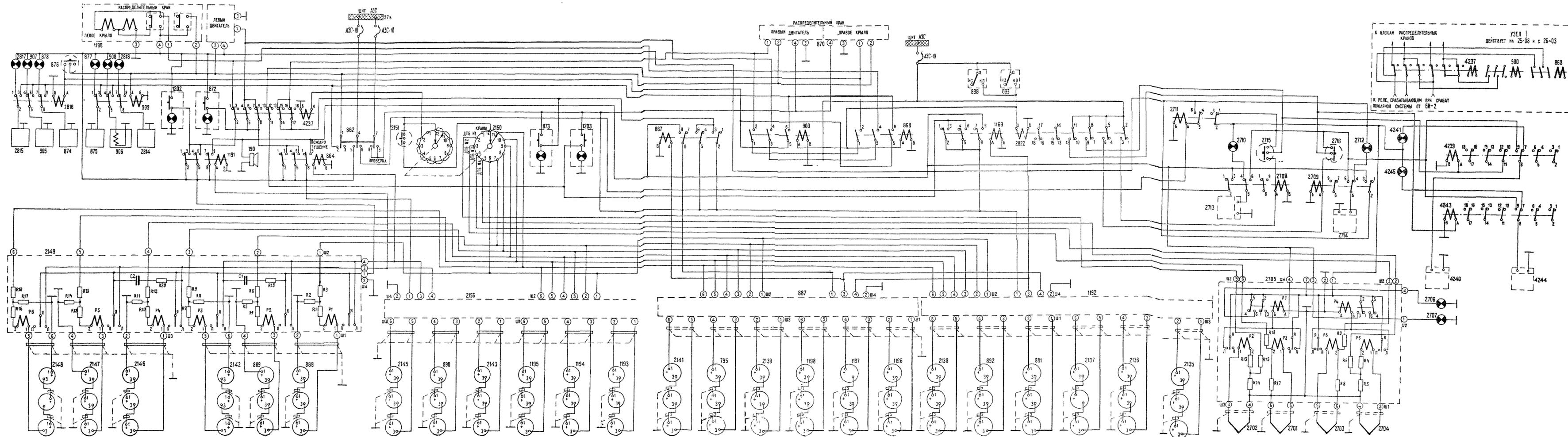
Реле, входящие в систему пожаротушения, размещены в релейной коробке на потолке между шпангоутами № 8—9 (см. фиг. 38), а сирена — на стенке шпангоута № 7.

### СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ О ПОЖАРЕ ССП-2А

Система сигнализации о пожаре ССП-2А предназначена для обнаружения пожара в топливных отсеках полукрыльев и гондолах двигателей и автоматического или ручного включения соответствующих баллонов подачи огнегасящего состава. Одновременно система выдает звуковой и световой сигналы экипажу о возникновении пожара.

#### Основные данные

|  |                 |
|--|-----------------|
| Напряжение питания постоянным током  | 27 в ± 10%      |
| Температура срабатывания при скорости нарастания температуры среды, окружающей датчики, 2° С в секунду и одновременном нагреве трех датчиков (при этом скорость воздушного потока, обдувающего датчики, 3—4 м/сек) | не ниже 150° С  |
| Инерционность системы при переносе трех последовательно включенных датчиков из среды с температурой +60° С в среду с температурой +350° С при обдуве их со скоростью 3—4 м/сек                                     | не более 1 сек  |
| Температура отпущения системы при резком снижении температуры  | не более 130° С |
| Кратность срабатывания и возвращения в состояние готовности к действию   | 10              |
| Напряжение срабатывания при сопротивлении внешней цепи датчиков до 2 ом  | от 28 до 38 мв  |



Фиг. 151. Электросхема противопожарной системы:

190 — сирена С-1; 795, 2141 и 890, 2145 — датчики ДПС 1АГ (№ 13—18) в хвостовой части гондолы правого и левого двигателей; 862 — переключатель ЗППНГ-15К «Пожаротушение — Проверка» на щитке флюгирования и пожаротушения; 864, 867, 1189, 1191 — реле ТКЕ53ПД 2-й серии включения противопожарной системы при пожаре в левом, правом двигателях и в правом, левом полукрыльях; 868, 900 — контакторы ТКД103ДА аварийного включения противопожарной системы ССП-2А; 870, 1190 — распределительные краны (agr. 781100); 872, 873, 1202, 1203 — лампы-кнопки СЛЦ.51 и 204К сигнализации и включения противопожарной системы в левой и правой гондолах двигателей; в левом и правом полукрыльях; 874, 875, 905, 906, 2814, 2815 — пиропатроны ПП-3 баллонов ОС-8М в хвостовой части гондолы левого двигателя; 876, 2151, 2715, 2716 — кнопки 206К включения баллонов ОС-8М, проверки исправности датчиков и включения баллонов ОС-2ИЛ левого и правого двигателей; 877, 878, 907, 908, 2817, 2818 — лампы СЛМ-61 сигнализации исправности пиропатронов баллонов ОС-8М; 887, 1192, 2149, 2156 — исполнительные блоки БИ-2АУ правого полукрыла и правого двигателя левого полукрыла и левого двигателя; 888, 889, 891, 892 — датчики ДПС-1АГ (№ 1—6) в подкапотном пространстве гондол левого и правого двигателей; 898, 899 — концевые выключатели ВК2-140Р включения пожаротушения при аварийной посадке; 909, 1191, 2708, 2709, 2816 — реле ТКЕ53ПД 2-й серии; 1193—1195 и 2146—2148 — датчики ДПС-1АГ (№ 1—9 и № 10—18) на переднем и заднем лонжеронах левого полукрыла; 1196—1198 и 2135—2137 — датчики ДПС-1АГ (№ 1—9 и № 10—18) на переднем и заднем лонжеронах правого полукрыла; 2138, 2139 и 2142, 2143 — датчики ДПС-1АГ (№ 7—12) в отсеках шасси, гондол правого и левого двигателей; 2150 — переключатель ПГК1П2Н-8А перевозки датчиков; 2701, 2702, 2703, 2704 — датчики ДТБ-2 (№ 2, 1, 4, 3) на левом и правом двигателях; 2705 — исполнительный блок БИ-7, 2706, 2707 — лампы СЛЦН сигнализации пожара внутри левого и правого двигателей системы ССП-7; 2710, 2712, 4241, 4245 — лампы СЛМ-61 сигнализации исправности пиропатронов баллонов ОС-2ИЛ левого и правого двигателей; 2713, 2714, 4240, 4244 — пиропатроны ПП-3 баллонов ОС-2ИЛ левого и правого двигателей; 2822, 4237, 4239, 4243 — реле ТКЕ56ПД 2-й серии



Максимально допустимая температура среды, в которой могут находиться датчики  $+350^{\circ}\text{C}$   
 Вес комплекта не более 4 кг

Принцип работы системы основан на использовании явления возникновения термо-ЭДС в датчиках при изменении температуры окружающей среды со скоростью, превышающей скорость изменения температуры в обычном рабочем режиме

Чувствительным элементом датчика является дифференциальная термобатарея, собранная из восьми хромель-железовых термопар, имеющих инерционные и малоинерционные спаи и сваренных последовательно. При нагревании малоинерционные спаи нагреваются значительно быстрее инерционных, и в результате разности температур нагрева на выходе батареи появляются термо-ЭДС

Контактные штыри датчика имеют различные диаметры: плюсовой — 2 мм и минусовой — 1,5 мм. Сопротивление каждого датчика не более 0,5 Ом. Крепление датчиков производится в розетках ССП-2И-Р. Реле, резисторы и конденсаторы, входящие в схему системы ССП-2А, размещены в исполнительном блоке БИ-2АУ.

Для исключения случаев самопроизвольного срабатывания системы исполнительный блок подлежит надежному заземлению.

Сопротивление проводов, соединяющих одну группу из трех датчиков с блоком, не должно превышать 2 Ом. Провода от блока к датчикам одной группы и от этих датчиков к блоку на всем протяжении надо укладывать попарно со слабой скруткой (шаг скрутки 100 мм). Такой монтаж совместно с экранированием этих проводов предупреждает ложные срабатывания системы за счет наводок.

### СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ О ПОЖАРЕ ССП-7

Система ССП-7 предназначена для обнаружения пожара в двигателях, выдачи сигнала экипажу о возникновении пожара и ручного управления пожаротушением.

#### Основные данные

|   |  |
|---|--|
| Напряжение питания постоянным током   | 27 $\pm$ 10%                                     |
| Температура срабатывания в зонах камеры сгорания двигателя  | 300 $^{+150^{\circ}\text{C}}$                    |
| лобового картера двигателя  | 200 $^{+150^{\circ}\text{C}}$                    |
| Инерционность системы от момента достижения температуры среды 300 $^{+150^{\circ}\text{C}}$ в зоне камеры сгорания и +200 $^{+150^{\circ}\text{C}}$ в зоне лобового картера (при нарастании температуры со скоростью до 100 $^{\circ}\text{C}$ в секунду) | не более 2 сек                                   |
| от момента мгновенного воздействия пламени на рабочие спаи датчика  |  |
| по каналу лобового картера  | не более 3 сек                                   |
| по каналу камеры сгорания   | не более 4 сек                                   |
| Максимальная рабочая температура среды, в которой могут находиться датчики без срабатывания системы   | не более 250 $^{\circ}\text{C}$ в течение 10 мин |
| Вес комплекта   | не более 4 кг                                    |

Принцип действия системы аналогичен системе ССП-2А. Чувствительным элементом датчика ДТБ-2А является дифференциальная термобатарея, собранная из семи термопар (из проволок НЖ и СК), сваренных последовательно. Рабочие спаи термобатареи располагаются внутри двигателя, нербочие — с внешней стороны. Сопротивление каждого датчика не превышает 1 Ом.

В исполнительном блоке ССП-7-БИ установлены реле РПС-5, резисторы и конденсаторы, входящие в схему системы ССП-7. Блок подлежит надежному заземлению с переходным сопротивлением металлизации не более 600 мком.

Требования к величине сопротивления и монтажу соединительных проводов аналогичны требованиям к системе ССП-2А.

### БЛОК РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ КРАНОВ 781100

Блок распределительных пожарных кранов 781100 предназначен для направления огнетушащей жидкости в требуемый отсек.

Открытие крана осуществляется электромагнитом, закрывание происходит при обесточенном электромагните с помощью пружины.

#### Основные данные

|  |                |
|--|----------------|
| Диапазон изменения напряжения питания постоянным током | 18—29 В        |
| Потребляемый ток при включении                         | не более 8 А   |
| при удерживании  | не более 0,6 А |
| Время открывания                                       | 1 сек          |
| Диаметр проходного сечения                             | 18 мм          |
| Вес  | не более 4 кг  |

Положение блока — произвольное, но рекомендуемое положение — вертикальное.

## 22. ЭЛЕКТРОСХЕМА СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Электросхема системы защиты от пожара (фиг 151) обеспечивает:

- сигнализацию о пожаре,
- автоматическое управление пожаротушением в межбачковых отсеках и подкапотном пространстве двигателей с помощью системы ССП-2А,
- ручное управление пожаротушением в межбачковых отсеках и подкапотном пространстве двигателей, а также внутри двигателей;
- автоматическое включение систем пожаротушения при аварийной посадке с убранным шасси,
- проверку исправности систем пожаротушения.

### АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОЖАРОТУШЕНИЕМ

Для автоматического управления пожаротушением главный переключатель 862 системы защиты от пожара должен быть установлен в положение «Пожаротушение» (по схеме влево). При этом напряжение бортовой сети поступает на лампы 2817, 907, 878, 877, 908 и 2818 сигнализации исправности пиропатронов баллонов пожаротушения 2815, 905, 874, 875, 906 и 2814 системы ССП-2А соответственно, «минус» на эти лампы поступает через накальные нити соответствующих пиропатронов. За счет большого

сопротивления нитей накала перечисленных ламп (типа СМ-31) ток, протекающий по накальным нитям пиропатронов, недостаточен для срабатывания последних. Вместе с тем горение этих ламп свидетельствует об исправности электроцепей соответствующих пиропатронов. Аналогичным образом горение ламп 2710, 2712, 4241 и 4245 сигнализирует об исправности электроцепей пиропатронов баллонов 2713, 2714, 4240 и 4244 с огнегасящей смесью, подаваемой при пожаре внутрь двигателей с помощью системы ССП-7. Горение указанных ламп сигнализации при включенном главном выключателе соответствует исходному состоянию системы.

Ниже приводится описание работы системы при пожаре в районе заднего лонжерона левого полукрыла. Работа системы при пожаре в любом другом отсеке, охватываемом системой ССП-2А (левой и правой gondолах, на переднем лонжероне левого и правого полукрыльев, заднем лонжероне правого полукрыла), происходит аналогично.

В случае пожара в районе заднего лонжерона датчики 2148 (или шесть других датчиков 2147, 2146, установленные в этом отсеке и объединяемые блоком 2149 (БИ-2АУ) в одну группу) охватываются воздушной средой, температура которой изменяется со скоростью не ниже 2°С в секунду. В каждом из этих трех датчиков возникает термо-э.д.с., которая благодаря их последовательному соединению складывается, и по обмотке реле РПС-5 (реле Р6 в блоке БИ-2) протекает ток, достаточный для срабатывания реле.

В результате срабатывания реле РПС-5 напряжение с главного переключателя 862 через клемму 1 Ш4 блока 2149, замкнувшиеся контакты реле РПС-5, клемму 3 Ш4 блока поступает на обмотку реле 1191. Это реле, срабатывая, подает напряжение от главного переключателя 862 на лампу-кнопку 1202 сигнализации о пожаре, на сирену 190 и через нормально-замкнутые контакты реле 4237 — на обмотку электромагнита блока распределительных кранов 1190, который срабатывает и становится на самоподпитку за счет переключки концевых выключателя, вмонтированного в каждый кран блока. Благодаря этому, даже в том случае, если электрическая цепь датчиков в дальнейшем будет повреждена, распределительный кран останется открытым.

Таким образом, выдается световая сигнализация о пожаре, дублируемая звуковым сигналом, и открывается канал трубопровода в соответствующий отсек (район заднего лонжерона).

После срабатывания крана 1190 напряжение с клеммы 2 его ШР через контакты главного переключателя 862 подается на реле 909, которое, срабатывая, подает напряжение на пиропатроны 875, 906 и 2814 баллонов ОС-8М. В результате огнегасящая смесь этих баллонов через открытый распределительный кран подается к месту пожара.

Как видно из схемы, при срабатывании реле 909 и пиропатронов этих баллонов гаснут лампы сигнализации 877, 908 и 2818 готовности баллонов к работе. После возвращения реле 909 в исходное положение (после закрытия распределительного крана) лампы больше не загораются, так как накальные нити пиропатронов перегорели и «минусовая» цепь ламп сигнализации оборвана.

При срабатывании крана 1190 напряжение с клеммы 2 его ШР поступает и на кнопку 876, после нажатия на которую срабатывают последующие три баллона 2815, 905 и 874. При этом гаснут лампы сигнализации 2817, 907 и 878 готовности к работе этих баллонов.

После того как пожар потушен, для закрытия крана 1190 достаточно кратковременно отключить главный переключатель 862. При этом обесточивается обмотка электромагнита крана (с клеммы 4 его ШР снимается напряжение), он закрывается под действием пружины и гаснет лампа-кнопка 1202 сигнализации о пожаре в левом полукрыле. Повторным включением главного переключателя система вновь подготавливается к работе.

## РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОЖАРОТУШЕНИЕМ

В случае возникновения пожара в межбачковых отсеках или в подкапотном пространстве двигателей и несрабатывании автоматики пожаротушения (ССП-2А) можно осуществить ручное управление пожаротушением. Для этого достаточно кратковременно нажать на корпус соответствующей лампы-кнопки, например лампы-кнопки 1202 при пожаре в левом полукрыле. Через замкнувшиеся контакты лампы-кнопки питание будет подаваться на лампу сигнализации о пожаре, на блок распределительных кранов и баллоны пожаротушения также, как и при срабатывании датчиков пожаротушения. Однако в этих случаях сирена работать не будет. Дальнейший процесс управления и работа схемы протекают аналогично описанному выше.

В отличие от системы пожаротушения в крыле и подкапотном пространстве двигателей, охватываемой ССП-2А, система пожаротушения внутри двигателей (ССП-7), обеспечивая световую и звуковую сигнализацию о пожаре, позволяет осуществить только ручное управление пожаротушением. Работа этой системы протекает следующим образом (ниже дается описание работы схемы левого двигателя; работа схемы правого двигателя аналогична).

За счет термо-э.д.с. датчика 2702 пожаротушения, возникающей при пожаре, в блоке БИ-7 срабатывает реле Р2. Это приводит к срабатыванию реле Р1, так как к клемме 1 Ш4 блока БИ-7 от главного выключателя подается напряжение бортовой сети. После срабатывания реле Р1 загорается лампа 2706 сигнализации о пожаре в левом двигателе и включается сирена (за счет перехода напряжения с клеммы 1 Ш4 БИ-7 через замкнувшиеся контакты реле Р1 на клеммы 4 разъемов Ш2 и Ш4 соответственно).

При обнаружении пожара в левом двигателе благодаря указанным сигналам или даже при их отсутствии, включение системы пожаротушения осуществляется нажатием на кнопку 2715. Напряжение на эту кнопку поступает от главного выключателя через нормально-замкнутые контакты реле 2711. При нажатии на кнопку 2715 срабатывают реле 2708 и 4239, в результате чего гаснут лампы 2710 и 4241 готовности баллонов пожаротушения, а сами баллоны приводятся в действие благодаря подаче напряжения на их пиропатроны. Работа сигнализации и взрыва пиропатронов происходит аналогично тому, как это описано выше для системы ССП-2А.

По окончании пожара гаснет лампа сигнализации 2706 или 2707. Возвращение системы в исходное положение, как и ранее, осуществляется главным переключателем 862.

#### РАБОТА СИСТЕМЫ ПРИ АВАРИЙНОЙ ПОСАДКЕ

Автоматическое включение системы защиты от пожара происходит при аварийной посадке самолета с убраным шасси и смятии нижней обшивки фюзеляжа в местах установки концевых выключателей 898 или 899 — за счет срабатывания хотя бы одного из них. При этом напряжение через замкнутые контакты выключателей подается на обмотки реле 868, 900 и 2822.

В результате срабатывания этих реле обеспечивается:

— открытие всех распределительных кранов и последующее срабатывание шести баллонов пожаротушения;

— срабатывание баллонов для подачи огнегасящей смеси внутрь двигателей;

— загорание ламп-кнопок сигнализации о пожаре;

— погасание всех ламп сигнализации готовности баллонов к работе.

Концевые выключатели 898 и 899 предназначены для разового использования.

#### ПРОВЕРКА ИСПРАВНОСТИ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Такая проверка должна производиться при обязательной постановке главного переключателя 862 в положение «Проверка». Этим предупреждается срабатывание баллонов при проверке, так как замыкается электрическая цепь пиропатронов этих баллонов.

Проверка исправности системы путем нажатия на лампы-кнопки сигнализации осуществляется также, как и при ручном управлении пожаротушением (без срабатывания баллонов). При этом горение ламп-кнопок при их принудительном нажатии свидетельствует об их исправности (напряжение на лампы подается непосредственно через замкнутые контакты кнопок). Продолжение горения

ламп-кнопок после прекращения принудительного нажатия на них говорит о том, что пожарные краны открылись (т. е. они исправны). Для возвращения схемы в исходное положение главный выключатель 862 устанавливается в нейтральное положение. При этом обесточиваются обмотки электромагнитов распределительных кранов, последние закрываются и гаснут лампы-кнопки.

Исправность электроцепей датчиков и исполнительных блоков систем ССП-2А и ССП-7 проверяется со щитка контроля системы установкой переключателя 2150 в одно из его рабочих положений, в соответствии с группой проверяемых датчиков.

При каждом положении переключателя нажимается кнопка 2151. При нажатии кнопки 2151 и положении переключателя 2150, например, в позиции 6 напряжение подается через клеммы 1 Ш2 всех четырех исполнительных блоков БИ-2 на обмотки реле Р1 в этих блоках.

В случае исправности реле Р1 и цепи датчиков пожаротушения это реле срабатывает, что приводит к выдаче блоком БИ-2 сигнала (через клемму 4 Ш4) на срабатывание реле 864. После этого срабатывает лампа сигнализации 872. Благодаря тому что при указанной проверке реле 4237 находится во включенном состоянии за счет подачи напряжения на его обмотку от второй платы переключателя 2150, цепь включения распределительного крана разомкнута. Поэтому многократная погрупповая проверка датчиков пожаротушения не сопровождается столь же многократным срабатыванием блоков распределительных кранов, что привело бы к снижению срока их службы.

Все группы датчиков системы ССП-2А и датчики системы ССП-7 вместе с соответствующими электроцепями проверяются аналогично. Исправность цепей автоматического включения систем пожаротушения, рассчитанного на аварийную посадку самолета, проверяется с помощью специальных щупов путем нажатия на штоки концевых выключателей 898 и 899 через отверстия в обтекателях, закрывающих эти выключатели. С самолета серии 26-03 при проверке датчиков электрические цепи разорваны контактами реле 4237, как показано на фиг. 151, узел I.

## ГЛАВА IX

# СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА АРТМ-52

Система автоматического регулирования температуры масла АРТМ предназначена для поддержания в заданных пределах температуры в масляных двигателях и для предохранения масляного радиатора от воздействия повышенных давлений в условиях эксплуатации на самолете.

## 23. АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

В систему АРТМ каждого двигателя входят:  
— терморегулятор (изд. 1074);  
— коробка управления (изд. 1100);

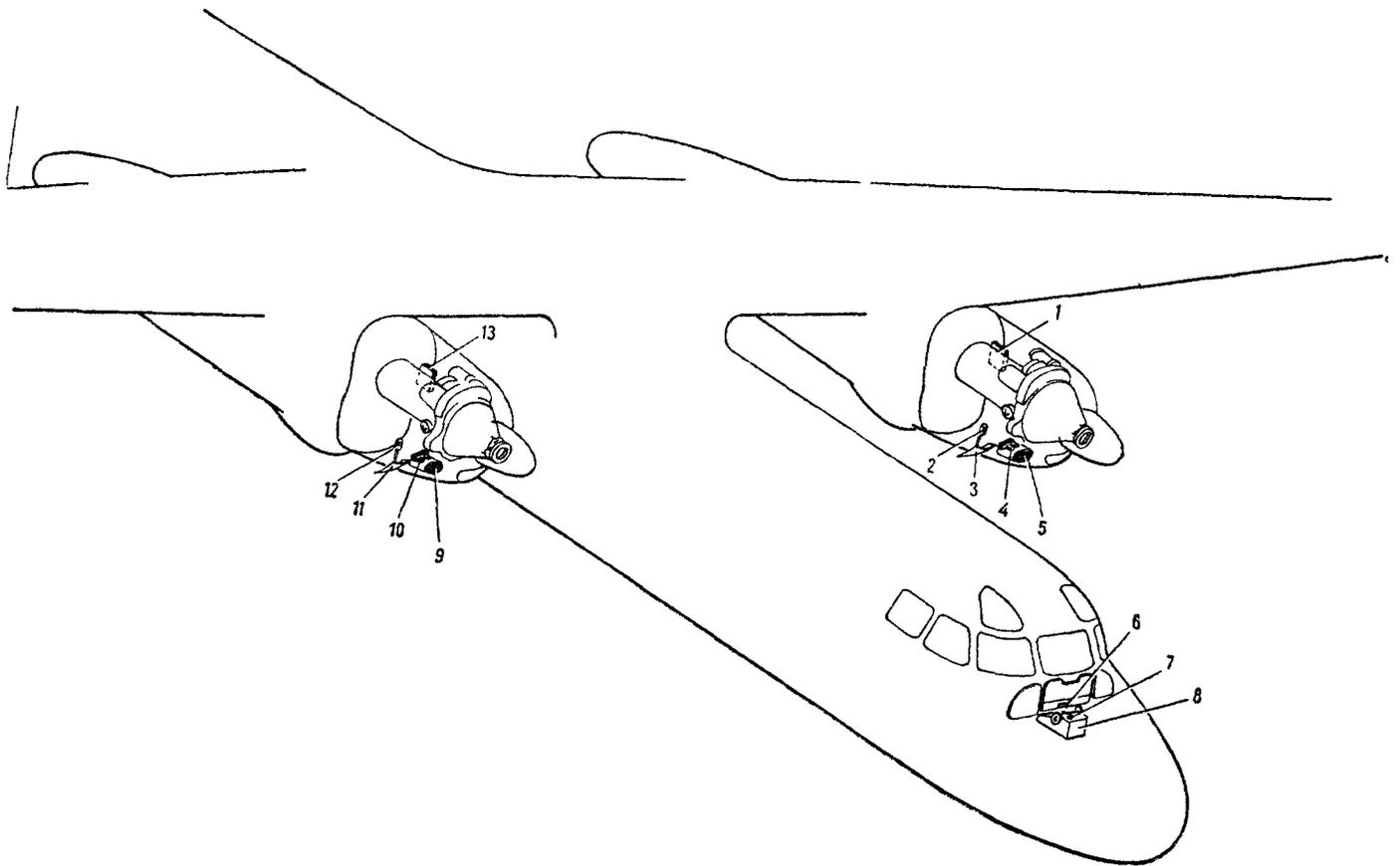
- электромеханизм МВР-2В;
- переключатели и автоматы защиты сети;
- указатель положения заслонки туннеля маслорадиатора УЮЗ-4 (один на оба двигателя).

Размещение агрегатов системы показано на фиг. 152.

Терморегулятор привода заслонки туннеля мас-

штока реверсивного электромеханизма, перемещающего заслонку туннеля маслорадиатора в зависимости от изменения температуры масла.

При возникновении в масляной системе повышенных давлений клапанное устройство терморегулятора защищает радиатор от разрушения, перепуская масло с входа на выход минуя соты радиатора.



Фиг. 152. Размещение электроагрегатов АРТМ-52:

1, 13 — коробки управления (изд. 1100); 2, 12 — электро механизмы МВР-2В; 3, 11 — заслонки туннелей маслорадиаторов; 4, 10 — терморегуляторы (изд. 1074); 5, 9 — маслорадиаторы; 6 — органы управления АРТМ-52; 7 — указатель положения заслонок маслорадиаторов; 8 — центральный пульт.

лорадиатора установлен в гондоле на маслорадиаторе, а электромеханизм размещен на нижней крышке капота (фиг. 153). Там же, в гондоле на противопожарной перегородке (фиг. 154) установлена коробка управления.

Указатель положения заслонки туннеля маслорадиатора УЮЗ-4 установлен на центральном пульте в кабине экипажа. Управление заслонками туннелей маслорадиаторов осуществляется со средней панели приборной доски (фиг. 155).

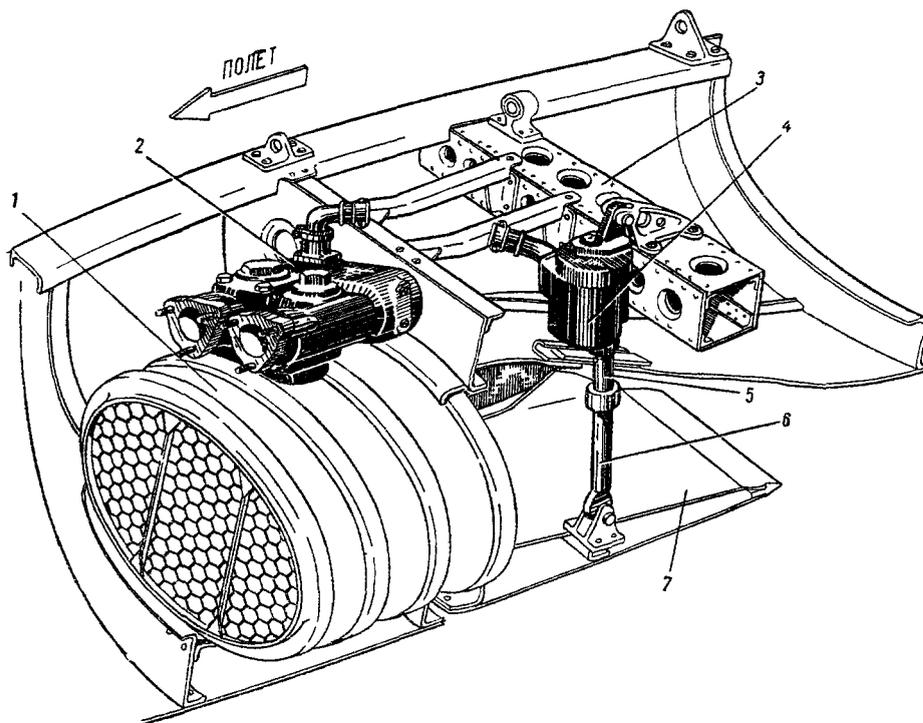
Питание системы производится со щита АЗС в кабине экипажа.

#### ТЕРМОРЕГУЛЯТОР (ИЗД. 1074)

Терморегулятор служит для установки в определенное положение заслонки туннеля маслорадиатора. Регулятор подает первичные импульсы тока на обмотки реле коробки управления, а через реле — на включение прямого или обратного хода

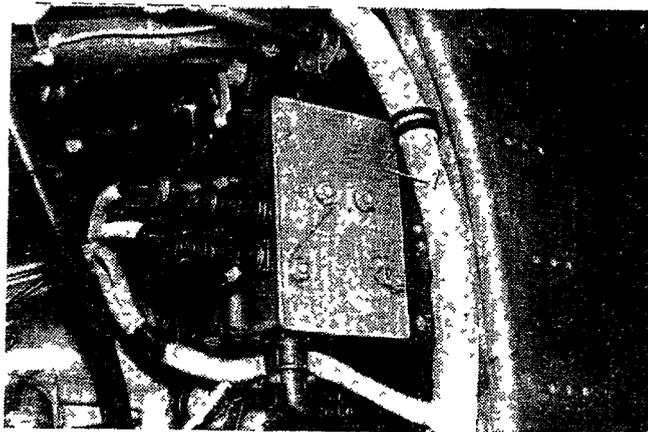
#### Основные данные

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Диапазон регулируемой температуры масла . . . . .   | 50—82° С                        |
| Давление, при котором осуществляется перепуск масла из входной полости в выходную . . . . .                                     | 4,7—4,9 кг/см <sup>2</sup>      |
| Давление, при котором срабатывает реле давления на закрытие заслонки туннеля маслорадиатора . . . . .                           | 4,4—4,8 кг/см <sup>2</sup>      |
| Давление, при котором срабатывает реле давления и включает электросхему на открывание заслонки туннеля маслорадиатора . . . . . | не менее 3,5 кг/см <sup>2</sup> |
| Температура масла на выходе из маслорадиатора, при которой полностью открывается заслонка . . . . .                             | не более 82° С                  |
| Температура масла на выходе из маслорадиатора, при которой полностью закрывается заслонка . . . . .                             | не менее 58° С                  |
| Число положений заслонки туннеля маслорадиатора при ходе штока электромеханизма 78±2 мм . . . . .                               | не менее 7                      |



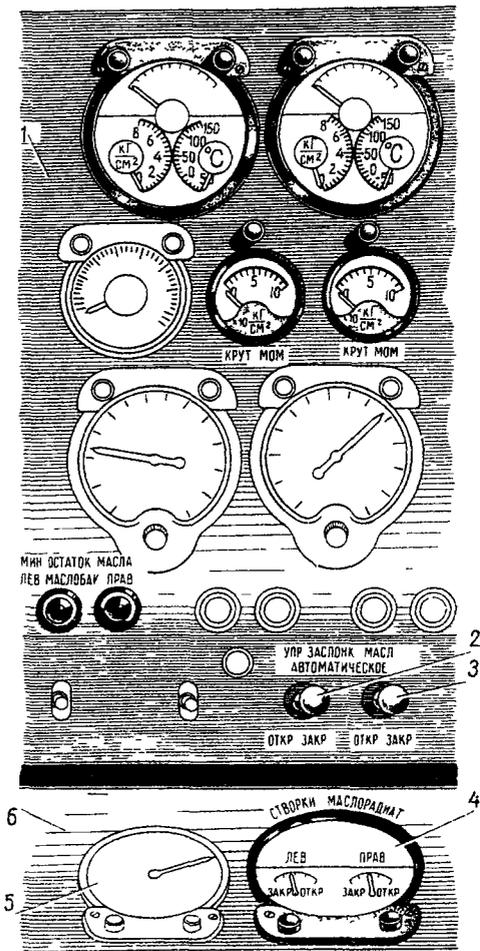
Фиг. 153. Установка электромеханизма МВР-2В и терморегулятора (изд. 1074) системы АРТМ-52 на нижней крышке капота:

1 — маслобак, 2 — терморегулятор (изд. 1074), 3 — поперечная балка, 4 — электромеханизм МВР 2В, 5 — направляющая, 6 — рабочий шток; 7 — заслонка туннеля маслорадиатора



Фиг. 154. Установка коробки управления:  
1 — коробка управления

Напряжение питания постоянным током . . . . .  $27 \text{ в} \pm 10\%$   
 Вес . . . . . не более 3 кг



Фиг. 155. Установка приборов контроля и элементов управления АРТМ-52:

1 — средняя панель приборной доски;  
 2, 3 — переключатели «Упр. заслонк. масл.», 4 — указатель УЮЗ-4 положения створок туннеля маслорадиаторов;  
 5 — указатель УЗП-1 положения закрылков;  
 6 — горизонтальная панель центрального пульта

Терморегулятор состоит из следующих частей: корпуса с клапанами, термочувствительного биметаллического элемента с двумя импульсными электромагнитами, подвижных контактов (якорьков), являющихся следящей системой терморегулятора, реле давления и штепсельных разъемов.

Регулятор крепится винтами и гайками к фланцу маслорадиатора через имеющиеся на корпусе отверстия и шпильки.

#### КОРОБКА УПРАВЛЕНИЯ (ИЗД. 1100)

Коробка управления предназначена для включения реверсивного электромеханизма, а также для включения и выключения цепи электромагнитов датчика обратной связи терморегулятора после получения им кратковременного импульса тока.

Кроме того, коробка управления служит переходной коробкой для всех электрических соединений между терморегулятором, электромеханизмом, указателем положения заслонки и переключателем управления.

#### Основные данные

|                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Напряжение срабатывания реле коробки: |                         |
| при нормальных условиях (+20° С)      |                         |
| на замыкание . . . . .                | не более 18 в           |
| на отпускание . . . . .               | не более 5 в            |
| при повышенной температуре (+50° С)   |                         |
| на замыкание . . . . .                | не более 20 в           |
| на отпускание . . . . .               | не более 5 в            |
| при пониженной температуре (—60° С)   |                         |
| на замыкание . . . . .                | не более 15 в           |
| на отпускание . . . . .               | не более 5 в            |
| Рабочее напряжение . . . . .          | $27 \text{ в} \pm 10\%$ |
| Потребляемый ток . . . . .            | не более 0,21 а         |
| Вес (без штепсельных разъемов)        | не более 1,3 кг         |

Коробка управления состоит из следующих частей: корпуса, трех электромагнитных реле, конденсатора и сопротивлений, соединенных в искрогасительный контур, и штепсельных разъемов. Искрогасительный контур состоит из сдвоенного конденсатора, четырех сопротивлений и служит для уменьшения искрения на контактах датчика терморегулятора, а также для уменьшения напряжения самоиндукции катушек реле.

Коробка управления крепится болтами через сквозные отверстия в ее корпусе.

#### ЭЛЕКТРОМЕХАНИЗМ МВР-2В

Электромеханизм МВР-2В предназначен для перемещения заслонки туннеля маслорадиатора в положение, соответствующее необходимым режимам температуры масла двигателя.

#### Основные данные

|   |   |
|---|---|
| Рабочее напряжение . . . . .  | $27 \text{ в} \pm 10\%$   |
| Рабочий ход штока (без учета инерционного выбега) . . . . .   | $78 \pm 2 \text{ мм}$   |
| Примечание. Рабочий ход штока может быть установлен поставщиком в диапазоне от 20 до 80 мм на величину, кратную 10 с точностью $\pm 2 \text{ мм}$ . |   |
| Номинальная осевая нагрузка на шток . . . . .   | 300 кг  |
| Максимальная осевая нагрузка на шток . . . . .  | 550 кг  |
| Время полного перемещения штока.  |   |
| при нормальной нагрузке . . . . .   | не более 30 сек   |
| при максимальной нагрузке . . . . .   | не более 35 сек   |
| Потребляемый ток:   |   |
| при нормальной нагрузке . . . . .   | не более 3,5 а  |
| при максимальной нагрузке . . . . .   | не более 4,5 а  |
| Полное сопротивление обмотки потенциометра . . . . .  | $530 \pm 25 \text{ ом}$   |
| Инерционный выбег штока на холостом ходу при номинальном напряжении . . . . .   | не более 1,2 мм   |
| Режим работы . . . . .  | повторно - кратковременный. 70 включений продолжительностью 2 сек каждое с перерывами |

вами между включениями по 20 сек; после 70 включений — полное охлаждение (один цикл)

Примечание При работе электромеханизма в системе АРТМ при выдвигании штока микровыключатель прерывателя дает в систему импульсы через 6,5 мм хода штока, т. е. 12 импульсов за ход 78 мм.

Вес . . . . . не более 3,9 кг

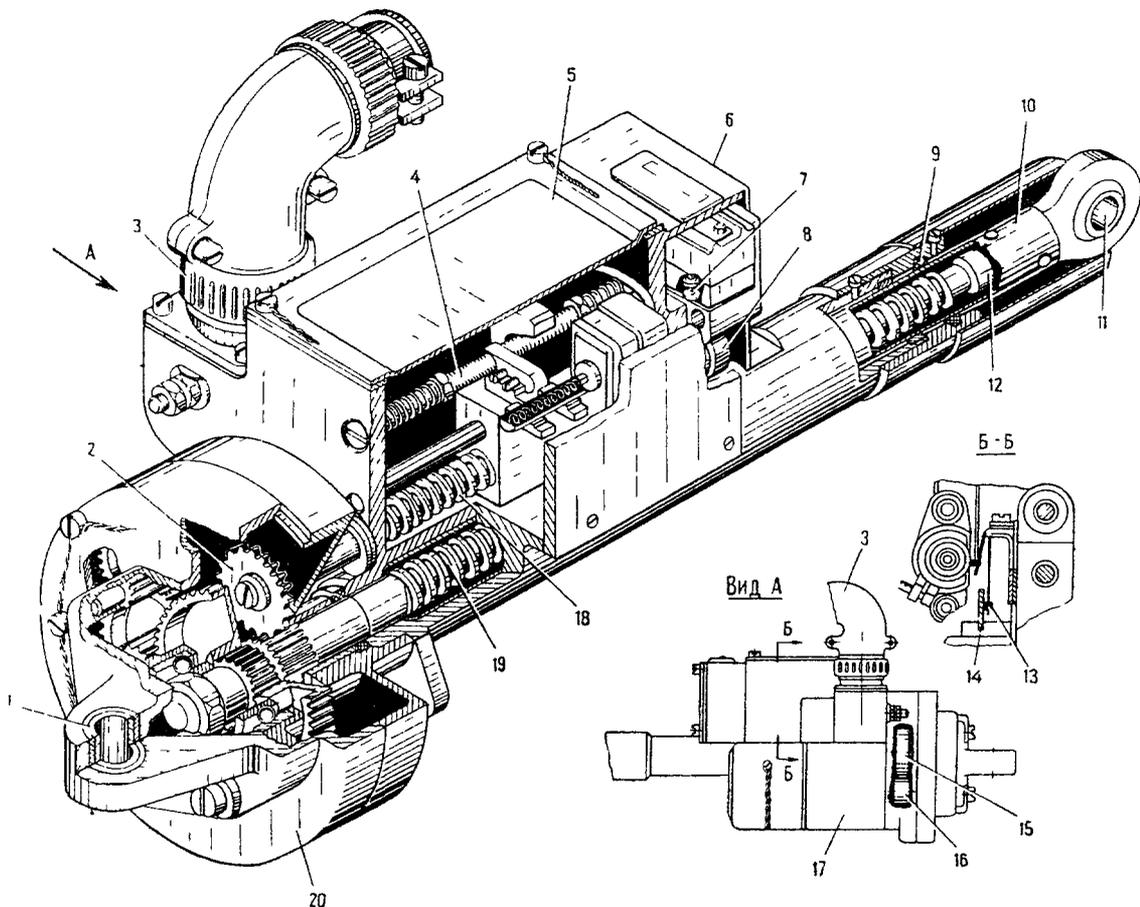
Электромеханизм состоит из электродвигателя Д-38Т, коробки микровыключателей, редуктора и ходового винта. Общий вид электромеханизма приве-

#### УКАЗАТЕЛЬ ПОЛОЖЕНИЯ ЗАСЛОНКИ УЮЗ-4

Четырехстрелочный указатель предназначен для контроля за положением заслонок туннелей маслорадиаторов. На самолете используются две из четырех стрелок прибора. Датчиками прибора служат потенциометры, размещенные в электромеханизмах МВР-2В.

#### Основные данные

Напряжение питания по постоянно-му току . . . . . 27 в ± 10%



Фиг. 156. Электромеханизм МВР-2В:

1 — ушко крепления электромеханизма, 2, 18 — зубчатое колесо и ходовой винт потенциометра, 3 — штепсельный разъем, 4 — потенциометр; 5 — крышка коробки микровыключателей; 6 — крышка для доступа к узлу прерывателя, 7, 8 — кнопки и кулачок прерывателя, 9 — уплотнение, 10 — рабочий шток с гайкой, 11 — проушина крепления к заслонке маслорадиатора, 12 — упорная гайка; 13, 14 — контакт и токосъемная пластина, 15, 16 — зубчатые колеса редуктора и электродвигателя; 17 — электродвигатель, 19 — ходовой винт рабочего штока, 20 — корпус редуктора

ден на фиг. 156, а его электрокинематическая схема — на фиг. 157.

Электродвигатель Д-38Т — закрытого исполнения, реверсивный, постоянного тока, последовательного возбуждения. Он снабжен электромагнитной муфтой торможения, ток включения которой не более 4,5 а.

Крепят электромеханизм за проушины. Неподвижное ушко крышки редуктора крепят шарнирно к кронштейну, укрепленному в gondole двигателя, а проушину рабочего штока — шарнирно к заслонке туннеля маслорадиатора

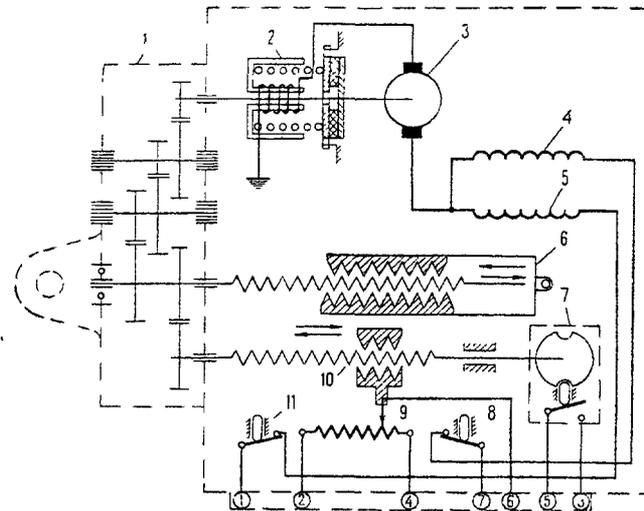
Погрешность указателя при изменении температуры окружающей среды от +50 до -60° С . . . . .

не более 3 мм по шкале указателя  
не более 0,4 кг

Вес

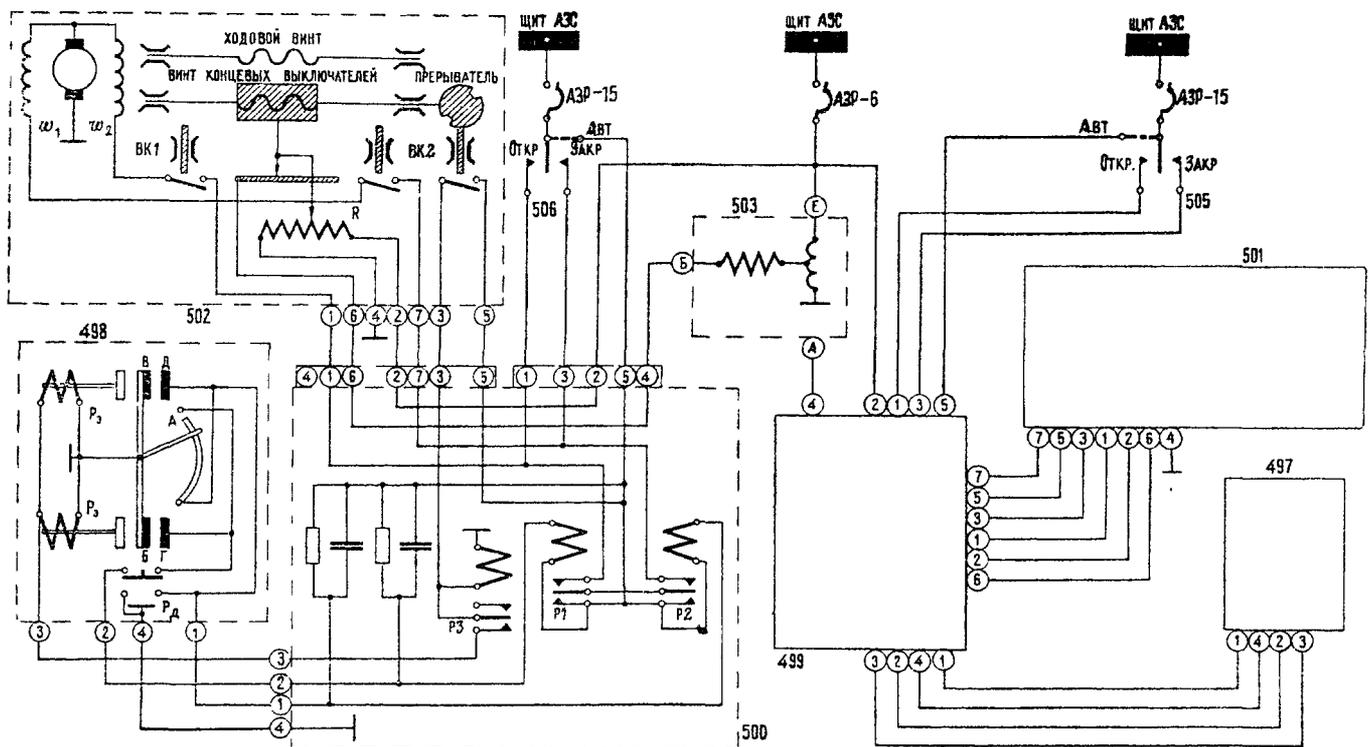
#### 24. РАБОТА СИСТЕМЫ

Электрическая схема системы регулирования температуры масла приведена на фиг. 158. Ниже приводится описание работы схемы регулирования левого двигателя. Схема правого двигателя работает аналогично



Фиг. 157. Электрокинематическая схема МВР-2В:

1 — редуктор; 2 — тормозная электромагнитная муфта; 3 — якорь электродвигателя; 4, 5 — обмотки возбуждения на выпуск и уборку штока; 6 — рабочий шток и ходовой винт; 7 — прерыватель с концевым выключателем ВК1-142; 8, 11 — концевые выключатели ВК1-141 уборки и выпуска штока; 9 — потенциометр; 10 — винт потенциометра



Фиг. 158. Электросхема автоматического регулирования температуры масла АРТМ:

497, 498 — терморегуляторы (изд. 1074) температуры масла правого и левого двигателей; 499, 500 — коробки управления (изд. 1100); 501, 502 — электромеханизмы МВР-2В заслонок туннелей маслорадиаторов двигателей; 503 — указатель УЮЗ-4 положения заслонок; 505, 506 — переключатели П2НПГ-15К управления заслонками туннелей маслорадиаторов правого и левого двигателей

Автоматический режим регулирования температуры масла определяется положением «Авт.» переключателя 506. Во время запуска двигателя, когда масло недостаточно прогрето, в полости входа терморегулятора 498 возникает значительная величина давления масла. При величине давления до 4,4—4,8  $\text{кг/см}^2$  срабатывает реле давления  $P_d$ , разрывается электрическая цепь терморегулятора и замыкается цепь на полное закрытие заслонки маслорадиатора. При снижении давления на входе терморегулятора до 3,5  $\text{кг/см}^2$  реле давления  $P_d$  возвращается в исходное положение, цепь автоматического регулирования температуры масла замыкается.

При повышении температуры масла пружинный контакт А, укрепленный на оси термочувствительного элемента, скользит по контактной ламели. Напряжение с переключателя 506 через клемму 5 ШР коробки управления 500 подается на нижние (по схеме) контакты реле Р1 и Р2. За счет того, что цепь обмотки Р2 замкнута (через пружинный контакт А изд. 1074), это реле срабатывает, размыкая нижние и замыкая свои верхние контакты; с нижнего контакта реле Р1 напряжение через замкнувшиеся верхние контакты реле Р2 поступает на обмотку возбуждения  $w_1$  электромеханизма 502. В описанном состоянии схемы заслонка туннеля маслорадиатора остается закрытой.

При дальнейшем повышении температуры масла подвижный контакт (якорек) Б, укрепленный на оси термочувствительного элемента, подойдет к контактному винту Г. В момент контактирования срабатывает реле Р1. Так как реле Р2 остается при этом под током, питание электромеханизма прекращается. Таким образом, управлять электромеханизмом МВР-2В можно лишь при срабатывании реле Р1 или Р2; при обоих отключенных и включенных реле электромеханизм обесточен.

При еще большем росте температуры масла подвижный контакт (якорек) В упирается в сердечник электромагнита, а пружинный контакт А продолжает скользить по ламели. При достижении маслом на выходе из маслорадиатора температуры 64—68°С пружинный контакт А сходит с ламели. В этот момент прерывается цепь питания обмотки реле Р2, оно возвращается в исходное положение, при котором нижние контакты замкнуты, а верхние разомкнуты. Так как реле Р1 остается под током, электромеханизм начинает выдвигать шток, открывая заслонку маслорадиатора, при этом электропитание поступает на обмотку  $w_2$  возбуждения МВР-2В.

Одновременно с выдвиганием штока вращается винт концевых выключателей электромеханизма, на конце которого закреплен фигурный кулачок прерывателя. При разомкнутой цепи прерывателя катушка реле Р3 обесточена, и подвижный контакт этого реле контактирует с его нижним контактом, чем подготавливается к действию цепь обратной связи.

При открытии заслонки туннеля маслорадиатора на угол, соответствующий ходу штока 6,5 мм, кулачок прерывателя замыкает контакты переключателя.

В первый момент напряжение подается через нижний контакт реле Р3 к обмоткам импульсных электромагнитов Р, терморегулятора, притягивая контакт Б и разрывая тем самым цепь управления

электромеханизмом на выдвигание штока. Электромеханизм, открыв заслонку туннеля маслорадиатора на угол, соответствующий ходу штока 6,5 мм, останавливается. За счет протекания тока по обмотке реле Р3 последнее срабатывает, прерывая цепь питания импульсных электромагнитов терморегулятора. При этом контакт Б освобождается от действия магнитного поля и при дальнейшем повышении температуры масла может вновь свободно перемещаться по направлению к винту Г. Таким образом осуществляется обратная связь системы регулирования.

С последующим ростом температуры якорек Б перемещается по направлению к винту Г, и при их соприкосновении срабатывает реле Р1 коробки управления, электромеханизм продолжает открывать заслонку маслорадиатора на следующую ступень.

Система АРТМ в диапазоне регулирования температуры масла открывает и закрывает заслонку маслорадиатора двенадцать промежуточными ступенями, каждая из которых соответствует ходу штока электромеханизма 6,5 мм. Время включения электромеханизма зависит от величины изменения температуры масла. Поэтому величина открывания или закрывания заслонки маслорадиатора пропорциональна изменению температуры масла.

Величина открывания или закрывания заслонки фиксируется на шкале указателя 503 (УЮЗ-4). При работе электромеханизма на открывание или закрывание заслонки винт концевых выключателей вращается и передвигает ползунок, контакты которого скользят по обмотке потенциометра R, изменяя сопротивление и силу тока в обмотках статора УЮЗ-4. Это изменение силы тока вызывает поворот магнита ротора и стрелки, укрепленной на роторе и указывающей величину открывания или закрывания заслонки маслорадиатора.

Для повышения устойчивости работы АРТМ терморегулятор обеспечивает зону нечувствительности в пределах не менее 3°С, необходимую для того, чтобы при установившемся режиме работы двигателя АРТМ не реагировала в диапазоне этой зоны на небольшие изменения температуры масла (кратковременного или случайного характера) и не изменяла положения заслонки маслорадиатора.

При понижении температуры масла процесс работы электросхемы АРТМ аналогичен.

При возникновении величины давления масла на входе в маслорадиатор более 4,4—4,8  $\text{кг/см}^2$ , независимо от температуры масла, срабатывает реле давления  $P_d$  терморегулятора. В этом случае электромеханизм включается и полностью закрывает заслонку (за счет срабатывания концевых выключателей реле давления срабатывает реле Р2 в коробке управления, и напряжение с нижнего контакта реле Р1 поступает через верхний контакт реле Р2 на обмотку  $w_1$ , обеспечивающую уборку штока электромеханизма, т. е. на закрывание заслонки). Повторное подключение электромеханизма к системе автоматического регулирования происходит при понижении величины давления масла не менее 3,5  $\text{кг/см}^2$ .

Управление заслонкой туннеля маслорадиатора может производиться и вручную — установкой переключателя 506 в одно из соответствующих поло-

жений. При этом электромеханизм будет работать в течение всего времени, пока этот переключатель нажат.

В крайних положениях электромеханизма его электродвигатель отключается концевыми выключателями ВК1 или ВК2, встроенными в МВР-2В.

## ГЛАВА X

# ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ЗА РАБОТОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

Ниже приводится описание приборов контроля за работой силовой установки и газотурбинного агрегата ГТД-16, за исключением топливомера и указателя положения заслонок маслорадиаторов, описанных ранее.

### 25. РАСХОДОМЕР ТОПЛИВА

Расходомер мгновенного (часового) и суммарного расхода топлива РТМС-1,2-Б1 (или РТМС-0,85-Б1) предназначен для измерения часового расхода и запаса топлива в баках на один двигатель. Барабан суммирующей части показывающего прибора перед вылетом самолета устанавливаются на отметке, соответствующей количеству залитого топлива.

Буква «Б» в шифре расходомера означает, что показывающий прибор имеет цифровой барабанчиковый счетчик, показывающий запас топлива непосредственно в виде трехзначного числа. Установка барабанчиков счетчика показывающего прибора на количество залитого в баки топлива производится с помощью кремальеры, расположенной на лицевой стороне прибора. Указатель часового расхода топлива стрелочного типа.

В комплект расходомера входят:

- датчик суммарного и часового расходов топлива;
- показывающий прибор;
- тиратронный прерыватель ПТ-56;
- трансформатор ТРП-52 (один трансформатор прикладывается на два комплекта расходомеров);
- запасной тиратрон.

#### Основные данные

|   |  |
|---|--|
| Напряжение питания по переменному току с частотой 400 гц  | 115 в  |
| Потребляемая мощность   | не более 80 в-а  |
| Вес   |  |
| датчика   | не более 1,7 кг  |
| показывающего прибора   | не более 1,1 кг  |
| тиратронного прерывателя ПТ-56  | не более 1,1 кг  |
| трансформатора ТРП-52   | не более 0,8 кг  |
| Погрешность показаний при нормальных условиях (20°С) по шкале запаса топлива  | не превышает ±2,5% от верхнего предела измерения приборов                  |
| Погрешность показаний при температурах воздуха от +50 до -60°С и соответственно топлива от +50 до -40°С по шкале запаса топлива | не превышает ±4,5% от номинального значения счетчика показывающего прибора |

Расходомер не учитывает поправки при измерениях топлива, плотность которого отлична от расчетного значения (0,776 г/см<sup>3</sup>). В этом случае доп. погрешность  $\Delta$  по той или другой шкале определяется из выражения

$$\Delta = \frac{P_1 - P}{P} 100\%,$$

где  $P_1$  — действительное значение плотности топлива;

$P$  — расчетное значение плотности топлива для данного типа расходомера.

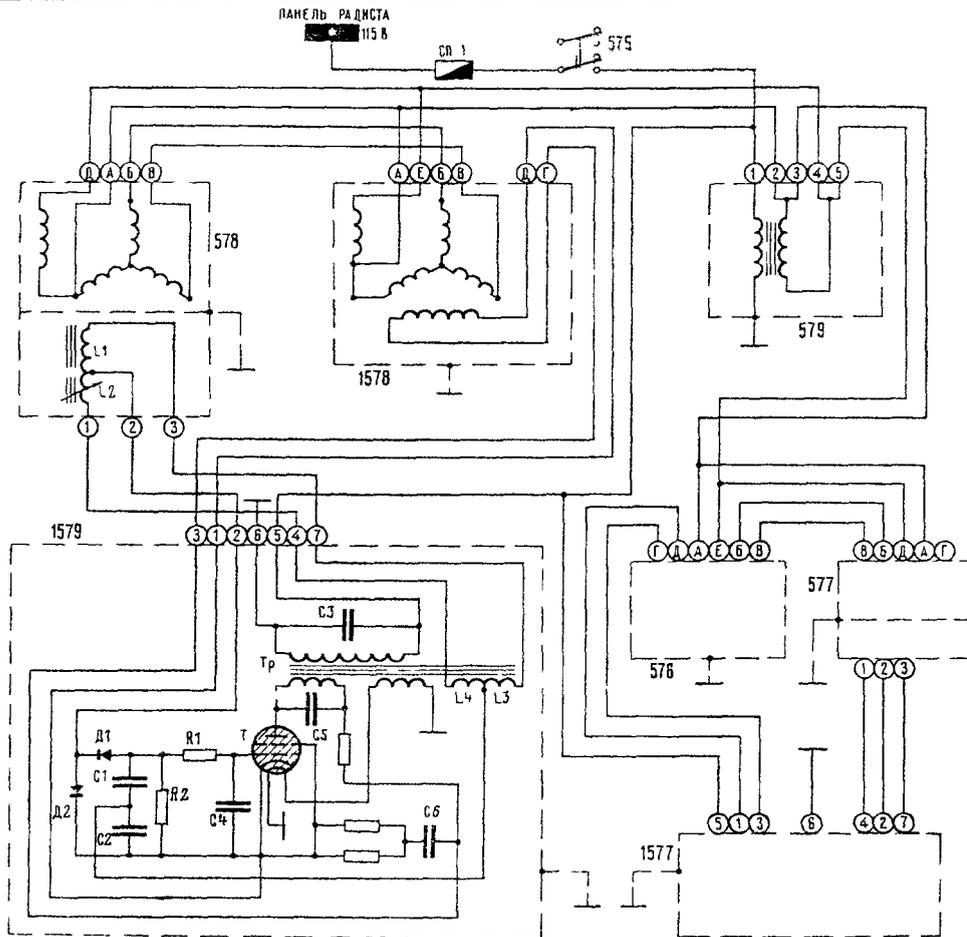
На самолете установлены два комплекта расходомеров (по одному на двигатель) с одним трансформатором ТРП-52. Трансформатор и тиратронные прерыватели взаимозаменяемы в различных комплектах расходомеров.

Показывающие приборы установлены на средней панели приборной доски (см. фиг. 126), датчики — в топливных магистралях между насосом-датчиком и фильтром тонкой очистки соответствующего двигателя. Тиратронные прерыватели ПТ-56 установлены под полом на стенке низинки шпангоута № 9, трансформатор ТРП-52 — над потолком между шпангоутами № 7—8.

Принципиальная электросхема расходомеров приведена на фиг. 159. Схема расходомера правого двигателя работает аналогично описанной ниже схеме для левого двигателя.

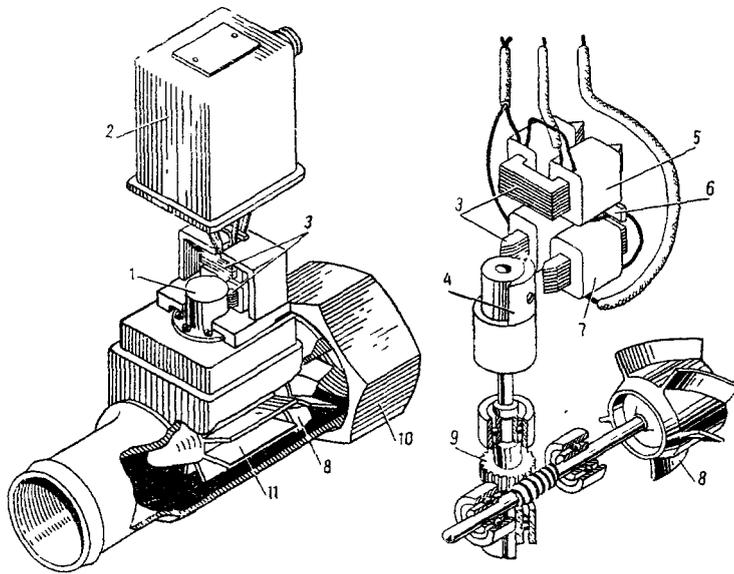
Чувствительным элементом датчика расходомера являются две крыльчатки, одна из которых предназначена для измерения суммарного расхода, а другая — для измерения мгновенного (часового) расхода топлива. Топливо, протекающее через датчик с некоторой скоростью, приводит во вращение обе крыльчатки, обороты которых в широких пределах пропорциональны скорости потока, а следовательно, часовому расходу и количеству протекающего через датчик топлива.

Крыльчатка 8 (фиг. 160), предназначенная для измерения суммарного расхода, через редуктор 9 вращает стальной сердечник 4 индуктивно-импульсного устройства, электрическая схема которого (фиг. 161) представляет собой мост переменного тока. Два плеча моста L3 и L4, образованных обмоткой трансформатора с выводом от средней точки, находятся в тиратронном прерывателе и имеют постоянную индуктивность; два других плеча, составленные из катушек индуктивности L1 и L2, находятся в датчике.



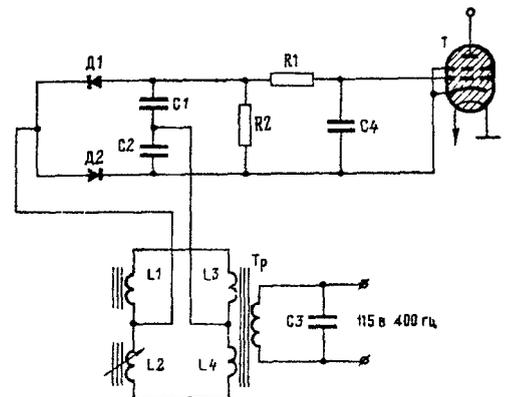
Фиг. 159. Электросхема расходомеров топлива РТМС:

575 — выключатель 2ПП-250 расходомера на нижней щитке средней панели; 576, 1578 — показывающие приборы расходомеров правого и левого двигателей; 577, 578 — датчики расходомеров правого и левого двигателей; 579 — трансформатор ТРП-52, 1577, 1579 — тиратронные прерыватели ПТ-56 расходомеров правого и левого двигателей



Фиг. 160. Устройство датчика суммарного расхода:

1 — колпачок; 2 — кожух; 3 — сердечники катушек; 4 — стальной сердечник; 5 — катушка постоянной индуктивности; 6 — магнитный шунт; 7 — катушка переменной индуктивности; 8 — крыльчатка; 9 — червячная передача; 10 — соединительная гайка; 11 — направляющий аппарат



Фиг. 161. Схема выпрямления и удвоения напряжения моста расходомера топлива РТМС

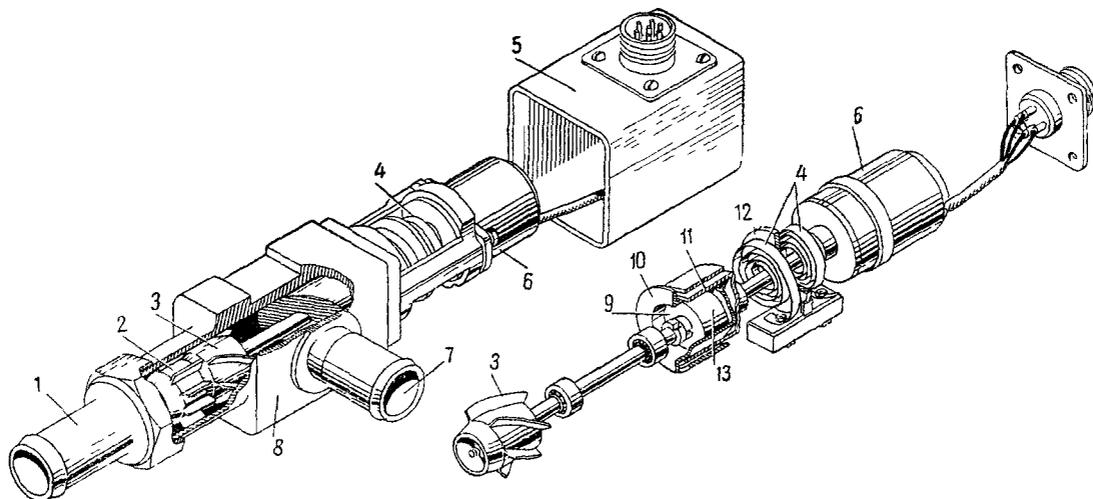
Одна из катушек (L1) имеет постоянную индуктивность, другая (L2) — переменную. Индуктивность катушки L2 изменяется за счет того, что во время работы датчика в магнитном поле катушки вращается стальной сердечник. При вращении этот сердечник приближается к П-образному сердечнику индуктивной катушки, изменяя ее магнитный поток и ее индуктивность.

Благодаря изменению индуктивности катушки L2 нарушается равновесие моста, и на его диагонали появляется напряжение с частотой питающего на-

матора Tr, включена обмотка электромагнита показывающего прибора 1578 (см фиг 159)

Когда мост уравновешен, выходное напряжение в его диагонали равно нулю. При этом потенциал сетки гиратрона будет также равен нулю, и анодное напряжение достаточно для зажигания тиратрона. При его зажигании электромагнит показывающего прибора срабатывает и притягивает якорь, что соответствует одному импульсу.

Когда же мост разбалансирован, в его диагонали появляется напряжение, которое меняет свою вели-



Фиг 162. Устройство датчика часового расхода топлива:

1 — съемный патрубок, 2 — направляющий аппарат, 3 — крыльчатка, 4 — пружины, 5 — кожух, 6 — селсин-датчик, 7 — патрубок, 8 — корпус, 9 — термомагнитный шунт, 10 — магнитный колпачок, 11 — чашка; 12 — диск, 13 — постоянный магнит

пряжения 400 *вс*, которое через выпрямитель и фильтр подается на сетку тиратрона Т таким образом, чтобы потенциал сетки был отрицательным относительно катода.

Выпрямитель собран по двухполупериодной схеме удвоения напряжения и состоит из двух диодов Д1, Д2 и двух конденсаторов С1, С2. При положительной полуволне напряжения диод Д1 оказывается проводящим и через него заряжается конденсатор С1; при отрицательной полуволне через диод Д2 заряжается конденсатор С2.

Таким образом, за один период переменного тока оба конденсатора С1 и С2 будут заряжены до амплитудного значения напряжения. Эти конденсаторы соединены последовательно, поэтому напряжения на их обкладках складываются и на сетку тиратрона подается удвоенное отрицательное напряжение.

Фильтр, состоящий из сопротивления R1 и конденсатора С4, служит для сглаживания выпрямленного напряжения, поступающего на сетку тиратрона.

За каждые 30 оборотов крыльчатки индуктивно-импульсное устройство посылает один импульс напряжений через выпрямитель на сетку тиратрона Т, который является усилителем мощности сигналов индуктивно-импульсного устройства.

В анодную цепь тиратрона Т, питаемую переменным напряжением от обмотки силового трансфор-

чину в зависимости от положения стального сердечника в магнитном поле катушки L2. При этом потенциал сетки, снижаясь, в какой-то момент достигает такого значения, при котором анодное напряжение уже недостаточно для зажигания тиратрона Тиратрон оказывается запертым, его анодный ток прекращается, и электромагнит показывающего прибора отпустит якорь. Это соответствует паузе.

Так как числа оборотов сердечника индуктивно-импульсного устройства и крыльчатки пропорциональны, число срабатываний электромагнита будет также пропорционально оборотам крыльчатки (и суммарному расходу топлива).

Электромагнит показывающего прибора, срабатывая, поворачивает на один зуб храповое колесо, которое через редуктор соединено с барабаном прибора. Барабан, перемещаясь, в любой момент отсчета показывает запас топлива в баках самолета как разность между залитым количеством топлива и количеством топлива, прошедшим через датчик топливомера.

В расходомерах шифра РТМС-Б1 верхний предел измерения запаса топлива 9990 кг. Числа, отсчитанные по барабанчикам счетчика, следует умножать на 10.

Сопротивление R2 способствует быстрому разряду конденсатора С4 и тем самым ускоряет зажигание тиратрона, что необходимо при большой частоте поступления импульсов

Крыльчатка 3 (фиг. 162), предназначенная для измерения мгновенного (часового) расхода, приводит во вращение постоянный магнит 13, закрепленный на ее оси и образующий с насаженной на него чашкой 11 из сплава АМЦ индукционный механизм датчика.

При пересечении вращающимся магнитным полем стенок чашки в них наводится э.д.с., вызывающая появление вихревых токов. Взаимодействуя с магнитным полем магнита, эти токи создают вращающий момент, пропорциональный скорости вращения магнита и стремящийся увлечь чашку в направлении его вращения. Чашка поворачивает и закручивает две спиральные пружины 4, создающие противодействующий момент на ее оси. Каждому значению скорости вращения крыльчатки или каждому значению мгновенного (часового) расхода топлива соответствует определенный угол поворота оси чашки.

Компенсация температурной погрешности осуществляется с помощью термомангнитного шунта 9, устанавливаемого параллельно постоянному магниту. Этот шунт изготовлен из материала с отрицательным температурным коэффициентом магнитной проницаемости, которая с увеличением температуры уменьшается; следовательно, уменьшается и поток, замыкающийся через шунт. В связи с этим возрастают рабочий поток и магнитная индукция в зазоре, где перемещается чашка, что приводит к возрастанию вращающего момента на оси чашки. Это компенсирует уменьшение вращающего момента, происходящее за счет увеличения сопротивления чашки при росте температуры и уменьшения величины вихревых токов.

Для дистанционной отработки угла поворота оси чашки применена индукционная система синхронной связи, осуществленная на бесконтактных сельсинах. Чашка индукционного механизма укреплена на оси ротора сельсина-датчика 6. Поэтому при вынужденных перемещениях ротора сельсина-датчика синхронно с ним вращается ротор сельсина-приемника показывающего прибора, на оси которого укреплен стрелка часового расхода топлива.

Питание обмоток возбуждения ТРП-52 осуществляется от трансформатора ТРП-52 напряжением 55 в.

## 26. МАСЛОМЕР МЭС-1857В

Электрический масломер предназначен для измерения количества масла в каждом из двух маслобаков и для сигнализации минимального остатка масла (20 л), обеспечивающего работу двигателя не менее одного часа.

Шифр МЭС-1857В означает: масломер электрический с сигнализацией; 1857 — номер тарировки.

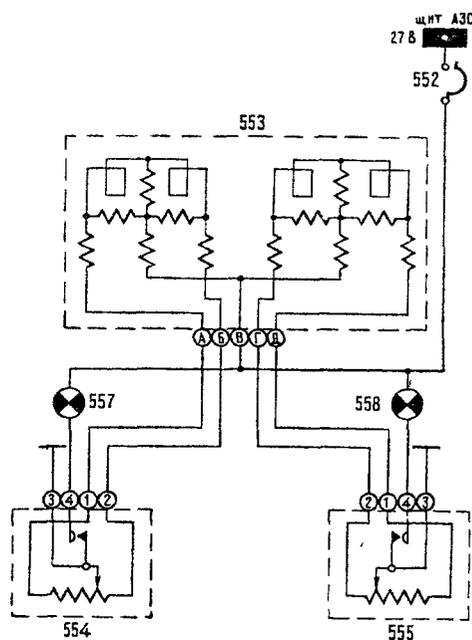
В комплект масломера входят реостатный датчик и двухстрелочный показывающий прибор (один на два датчика).

На самолете установлены два комплекта масломера с одним двухстрелочным показывающим прибором. Элементы комплекта взаимозаменяемы в пределах одноименной тарировки.

### Основные данные

|  |                  |
|--|------------------|
| Напряжение питания по постоянно му току . . . . .  | 27 в ±10%        |
| Потребляемый ток . . . . .   | не более 150 ма  |
| Градусировочная погрешность при температуре 20° С и напряжении питания 27 в (в процентах от номинального значения шкалы указателя) . . . . . | не более ±5%     |
| Дополнительная погрешность при изменении напряжения на ±10% от 27 в . . . . .  | не более ±1%     |
| Вес указателя . . . . .  | не более 0,65 кг |

Показания масломера в пределах установленной погрешности верны только в линии горизонтального полета. При эволюциях самолета считывать показания не следует, так как погрешности могут достигать значительных величин; в этом случае мо-



Фиг. 163. Электросхема включения масломера МЭС-1857В:

552 — автомат защиты сети АЗС-2; 553 — указатель; 554, 555 — датчики левого и правого двигателей; 557, 558 — лампы СЛЦН сигнализации критического остатка масла левого и правого двигателей

гут быть и мигания лампы сигнального устройства.

Указатель масломера установлен на вертикальной панели левого пульта (см. фиг. 97), лампы сигнализации критического остатка масла — на средней панели приборной доски, а датчики — на маслобаках в соответствующих гондолах двигателей.

При изменении уровня масла в баке поплавков датчика, находящийся на поверхности масла, следует за изменением уровня и через систему рычагов перемещает ползунок реостата, расположенного в корпусе датчика. В результате изменяются величины токов, протекающих по рамкам логометра указателя, а следовательно, и их отношение.

Рамки логометра жестко скреплены между собой. Токи в них протекают так, что вращающие моменты направлены в противоположные стороны, и рав-

новесие системы наступит, когда вращающие моменты равны между собой.

Вращающий момент каждой рамки пропорционален индукции в зазоре и току в рамке. При равенстве моментов отношение токов в рамках обратно пропорционально отношению индукций в зазоре. Так как отношение токов зависит от изменения сопротивления в датчике, то угол поворота рамок логометра является функцией уровня масла в баке.

Сигнализация критического остатка масла обеспечивается замыканием контактов сигнального устройства, расположенного в датчике масломера.

Электрическая схема включения масломера МЭС-1857В представлена на фиг. 163.

## 27. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МОТОРНЫЙ ИНДИКАТОР ЭМИ-ЗРТИ

Электрический индуктивный моторный индикатор предназначен для измерения избыточного давления масла, топлива перед форсунками двигателя и температуры масла в системах двигателя и газотурбинного двигателя ГТД-16. На самолете установлены три комплекта индикаторов.

В каждый комплект индикатора входят:

- трехстрелочный указатель УИЗ-3 давления топлива, масла и температуры масла;
- датчик давления топлива ИДТ-100;

- датчик давления масла ИДТ-8;
- датчик температуры масла П-1.

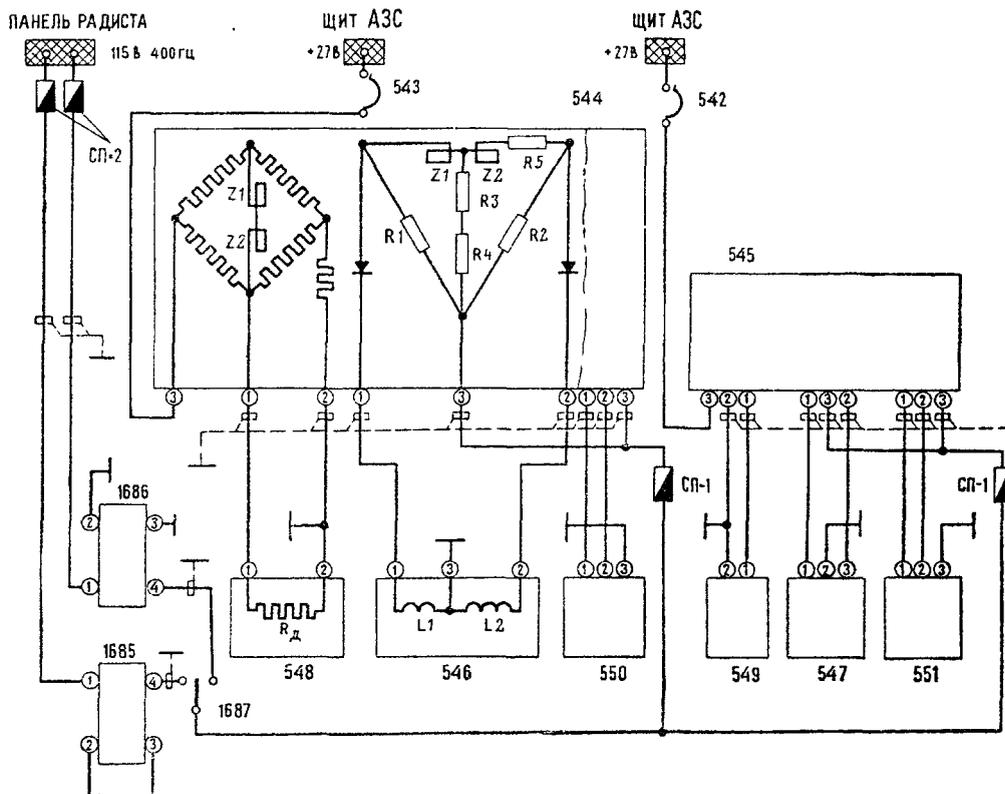
### Основные данные

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Пределы измерений:   |                                   |
| манометра топлива  | от 0 до 100 кг/см <sup>2</sup>    |
| манометра масла  | от 0 до 8 кг/см <sup>2</sup>      |
| термометра масла   | от -50 до +150°С                  |
| Погрешность показаний при нормальной температуре:            |                                   |
| манометров топлива и масла                                   | не более ±4% от предела измерения |
| термометра масла   | не более ±6°С                     |
| Напряжение питания по переменному току с частотой 400 гц ±2% | 36 в ±6%                          |
| Напряжение питания по постоянному току                       | 27 в ±10%                         |
| Потребляемая мощность:                                       |                                   |
| по постоянному току  | не более 3 вт                     |
| по переменному току  | не более 10 в·а                   |
| Вес комплекта  | не более 1,9 кг                   |

Указатели и датчики взаимозаменяемы.

Цена деления указателя давления топлива 10 кг/см<sup>2</sup>, указателя давления масла 0,5 кг/см<sup>2</sup>, указателя температуры масла 10°С.

Указатели УИЗ-3 двигателей установлены на средней панели приборной доски (см. фиг. 126), указа-

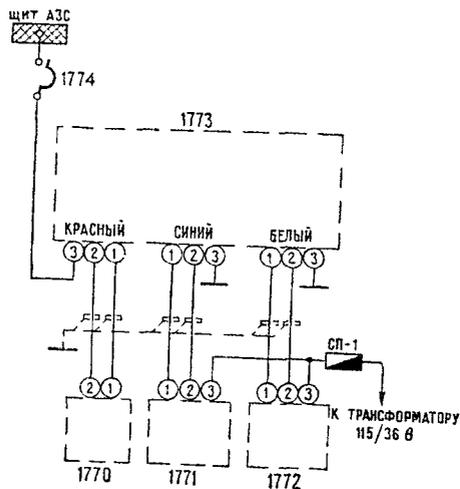


Фиг. 164. Электрическая схема моторных индикаторов ЭМИ-ЗРТИ двигателей:

542, 543 — автоматы защиты сети АЗС-2; 544, 545 — моторные индикаторы УИЗ-3 левого и правого двигателей; 546, 547 — датчики ИДТ-8 давления масла левого и правого двигателей; 548, 549 — датчики П-1 температуры масла левого и правого двигателей; 550, 551 — датчики ИДТ-100 давления топлива левого и правого двигателей; 1685, 1686 — трансформаторы 115/36 в (основной и резервный) питания приборов ЭМИ-ЗРТИ; 1687 — переключатель ППНГ-15К «Основной — Резервный» питания приборов ЭМИ-ЗРТИ по переменному току

тель ГТД-16 — на вертикальной панели левого пульта (см. фиг. 97).

Датчики ИДТ-100, ИДТ-8 и П-1 двигателей установлены соответственно на подкосе крепления нижней крышки капота, на шпангоуте воздухозаборника и на лобовом картере двигателя с правой стороны. Аналогичные датчики ГТД-16 установлены в его отсеке на кронштейне с левой стороны (ИДТ-100 и ИДТ-8) и справа в трубке циркуляции масла (П-1).



Фиг. 165. Электросхема включения моторного индикатора ЭМИ-ЗРТИ турбоустановки:

1770, 1771, 1772 — датчики температуры масла П-8, величины давления масла ИДТ-8 и топлива ИДТ-100; 1773 — указатель УИЗ-3; 1774 — автомат защиты сети АЭС-2

Питание комплектов по переменному току осуществляется через трансформатор 115/36 в.

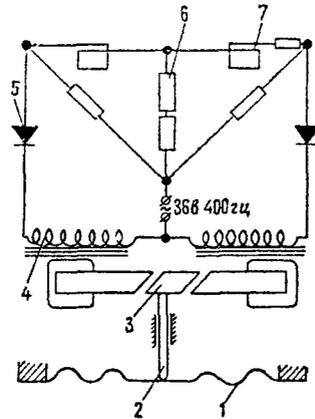
Схемы индикаторов приведены на фиг. 164, 165.

В датчиках ИДТ-8 и ИДТ-100 манометров под воздействием избыточного давления прогибается мембрана 1 (фиг. 166), которая передает перемещение на якорь 3. Последний изменяет воздушные зазоры магнитных цепей катушек, причем в одной цепи зазор увеличивается, а в другой — уменьшается. Это вызывает изменение индуктивности  $L_1$  и  $L_2$  катушек датчика и токов в рамках магнитоэлектрического логометра указателя, работающего аналогично логометрическому указателю масломера. Поэтому каждому положению якоря соответствует одно определенное положение стрелки указателя.

Диоды используются для выпрямления переменного тока.

Термометр собран по несимметричной схеме неравновешенного моста с двумя диагоналями (см. фиг. 164). Датчик  $R_d$  включен в одно из плеч моста. Диагонали в схеме моста являются рамки магнитоэлектрического логометра  $Z_1$  и  $Z_2$ . Изменение температуры вызывает изменение величины сопротивления  $R_d$ , намотанного из никелевого провода. Это изменение ведет к перераспределению токов в схеме моста и к изменению положения стрелки логометра.

Чтобы не перепутать разъемы при монтаже, их сочленение на указателе необходимо производить



Фиг. 166. Схема работы манометров типа ИДТ:

1 — мембрана; 2 — шток; 3 — якорь; 4 — катушка индуктивности; 5 — диод; 6 — сопротивление; 7 — рамка логометра

строго в соответствии с цветом, нанесенным на корпусах штепселей и гайках штепсельных вилок.

## 28. ТРАНСФОРМАТОР ТР 115/36 в

Трансформатор предназначен для питания дистанционных индуктивных манометров типа ДИМ. На самолете установлены два трансформатора (рабочий и резервный). Они размещены в РК приборов ДИМ (см. фиг. 20), где переключателем «Питание приборов ДИМ» производится переключение с рабочего трансформатора на резервный и обратно.

### Основные данные

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Выходное напряжение (без включенной нагрузки при температуре $+20^\circ\text{C}$ и первичном напряжении 115 в) . . . . . | $37 \pm 0,5$ в           |
| Изменение выходного напряжения (без включенной нагрузки при температуре $\pm 60^\circ\text{C}$ ) . . . . .               | не превышает $\pm 0,5$ в |
| Выходное напряжение при номинальном токе 1,2 а . . . . .   | не менее 34,5 в          |
| Ток, потребляемый при номинальной нагрузке . . . . .   | не превышает 0,6 а       |
| Вес . . . . .  | не более 0,5 кг          |

## 29. ТЕРМОМЕТР ВЫХОДЯЩИХ ГАЗОВ ИТГ-2А

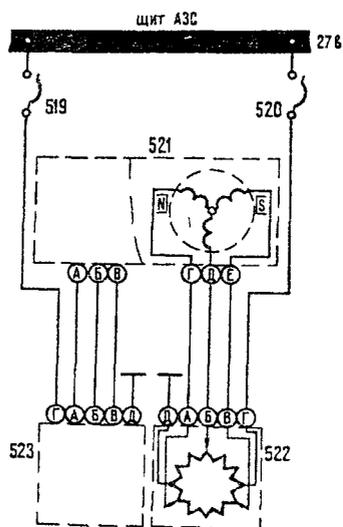
Для дистанционного измерения средней температуры выходящих газов из сопла двигателя используется термометр ИТГ-2А, состоящий из измерителя и термометр Т-80 с компенсационными проводами.

Измеритель представляет собой виброустойчивый магнитоэлектрический милливольтметр, который устанавливается на средней панели приборной доски. Описание термометра Т-80 приведено в гл. V.

### 30. УКАЗАТЕЛЬ ПОЛОЖЕНИЯ РЫЧАГОВ ТОПЛИВНЫХ АГРЕГАТОВ УПРТ-2

Электрический дистанционный двухстрелочный указатель УПРТ-2 предназначен для индикации положения рычагов командно-топливных агрегатов двигателей.

На самолете Ан-24 управление работой двигателей полностью автоматизировано и сводится лишь



Фиг. 167. Электросхема указателей положения рычага топлива УПРТ-2:

519, 520 — автоматы защиты сети АЗР-6 на щите АЗС; 521 — указатель положения рычага топлива из комплекта УПРТ-2; 522, 523 — датчики положения рычагов топлива правого и левого двигателей

к изменению положения рычагов дроссельных кранов автоматов дозирования топлива (АДТ). Каждому положению рычага дроссельного крана соответствует определенный режим работы двигателя. При изменении условий полета (высоты и скорости полета, температуры наружного воздуха) установленный летчиком с помощью УПРТ режим автоматически поддерживается АДТ.

Комплект УПРТ-2 состоит из двух датчиков и одного указателя.

#### Основные данные

|   |                |
|---|----------------|
| Напряжение питания постоянного тока . . . . .   | 27 $\pm 10\%$  |
| Потребляемый ток . . . . .  | не более 0,6 а |
| Диапазон углов, измеряемых указателем, рычагов командно-топливных агрегатов . . . . .   | 287°           |
| Диапазон измерения по шкале указателя . . . . .   | от 0 до 105°   |
| Оцифровка шкалы указателя . . . . .   | через 20°      |
| Цена деления . . . . .  | 2°             |
| Погрешность дистанционных передач указателя при напряжении питания 27 $\pm 10\%$ , изменение температуры от +50 до -60° С для указателя и от +80 до -60° С для датчика не превышает по шкале указателя: |                |

в рабочей зоне шкалы от 60 до 105° . . . . .  $\pm 1,0^\circ$   
в остальной части шкалы . . . . .  $\pm 1,5^\circ$

Вес со штепсельным разъемом:

датчика . . . . . не более 0,375 кг  
указателя . . . . . не более 0,8 кг

Датчики УПРТ-2 установлены на АДТ-24М, а указатель — на средней панели приборной доски. Схема УПРТ-2 приведена на фиг. 167.

Датчик УПРТ-2 — потенциометрический, а указатель — логометрического типа. Работа комплекта аналогична работе описанных выше приборов, имеющих потенциометрический датчик и логометрический указатель (например, масломер).

### 31. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИНДУКЦИОННЫЙ ТАХОМЕТР ИТЭ-2

Двухстрелочный магнитоиндукционный тахометр ИТЭ-2 предназначен для дистанционного измерения скорости вращения роторов двигателей, которая выражается в процентах от максимальной.

Комплект ИТЭ-2 состоит из двух датчиков ДТЭ-1 и одного измерителя ИТЭ-2.

#### Основные данные

Диапазон измерения . . . . . от 10 до 105%  
Рабочий диапазон . . . . . от 60 до 100%

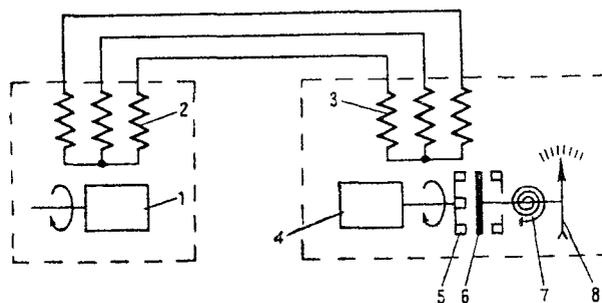
Примечание. 100% по шкале соответствуют максимальным числам оборотов ротора двигателя.

Погрешность при температуре 20° С:  
в рабочем диапазоне шкалы . . .  $\pm 0,5\%$   
в остальном диапазоне . . .  $\pm 1,0\%$

Цена деления шкалы измерителя 1%

Вес:  
измерителя ИТЭ-2 . . . . . не более 0,95 кг  
датчика ДТЭ-1 . . . . . не более 1,3 кг

Напряжение на зажимах между каждыми двумя фазами датчика ДТЭ-1, нагруженного измерителем ИТЭ-2, при 60% по шкале измерителя (1500 об/мин



Фиг. 168. Схема работы тахометра:

1 — ротор датчика; 2, 3 — трехфазные обмотки датчика и измерителя; 4 — ротор измерителя; 5 — магнитный узел; 6 — пластина; 7 — спиральная пружина; 8 — стрелка

ротора датчика) должно быть в пределах от 10,5 до 12,5 в после непрерывной работы измерителя в течение одной минуты.

Измеритель установлен на средней панели приборной доски, а датчики — на коробке приводов соответствующего двигателя. Измерители и датчики соответственно взаимозаменяемы.

Датчики имеют правое вращение.

При вращении ротора 1 датчика (фиг. 168) в его обмотке 2 возбуждается трехфазный ток с частотой, пропорциональной частоте вращения ротора двигателя. Этот ток по трем проводам подводится к обмоткам 3 статора синхронного мотора измерителя.

Число оборотов в минуту вращающегося магнитного поля (относительно статора измерителя) пропорционально частоте токов в фазовых обмотках статора. Ротор 4 мотора измерителя вращается синхронно с вращением магнитного поля.

На конце вала ротора мотора укреплен магнитный узел 5, имеющий шесть пар полюсов постоянных магнитов, между которыми расположена пластина 6. При вращении магнитного узла в пластине индуктируются вихревые токи. В результате взаимодействия вихревых токов с магнитным полем магнитного узла создается вращающий момент пластины, пропорциональный частоте вращения магнитного узла. Вращающему моменту пластины противодействует момент спиральной пружины 7, укрепленный на оси пластины.

Так как момент пружины пропорционален углу ее закручивания, то угол поворота пластины и связанной с ней стрелки 8 измерителя пропорционален оборотам магнитного узла и соответственно — оборотам ротора двигателя.

### 32. ИЗМЕРИТЕЛЬ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА

Электрический дистанционный индуктивный манометр ДИМ-100 предназначен для дистанционного измерения крутящего момента двигателя (его тяги).

В комплект манометра входят указатель УИ1-100 и датчик ИД-100Т. На самолете установлены два комплекта манометров соответственно для левого и правого двигателей.

#### Основные данные

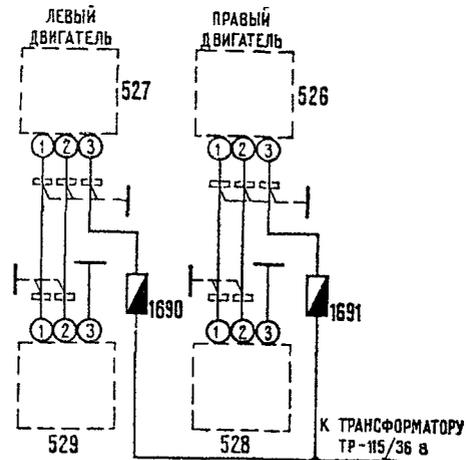
|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| Предел измерения . . . . .   | 0—100 кг/см <sup>2</sup>              |
| Цена деления . . . . .   | 5 кг/см <sup>2</sup>                  |
| Погрешность показаний в рабочем диапазоне делений при температуре +20° С . . . . . | не превышает ±4% от предела измерений |
| Напряжение питания переменным током с частотой 400 гц . . . . .                    | 36 в ±6%                              |
| Потребляемая мощность . . . . .  | не более 5 в·а                        |
| Вес . . . . .  | не более 0,65 кг                      |

Указатели и датчики соответственно взаимозаменяемы.

Указатели установлены на средней панели приборной доски, а датчики — на шпангоуте воздухозаборника соответствующего двигателя, справа от датчика ИДТ-8 давления масла. Манометры получают энергию от трансформатора Тр 115/36 в, питающего и другие индуктивные манометры.

Принцип действия манометра ДИМ-100 аналогичен описанным выше манометрам трехстрелочного моторного индикатора ЭМИ-ЗРТИ. Схема измерителей крутящих моментов приведена на фиг. 169.

На некоторых самолетах Ан-24 в качестве измерителя крутящего момента взамен манометра ДИМ-



Фиг. 169. Электросхема включения индикаторов крутящего момента ДИМ-100Т:

526, 527 — указатели УИ1-100 крутящего момента правого и левого двигателей; 528, 529 — датчики ИД-100Т; 1690, 1691 — предохранители СП-1 в РК приборов ДИМ

100 использован электрический дистанционный унифицированный индуктивный манометр МИ-100.

В комплект каждого манометра МИ-100 входят датчик ИД-100-Тр и указатель УМ1-100.

#### Основные данные

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Предел измерения давления . . . . .   | 0—100 кг/см <sup>2</sup>          |
| Рабочий диапазон измерений давления . . . . .                                       | 15—85 кг/см <sup>2</sup> ,        |
| Погрешность показаний в рабочем диапазоне давлений при температуре +20° С . . . . . | не более ±3% от предела измерения |
| Напряжение питания переменным током с частотой 400 гц . . . . .                     | 36 в ±6%                          |
| Потребляемый ток . . . . .  | не более 0,17 а                   |
| Вес . . . . .   | не более 0,65 кг                  |

Установка, питание и принцип действия манометров ДИМ-100 и МИ-100 аналогичны.

### 33. АППАРАТУРА КОНТРОЛЯ ВИБРАЦИЙ ИВ-41А

Виброизмерительная аппаратура ИВ-41А предназначена для контроля за уровнем виброперегрузок двигателей в процессе их эксплуатации на самолете.

В комплект аппаратуры входят:

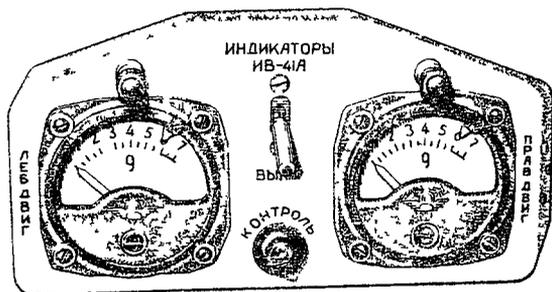
- блок фильтров;
- два показывающих прибора;
- два датчика вибраций МВ-25-Г;
- вилки и розетки;
- запасные части (электронные лампы и предохранитель)

#### Основные данные

|  |   |
|--|---|
| Число одновременно действующих измерительных каналов . . . . . | 2 |
|--|---|

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Резонансная рабочая частота блока фильтров   | $252 \pm 2$ гц                    |
| Уровень вибрационных перегрузок при котором происходит включение сигнальной лампы на резонансной частоте в нормальных условиях | $(2,5-5g) \pm 10\%$               |
| Погрешности измерения перегрузок в диапазоне от 1 до 3 г   | $\pm 0,3$ г                       |
| в диапазоне от 3 до 5 г  | $\pm 10\%$ от измеряемой величины |
| Чувствительность блока фильтров  | не грубее 0,1 г                   |
| Напряжение питания переменным током  | $115 \pm 5\%$                     |
| Частота питающего напряжения   | $400$ гц $\pm 7\%$ $-5\%$         |
| Потребляемый ток   | не более 0,5 а                    |
| Температура окружающей среды для датчика   | от $-60$ до $+150^\circ$ С        |
| для остальной аппаратуры   | от $-60$ до $+60^\circ$ С         |
| Вес блока фильтров   | не более 3 кг                     |
| показывающего прибора  | не более 0,4 кг                   |
| датчика  | не более 0,4 кг                   |

Датчики МВ-25-Г установлены на двигателях, блок фильтров — между шпангоутами № 8—9 по правому борту (см фиг. 69), показывающие приборы — на фонаре кабины экипажа (фиг. 170), сигнальные лампы — на левой панели приборной доски.



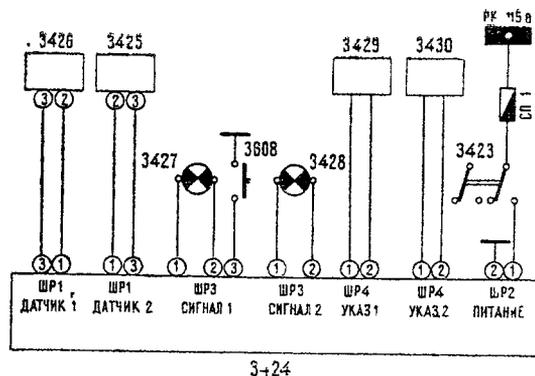
Фиг. 170. Установка показывающих приборов ИВ-41А

Схема подключения аппаратуры приведена на фиг. 171. В схему блока фильтров входят два независимых друг от друга измерительных канала, представляющих собой узкополосные усилители с резонансной частотой  $252 \pm 2$  гц. Функциональная схема одного из этих каналов приведена на фиг. 172.

Датчик вибраций МВ-25-Г включает в себя сбаластированную массу (постоянный магнит А), помещенную в катушку Б. Магнит связан с корпусом датчика с помощью специальных подшипников качения. Среднее положение магнита в направлении оси датчика, совпадающей с направлением измерения параметров вибрации, обеспечивается двумя пружинами В. При действии возмущающей силы подвижная система датчика (магнит — пружины) перемещается относительно корпуса датчика. Благодаря движению магнита в катушке Б наводится э.д.с. с частотой вибраций. Сигнал датчика при помощи экранированного шланга поступает на вход лампового усилителя напряжения в блоке фильтров.

Усиленные усилителем сигналы поступают далее на вход лампового усилителя мощности, которым служит катодный повторитель. С катодной нагрузки

этого каскада осуществляется избирательная отрицательная обратная связь через двойной Т-образный фильтр, собранный на сопротивлениях и конденсаторах. При определенном выборе параметров этого фильтра напряжение на выходе резко зависит от частоты входного напряжения, и при определенной частоте  $f_0$  (резонансной частоте) напряжение на выходе становится равным нулю.



Фиг. 171. Электросхема подключения аппаратуры измерителя вибраций ИВ-41А:

3423 — выключатель 2ПП-250 питания измерителя; 3424 — блок фильтров ИВ-41А; 3425, 3426 — датчики МВ-25-Г; 3427, 3428 — сигнальные лампы СЛЦН опасной вибрации; 3429, 3430 — показывающие приборы; 3608 — кнопка контроля

Поскольку фильтр включен в цепь отрицательной обратной связи, а на вход усилителя от датчика поступают сигналы с частотой  $f_0$ , на которую настроен фильтр, отрицательная обратная связь будет равна нулю, а усилитель будет иметь максимальное усиление. При всех других частотах, отличных от  $f_0$ , величина отрицательной обратной связи возрастает, и усилитель будет обладать меньшим коэффициентом усиления.

Усиленные усилителем мощности сигналы через выпрямитель поступают на показывающий прибор. Для измерения ускорений применен микроамперметр М-53С магнитоэлектрической системы, проградуированный в единицах ускорения. За счет особенностей электрической схемы стрелка показывающего прибора сдвигается с нуля даже при отсутствии входного сигнала. Поэтому на шкале прибора есть две нулевые риски механический и электрический нули.

С лампового усилителя мощности сигналы поступают в схему ждущего мультивибратора. При поступлении сигнала на вход мультивибратора последний переходит из одного устойчивого состояния в другое (уровень отпираания мультивибратора с помощью специального сопротивления может быть установлен в диапазоне от 2,5 до 5г). При этом импульсы напряжения через выпрямитель и схему задержки поступают на вход электронной лампы, в анодную цепь которой включена обмотка реле с нормально-разомкнутым контактом. При срабатывании этого реле замыкается цепь сигнальной лампы. Схема задержки необходима для того, чтобы не было ложных срабатываний реле и соответственно загораний сигнальной лампы от кратковременных входных сигналов

Блок фильтров содержит в себе каскад преобразования питающего напряжения 115 в, необходимый для питания элементов схемы.

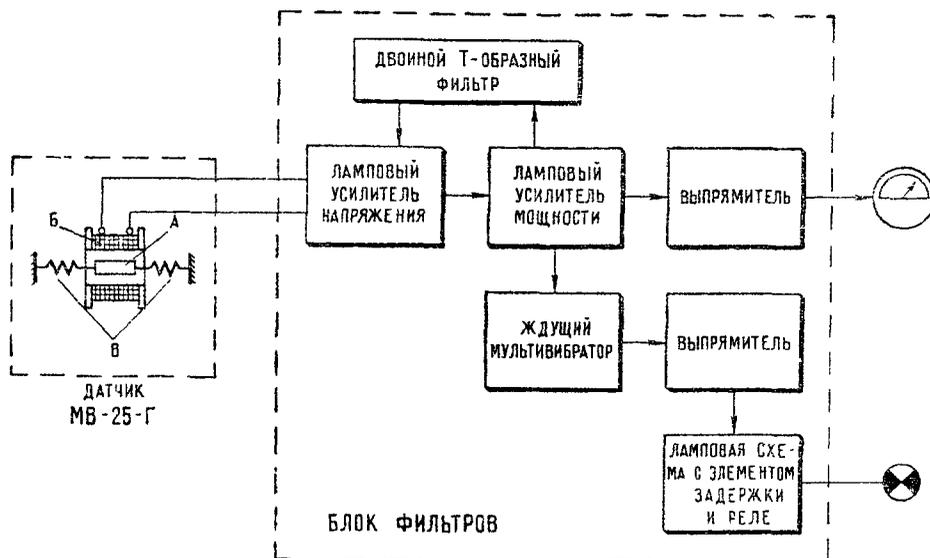
Для определения работоспособности аппаратуры при неработающих двигателях предусмотрен контроль, осуществляемый кнопкой 3608 (см. фиг. 171). При нажатии на эту кнопку в случае исправной аппаратуры загораются сигнальные лампы, а на показывающих приборах стрелки отклоняются на полную шкалу.

Измерители, отдельные термопары и термопары с компенсационными проводами взаимозаменяемы.

Сопротивление внешней линии должно быть  $9 \pm \pm 0,06 \text{ ом}$ .

Измеритель установлен на вертикальной панели левого пульта (см. фиг. 97), а термопара — на реактивном насадке двигателя.

Принцип действия ТСТ-29 аналогичен описанному выше принципу действия термометра выходящих газов двигателя АИ-24.



Фиг. 172. Функциональная схема ИВ-41А

### 34. ТЕРМОМЕТР ТСТ-29

Термометр предназначен для дистанционного измерения температуры выхлопных газов газотурбинного двигателя ГТД-16.

В комплект термометра входят измеритель ТСТ-2, термопара Т-9 и компенсационный провод.

#### Основные данные

|   |                 |
|---|-----------------|
| Предел измерения . . . . .  | 0—900° С        |
| Рабочий диапазон измерения . . .                                  | 600—800° С      |
| Цена деления шкалы измерителя                                     | 20° С           |
| Градуировка . . . . .   | ХА ГОСТ 3044—61 |
| Погрешность показаний комплекта при температурах окружающей среды |                 |

|                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| В диапазоне шкалы 600—800° С | В остальной части шкалы |
|------------------------------|-------------------------|

|        |          |     |
|--------|----------|-----|
|        | не более |     |
| +20° С | ±20      | ±35 |
| +50° С | ±30      | ±55 |
| —60° С | ±40      | ±75 |

Примечание. Дополнительная погрешность от увеличения сопротивления термоэлектродных проводов при воздействии температуры окружающей среды до +200° С на термопару и компенсационный провод не превышает 8° С по отношению к допустимым погрешностям комплекта, отнесенным к температуре +20° С.

|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| Вес:                      |                  |
| измерителя . . . . .      | не более 0,7 кг  |
| одной термопары . . . . . | не более 0,35 кг |

Изменения температур свободных концов термопары от —60 до +50° С компенсируются непосредственно в измерителе при помощи биметаллического корректора, который автоматически устанавливает стрелку измерителя на температуру окружающего воздуха.

В качестве электродов термопары Т-9 использован хромель (положительный). Термопара Т-9 может быть заменена термопарой Т-9Д.

В качестве компенсационного провода применен многожильный медно-константановый провод в общей внешней хлопчатобумажной оплетке марки КПГО-М. Этот провод имеет один герметичный разъем для прохода через гермоперегородку.

### 35. ТАХОМЕТР ТЭ-40М

Электрический модернизированный тахометр ТЭ-40М предназначен для непрерывного дистанционного измерения скорости вращения ротора газотурбинной установки ГТД-16.

В комплект тахометра входят измеритель ТЭ-40М и датчик ДТ-1М.

#### Основные данные

|   |                      |
|---|----------------------|
| Предел измерения . . . . .  | 3000—40 000 об/мин   |
| Рабочий диапазон измерения . . .                                  | 30 000—38 000 об/мин |
| Цена деления измерителя . . . . .                                 | 500 об/мин           |
| Передаточное отношение от вала двигателя к валу датчика . . . . . | 1:0,164              |

|  |             |
|--|-------------|
| Максимальная скорость вращения вала датчика . . . . .          | 6560 об/мин |
| Погрешность показаний при температуре окружающей среды +20° С. |             |
| в рабочем диапазоне . . . . .                                  | ±200 об/мин |
| в остальном диапазоне . . . . .                                | ±400 об/мин |
| Вес:   |             |
| измерителя . . . . .   | 0,75 кг     |
| датчика . . . . .  | 1,2 кг      |

Междуфазное напряжение датчика при нагрузке измерителем после работы в течение одной минуты при 18 300 об/мин . . . . . 10,5—12,5 в

Измерители и датчики взаимозаменяемы. Измеритель установлен на вертикальной панели левого пульта (см. рис. 97), датчик — на коробке агрегатов с правой стороны ТГ-16.

Принцип действия тахометра ТЭ-40М аналогичен действию тахометра ИТЭ-2.

## ГЛАВА XI

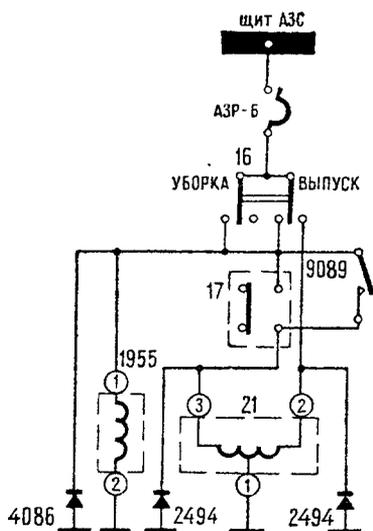
# ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ШАССИ, ЗАКРЫЛКОВ, УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЕТОМ И ГИДРОСИСТЕМЫ

### 36. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ШАССИ

Управление шасси на самолете осуществляется гидравлической системой. Переключения подачи гидросмеси, необходимые для управления шасси, производятся с помощью электромагнитных кранов.

#### УПРАВЛЕНИЕ УБОРКОЙ И ВЫПУСКОМ ШАССИ

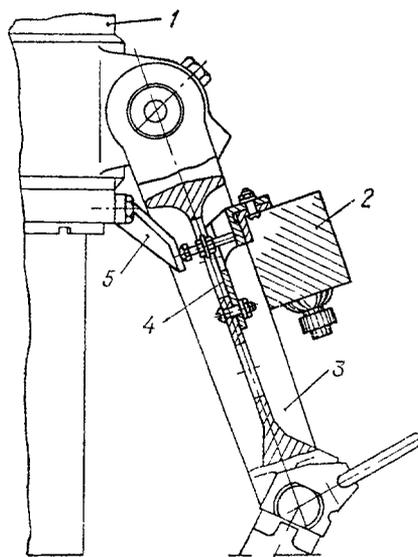
Электрическая схема управления уборкой и выпуском шасси показана на фиг. 173. Управление осуществляется с центрального пульта.



Фиг. 173. Электрическая схема управления уборкой и выпуском шасси:

16 — переключатель 2ППНГ-15К управления шасси; 17 — концевой выключатель ДП-702 блокировки управления шасси; 21 — гидрокран ГА142/1 основного управления шасси; 1955 — гидрокран ГА140 ускоренной уборки шасси; 2494, 4086 — диоды Д214; 9089 — выключатель ВНГ-15К отключения блокировки уборки шасси

Электрогидрокран ГА142/1 предназначен для электродистанционного управления подачей рабочей жидкости в линию уборки или выпуска шасси и представляет собой трехпозиционный золотник с серводействием.



Фиг. 174. Установка концевого выключателя блокировки уборки шасси на правой стойке шасси:

1 — цилиндр амортизатора правой стойки шасси; 2 — концевой выключатель ДП-702; 3 — верхнее звено двухзвенника; 4 — кронштейн; 5 — рычаг амортизирующей стойки

Во избежание уборки шасси на земле электрическая цепь электромагнитного крана 21 (ГА142/1), соответствующая уборке шасси, разорвана концевым выключателем 17 (ДП-702). Этот выключатель установлен на правой стойке шасси (фиг. 174) и на земле срабатывает за счет обжатия стойки, происходящего под действием массы самолета. Для обеспечения уборки шасси в воздухе при отказах концевой выключателя 17 (см. фиг. 173) в электро-

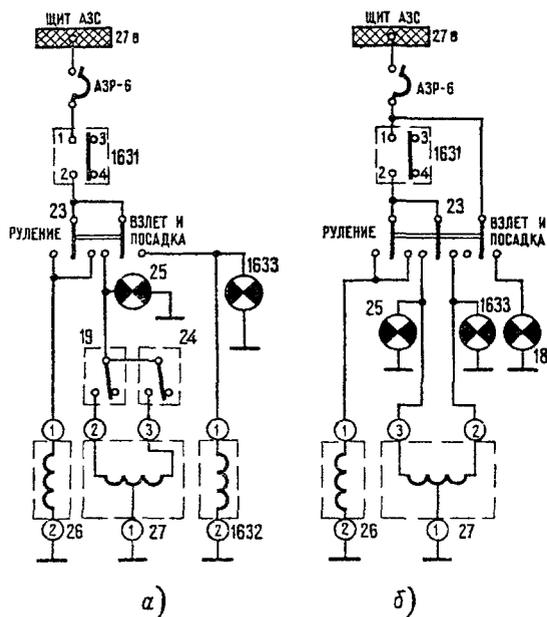
схему управления шасси введен нажимной переключатель 9089, с помощью которого цепь управления шасси восстанавливается. Этот выключатель «Откл. блокир. уборки шасси» установлен на центральном пульте.

Включение электромагнитного крана 1955 (ГА140) обеспечивает ускоренную уборку шасси. Кран установлен в канале гидроаккумуляторов.

Диоды 2494 (Д214) облегчают условия работы контактов переключателя 16, предупреждая преждевременный их подгар путем шунтирования токов противо-э.д.с. соленоидов крана при его обесточивании.

### УПРАВЛЕНИЕ ПОВОРОТОМ КОЛЕС ПЕРЕДНЕЙ НОГИ ШАССИ

Управление может производиться как от соответствующего штурвального (при рулении), так и от педалей управления самолетом (при разбеге и пробеге). Электросхема управления поворотом колес показана на фиг. 175.

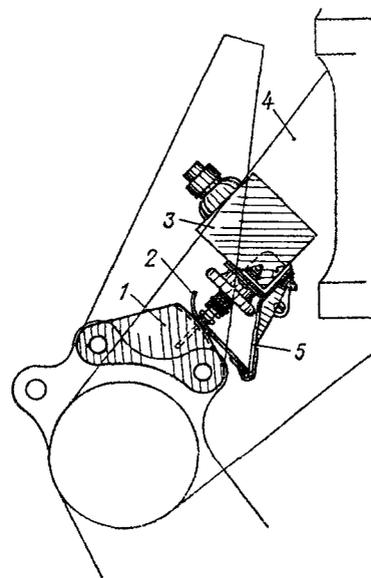


Фиг. 175. Электросхема управления поворотом колес передней ноги:

а — до самолета серии 25-08; б — с самолета серии 25-08; 18 — сигнальная лампа СЛЦН готовности системы управления передними колесами; 19, 24 — концевые выключатели В-602 левого и правого поворотов; 23 — переключатель 2ППНГ-15К управления передней ногой (с серии 25-08 — 3ППНГ-15К); 25, 1633 — сигнальные лампы СЛЦН готовности поворота передних колес от рукоятки и от педалей; 26 — электрокран КЭ-5 включения поворота передних колес; 27 — гидрокран ГА164/1 (с серии 25-08 — кран ГА163/16) управления поворотом передних колес; 1631 — концевой выключатель ДП-702 блокировки управления поворотом передних колес в полете; 1632 — гидрокран ГА192 управления поворотом от педалей

Питание электросхемы осуществляется от шины аварийного питания щита АЗС. Концевой выключатель 1631 (ДП-702), установленный на стойке передней ноги шасси (фиг. 176) предупреждает разво-

рот передних колес в полете, а следовательно, и посадку самолета с развернутыми передними колесами. Без этой блокировки такой поворот имел бы место за счет работы ножного управления самолетом (педалями) в полете.



Фиг. 176. Установка концевой выключателя на амортизационной стойке передней ноги шасси:

1 — кронштейн; 2 — скоба; 3 — концевой выключатель ДП-702; 4 — кронштейн амортизационной стойки; 5 — пружина

Вид управления передними колесами, выбранный переключателем 23 (см. фиг. 175), который установлен на левой панели приборной доски, сигнализируется расположенными там же лампами 25 и 1633.

Концевые выключатели 19 и 24, осуществляющие замыкание электрических цепей гидрокрана 27 (ГА164/1) включения поворота колес, срабатывают при соответствующем повороте штурвального на угол 30°. Управление краном при рулении осуществляется подачей питания короткими импульсами на его электромагнит. Два других электромагнитных крана (26 и 1632) предназначены: один — для включения системы поворота колес, а другой — для включения механического гидрокрана, осуществляющего поворот колес передней ноги при разбеге и пробеге самолета.

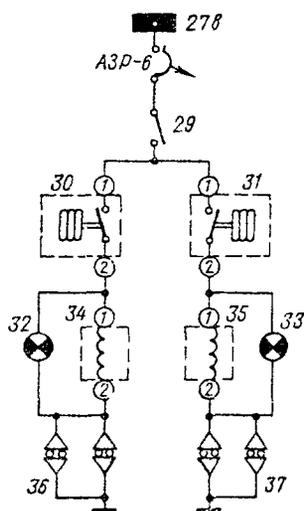
Начиная с серии 25-08 на самолете установлена система управления поворотом переднего колеса с гидрокраном РГ-8/А. Электросхема для этих самолетов показана на фиг. 175, б.

### СИСТЕМА АВТОМАТА ТОРМОЗОВ

Автоматическое растормаживание главных колес шасси является средством против проскальзывания (юза). Электросхема автомата торможения показана на фиг. 177.

Система автомата тормозов включается со средней панели приборной доски выключателем 29. Контакты гидравлических выключателей 30 и 31 (УГ34/2) замкнуты при наличии давления в гидро-

системе. В обесточенном состоянии электромагнитные краны 34 и 35 (УЭ24/1-2) пропускают гидросмесь к тормозам колес. Если при торможении возникнет юз одного из четырех колес главных ног,



Фиг. 177. Электросхема автомата торможения колес:

29 — выключатель ВГ-15К автомата торможения; 30, 31 — гидравлические выключатели УГ34/2; 32, 33 — лампы СЛМ-61 сигнализации торможения колес; 34, 35 — электромагнитные краны УЭ24/1-2 автоматического торможения; 36, 37 — инерционные датчики УА27А

то инерционный датчик 36 (или 37), установленный на этом колесе, замкнет цепь питания крана 34 (или 35). При этом растормозятся оба колеса этой ноги и загорится сигнальная лампа 32 (или 33), установленная на средней панели приборной доски. Если юз возникнет одновременно у колес обеих главных ног, то срабатывают оба крана 34, 35 и растормаживаются все колеса главных ног.

При аварийном торможении давление гидросмеси в тормозной магистрали создается электроприводным насосом 465МТВ (см. разд. 39), включающимся при нажатии рукояток аварийного торможения за счет срабатывания концевого выключателя. При этом автомат торможения не работает.

#### АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

Ниже приводятся основные электрические данные электрогидроагрегатов.

##### ЭЛЕКТРОГИДРОКРАН ГА140

Напряжение питания по постоянно-му току . . . . . 27 в ± 10%

Минимальное напряжение срабатывания электромагнита после выдержки его под током более 30 мин при температуре окружающей среды не более 80° С . . . . . 22 в

Потребляемый ток при напряжении 24 в и температуре 20° С . . . . . не более 0,8 а

Режим работы . . . . . длительный  
Вес . . . . . не более 1,8 кг

Система проводки — двухпроводная. Кран снабжен кнопкой для ручного управления и установлен на шпангоуте № 10 (задний силовой шпангоут) гондолы левого двигателя.

##### ЭЛЕКТРОГИДРОКРАН ГА142/1

Напряжение питания по постоянно-му току . . . . . 27 в ± 10%

Минимальное напряжение срабатывания электромагнита после выдержки его под током более 30 мин при температуре окружающей среды не более 80° С . . . . . 22 в

Потребляемый каждым электромагнитом ток при напряжении 24 в и температуре 20° С . . . . . не более 1 а

Режим работы . . . . . длительный  
Вес . . . . . не более 2,7 кг

Кран имеет кнопку ручного управления и установлен в заднем зализе центроплана, справа.

##### ЭЛЕКТРОГИДРОКРАН ГА164/1

Напряжение питания по постоянно-му току . . . . . 27 в ± 10%

Гарантированное напряжение срабатывания без предварительной выдержки под током . . . . . 20 в

Потребляемый ток при напряжении 27 в и температуре окружающей среды +20° С . . . . . не более 1 а

Режим работы . . . . . длительный  
Вес . . . . . не более 2,24 кг

Кран снабжен кнопкой ручного управления и установлен в отсеке передних колес.

##### ЭЛЕКТРОГИДРОКРАН ГА163/16

Напряжение питания по постоянно-му току . . . . . 27 в ± 10%

Минимальное напряжение срабатывания . . . . . 22 в

Потребляемый ток при температуре 20° С . . . . . не более 2,3 а

Режим работы . . . . . длительный  
Вес . . . . . не более 1,4 кг

Кран выпускается в нескольких сборках, отличающихся друг от друга арматурой и расположением штепсельного разъема (число 16 в знаменателе шифра крана означает номер сборки). Кран установлен в отсеке передней ноги.

##### ЭЛЕКТРОГИДРОКРАН ГА192

Напряжение питания по постоянно-му току . . . . . 27 в ± 10%

Потребляемый ток при напряжении 27 в и температуре окружающей среды +20° С . . . . . не более 1,2 а

Режим работы . . . . . длительный  
Вес . . . . . не более 0,9 кг

Кран установлен в отсеке передней ноги.

##### ЭЛЕКТРОГИДРОКРАН УЭ24/1-2

Напряжение питания по постоянно-му току . . . . . 27 в ± 10%

|  |                 |
|--|-----------------|
| Минимальное напряжение срабатывания . . . . .  | 22 в            |
| Потребляемый ток при напряжении 24 в и температуре окружающей среды +20° С . . . . . | не более 3,5 а  |
| Режим работы во включенном состоянии . . . . .                                       | не более 2 мин  |
| Вес . . . . .  | не более 1,2 кг |

Электрогидрокраны установлены на потолке отсека главных ног шасси в гондолах левого и правого двигателей.

#### ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ УГ34/2

|   |                        |
|---|------------------------|
| Давление включения контактов выключателя . . . . .                                | 4—8 кг/см <sup>2</sup> |
| Максимальное давление включения при температуре окружающей среды —60° С . . . . . | 15 кг/см <sup>2</sup>  |
| Коммутируемое напряжение . . . . .  | 22—27 в                |
| Коммутируемый постоянный ток . . . . .  | не более 10 а          |
| Вес . . . . .   | не более 0,35 кг       |

Выключатели установлены соответственно в отсеках обеих главных ног шасси.

#### ЭЛЕКТРОГИДРОКРАН КЭ5-00-1

|  |                 |
|--|-----------------|
| Напряжение питания по постоянному току . . . . .                                     | 27 в ± 10%      |
| Гарантированное напряжение срабатывания . . . . .                                    | 20 в            |
| Потребляемый ток при напряжении 24 в и температуре окружающей среды +20° С . . . . . | не более 1,2 а  |
| Режим работы . . . . .   | длительный      |
| Вес . . . . .  | не более 0,9 кг |

Кран установлен в отсеке передней ноги.

#### ИНЕРЦИОННЫЙ ДАТЧИК УА27А

|   |                 |
|---|-----------------|
| Напряжение постоянного тока в электроцепи датчика . . . . . | 27 в ± 10%      |
| Вес . . . . .   | не более 0,7 кг |

Датчики устанавливаются по одному на каждом колесе главных ног шасси.

### 37. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ЗАКРЫЛКОВ

Гидравлические агрегаты системы закрылков, так же как и шасси, имеют электродистанционное управление.

#### УПРАВЛЕНИЕ УБОРКОЙ И ВЫПУСКОМ ЗАКРЫЛКОВ

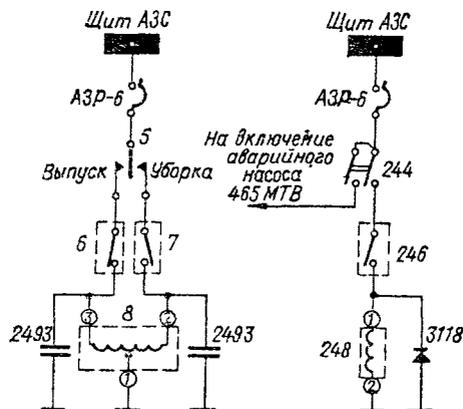
Управление закрылками осуществляется с центрального пульта. Путем соответствующего включения электрогидрокрана 8 (фиг. 178) производится подача рабочей жидкости от основной гидросистемы в линию выпуска или уборки закрылков.

Электрические цепи управления краном 8 автоматически обесточиваются концевыми выключателями 6 и 7, установленными в механизме МКВ-2, при достижении закрылками одного из крайних положений (выпущенного или убранного).

Конденсаторы 2493 предназначены для предупреждения подгара контактов переключателя 5 управления закрылками.

При отказе основной гидросистемы выпуск за-

крылков может быть произведен аварийно с центрального пульта выключателем 244. В этом случае одновременно с включением электрогидрокрана 248



Фиг. 178. Схема управления закрылками:

5 — переключатель ПНГ-15К управления закрылками; 6, 246 — концевые выключатели А802-В выпущенного положения закрылков (в механизме МКВ-2); 7 — концевой выключатель А802-В убранного положения закрылков (в механизме МКВ-2); 8, 248 — краны ГА163/16 и ГА192 управления закрылками (основного и аварийного); 244 — выключатель 2ВГ-15К аварийного выпуска закрылков (включение электроприводного насоса 465МТВ); 2493 — конденсатор МБГП-2-200-Б-2-II; 3118 — диод Д214

включается и аварийный электроприводной насос 465МТВ, создающий давление рабочей жидкости в аварийной гидросистеме.

Аналогично основной схеме, электрическая цепь крана 248 при полностью выпущенных закрылках разрывается концевым выключателем 246, который установлен в том же механизме МКВ-2.

Назначение диода 3118 то же, что и конденсаторов 2493 в основной системе.

#### АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

Ниже приводятся основные электрические данные электрогидроагрегатов.

#### Электрогидрокран ГА163/16

Кран установлен в заднем зализе центроплана. Основные данные его приведены в разд. 36.

#### Электрогидрокран ГА192

Кран установлен в заднем зализе центроплана. Основные данные приведены в разд. 36.

#### Указатель положения закрылков УЗП-1

Указатель УЗП-1 предназначен для индикации положения закрылков.

В комплект УЗП-1 входят указатель и датчик.

#### Основные данные

|   |                 |
|---|-----------------|
| Напряжение питания по постоянному току . . . . .            | 27 в ± 10%      |
| Потребляемый ток (при включении одного указателя) . . . . . | не более 0,11 а |

Погрешность комплекта при колебании напряжения питания в допустимых пределах и температуре от +50 до -60°С . . . . .

не более ±4° (геометрических), что соответствует ±1,8 мм по шкале указателя

Вариация показаний указателя при температуре 20°С . . . . .

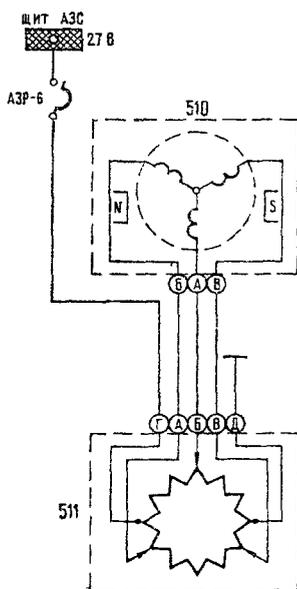
не превышает 4° (геометрических)

Вес:

датчика . . . . . не более 0,375 кг  
указателя . . . . . не более 0,375 кг

Датчики и указатели взаимозаменяемы.

Схема включения УЗП-1 показана на фиг. 179. УЗП является потенциометрическим датчиком, а указатель — магнитоэлектрическим логометром.



Фиг. 179. Электросхема включения указателя положения закрылков УЗП-1:

510 — указатель; 511 — датчик

Принцип действия такой дистанционной передачи приведен в разд. 26. Указатель установлен на центральном пульте, датчик — в заднем зализе центроплана.

Привод датчика осуществляется от кулачка, укрепленного снаружи корпуса механизма МКВ-2 на валу червячного колеса его редуктора.

### Механизм концевых выключателей МКВ-2

Механизм концевых выключателей предназначен для коммутации электрических цепей в соответствии с положением закрылков.

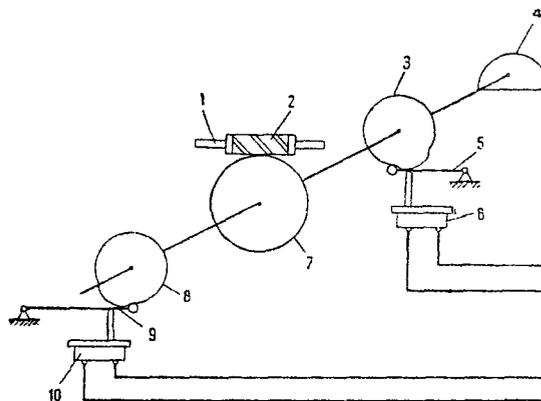
#### Основные данные

Диапазон рабочего напряжения . . . 21,6—28,6 в  
Тип встроенных концевых выключателей . . . . . ВК-2-141В  
Максимальная допустимая нагрузка на концевые выключатели: омическая . . . . . 15 а

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| индуктивная при постоянной времени цепи 0,025 сек . . . . .           | 8 а                                  |
| Режим работы . . . . .  | повторно - кратковременный           |
| Передаточное число червячного редуктора . . . . .                     | 216 · 1                              |
| Момент трогания червяка механизма до включения концевых выключателей: |                                      |
| при нормальной температуре . . . . .                                  | не более 2 кг·см                     |
| при температуре -60°С . . . . .                                       | не более 8 кг·см                     |
| Последовательность срабатывания концевых выключателей . . . . .       | регулируется при монтаже на самолете |
| Аксиальный осевой люфт червяка . . . . .                              | 0,1—0,2 мм                           |
| Вес . . . . .   | не более 1,72 кг                     |

Электрокинематическая схема механизма показана на фиг. 180.

Однозаходный червяк 2 механизма получает вращение от вала трансмиссии 1, пропущенного через продольное отверстие в червяке и укрепленного с ним болтом. Червяк может вращаться, обеспечивая выпуск и уборку закрылков.



Фиг. 180. Электрокинематическая схема механизма МКВ-2:

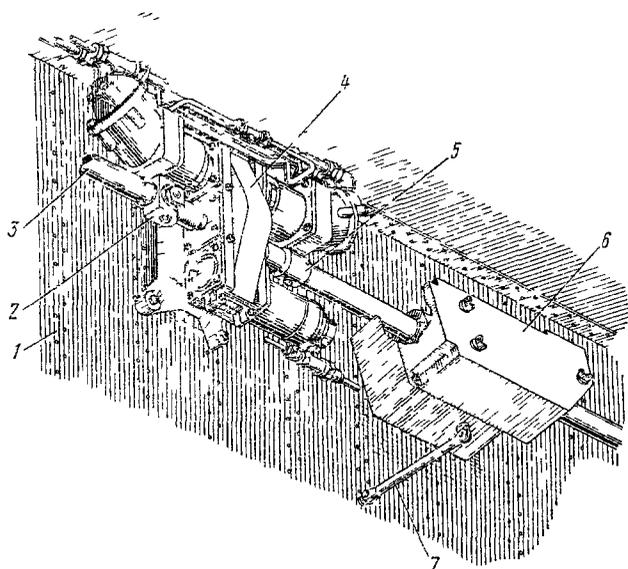
1 — вал трансмиссии; 2 — червяк; 3, 8 — кулачки; 4 — кулачок датчика УЗП-1; 5, 9 — рычаги; 6, 10 — концевые выключатели ВК-2-141В (А802-В); 7 — червячное колесо

Вращение червяка передается червячному зубчатому колесу 7 с двумя кулачками 3 и 8, выступы которых через промежуточные рычаги 5 и 9 нажимают на штоки концевых выключателей 6 и 10. При каждом обороте червяка зубчатое колесо с кулачками поворачивается на угол 1°40'. Кулачок 4 является приводом датчика УЗП-1. Регулировка положения кулачков 3 и 8 производится независимо друг от друга. Для доступа к ним в корпусе механизма имеются окна, закрытые крышками.

Механизм установлен в заднем зализе центроплана (фиг. 181).

На самолете Ан-24 число концевых выключателей в механизме МКВ-2 увеличено до четырех. Три из них (6, 7 и 246 см. фиг. 178) служат для ограничения хода закрылков, а четвертый — для сигнализации положения закрылков. С этой целью произведена замена барабана с кулачками. При повороте этого барабана на 38° (что соответствует полностью выпущенным закрылкам) срабатывают (нажи-

маются) концевые выключатели 6 и 246. При повороте барабана на  $13^{\circ}$ — $17^{\circ}$  срабатывает концевой выключатель сигнализации закрылков (см. гл. XIV).



Фиг. 181. Установка механизма концевых выключателей:  
1 — задний лонжерон центроплана; 2 — кардан; 3 — вал трансмиссии, 4 — гидропривод, 5 — шлицевая муфта, 6 — механизм МКВ 2, 7 — растяжка

## 38. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЕТОМ

### УПРАВЛЕНИЕ ТРИММЕРАМИ ЭЛЕРОНА И РУЛЯ НАПРАВЛЕНИЯ

Для управления триммером левого элерона и триммером руля направления установлены два электромеханизма МП-100М.

Электросхема управления триммерами показана на фиг. 182. Управление осуществляется с центрального пульта. Там же размещены лампы сигнализации нейтрального положения триммеров.

Переключатели управления триммерами нажимного типа. В крайних положениях триммеров электромеханизмы автоматически выключаются благодаря срабатыванию концевых выключателей (КВ2 или КВ3), размещенных внутри электромеханизмов.

Механизм триммера руля направления установлен внутри руля на участке нервюр № 5—5а. Шток электромеханизма соединен с кронштейном триммера трубчатой тягой. Соединение штока с тягой — шарнирное. Для подхода к электромеханизму в обшивке руля имеются лючки.

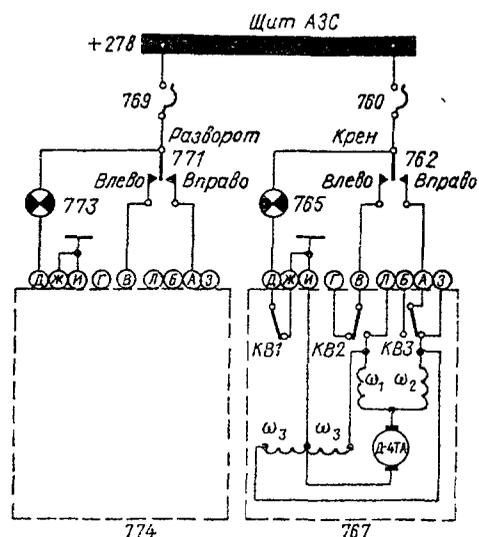
Механизм триммера элерона установлен на лонжероне элерона левого полукрыла и связан с кронштейном триммера через двухплечую качалку и трубчатую тягу.

#### ЭЛЕКТРОМЕХАНИЗМ МП-100М

Электромеханизм МП-100М предназначен для привода самолетных агрегатов и устройств, совершающих поступательное движение с нагрузкой на штоке до 100 кг.

#### Основные данные

|  |            |
|--|------------|
| Напряжение питания по постоянному току | 27 в ± 10% |
| Нагрузка на шток                       |            |
| номинальная                            | 100 кг     |
| максимальная                           | 150 кг     |



Фиг. 182. Электросхема управления триммерами руля направления и элерона:

760, 769 — автоматы защиты сети АЗС-5 управления триммерами, 762, 771 — переключатели ПНГ-15К управления триммерами элерона и руля направления; 765, 773 — лампы СМ-39 сигнализации нейтрального положения триммеров, 767, 774 — электромеханизмы МП-100М управления триммерами элерона и руля направления; КВ1 — концевой выключатель сигнализации нейтрального положения, КВ2, КВ3 — концевые выключатели отключения электродвигателя в крайних положениях;  $\omega_1, \omega_2$  — обмотки возбуждения,  $\omega_3$  — электромагнитная муфта торможения

|   |                    |
|---|--------------------|
| Потребляемый ток при нагрузках                                |                    |
| номинальной   | не более 2 а       |
| максимальной  | не более 2,3 а     |
| Скорость движения штока при нагрузке, действующей против хода | 2,295—3,105 мм/сек |
| Рабочий ход штока   | 80 ± 1,5 мм        |

Примечание Рабочий ход штока может быть установлен изготовителем в пределах от 10 до 80 мм.

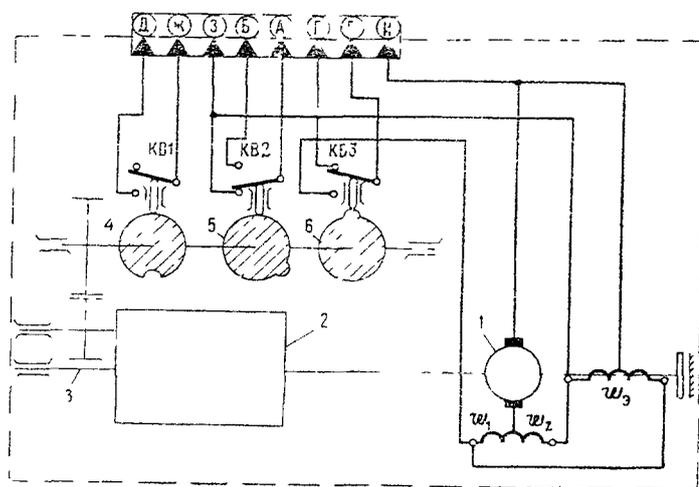
Режим работы . . . . . повторно - кратковременный при номинальных данных: выпуск и уборка штока, перерыв одна минута. Таких циклов — 6, после чего перерыв не менее одного часа

|   |                 |
|---|-----------------|
| Инерционный выбег при номинальной нагрузке и номинальном напряжении | 0,3 мм          |
| Вес   | не более 1,7 кг |

Электромеханизм МП-100М имеет электродвигатель Д-4ТА. В нем установлены две щетки А-12 размером  $4 \times 5 \times 7$  мм.

Электрокинематическая схема механизма показана на фиг. 183.

При включении электромеханизма напряжение подается на одну из обмоток возбуждения  $\omega_1$  или  $\omega_2$  и обмотку электромагнитной муфты  $\omega_3$ . Последняя срабатывает и растормаживает якорь. Вращение якоря передается через редуктор 2 выходному штоку 3 и одновременно устройству, обеспечивающему



Фиг. 183. Электрокинематическая схема МП-100М:

1 — электродвигатель Д-4ТА; 2 — редуктор; 3 — выходной шток; 4, 5, 6 — кулачки управления концевыми выключателями сигнализации нейтрального положения триммера, выпуском и уборкой штока

щему воздействие на концевые выключатели KB1, KB2, KB3, которые размыкают цепи обмоток возбуждения при крайних положениях штока (KB2, KB3) и замыкают цепь сигнализации в его среднем положении (KB1).

Одновременное включение обеих обмоток возбуждения недопустимо, так как это может привести к их сгоранию. Наличие обмотки  $\omega_3$  тормозной электромагнитной муфты сокращает выбег вала якоря после отключения электродвигателя от сети.

Длительная (более 1 мин) работа электродвигателя при полном напряжении питания на холостом ходу не разрешается

### 39. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ГИДРОСИСТЕМЫ

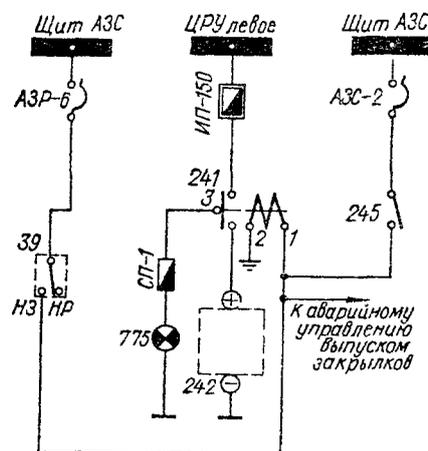
Помимо электрифицированных агрегатов гидросистемы, описанных в разд. 36, 37, на самолете имеется электроприводной аварийный насос 465МТВ, создающий давление в гидросистеме при выходе из строя основной системы (насосы которой установлены на двигателях), а также электрогидрокран аварийной подачи топлива в гидросистему. Гидросистема снабжена указателями количества и давления рабочей жидкости

#### УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТАМИ ГИДРОСИСТЕМЫ

Схема управления электроприводным аварийным насосом приведена на фиг. 184.

Насос 465МТВ с электродвигателем Д-1500 2-й серии включается выключателем 245 («Авар. насосная станция») со средней панели приборной доски. При этом цепь электродвигателя замыкается кон-

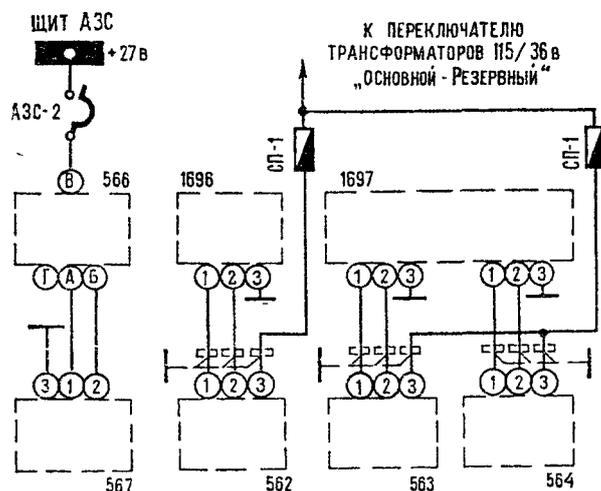
тактором 241, установленным на шпангоуте № 21, а над выключателем 245 загорается сигнальная лампа.



Фиг. 184. Электросхема аварийного торможения основных колес и включения электроприводного аварийного насоса 465МТВ:

39 — концевой выключатель В-602 включения электроприводного аварийного насоса; 241, 242, 245 — контактор КМ-600Д включения питания, электроприводной насос 465МТВ и выключатель ВГ-15К «Авар. насосная станция»; 775 — лампа СЛЦН сигнализации включения электроприводного аварийного насоса

Включение насоса происходит также автоматически при аварийном торможении главных колес шасси или при аварийном выпуске закрылков.



Фиг. 185. Схема включения указателя количества гидросмеси и индикаторов давления гидросмеси:

562, 563, 564 — датчики ИД-240 давления в аварийной, основной гидросистемах и гидроаккумуляторах, 566, 567 — указатель и датчик количества гидросмеси МЭ-1866; 1696 — указатель УИ1-240 давления в аварийной гидросистеме, 1697 — указатель УИ2-240 давления в основной гидросистеме и гидроаккумуляторах

Пополнение рабочей жидкости гидросистемы в аварийной ситуации за счет топлива производит-

ся со средней панели приборной доски путем включения электрогидрокрана ГА98/1.

Замер количества рабочей жидкости в гидросистеме осуществляется указателем МЭ-1866. Давление рабочей жидкости в гидроаккумуляторе и в основной гидросистеме измеряется манометром 2ДИМ-240, а в аварийной гидросистеме манометром ДИМ-240. Схема включения приборов приведена на фиг. 185.

## АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

### Электроприводной аварийный насос 465МТВ

Насос 465МТВ является электроприводным насосом плунжерного типа, предназначенным для нагнетания рабочей жидкости в гидросистему. Насос снабжен электродвигателем Д-1500 2-й серии, представляющим собой четырехполюсную электрическую машину постоянного тока со смешанным возбуждением.

#### Основные данные

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Номинальное напряжение питания | 26 в   |
| Потребляемый ток               | не более 90 а  |
| Режим работы                   | 15 мин работы, после чего охлаждение не менее 15 мин |
| Вес                            | не более 15 кг                                       |

Насос 465МТВ установлен слева в заднем зализе центроплана.

### Электрогидрокран ГА98/1

|  |                  |
|--|------------------|
| Напряжение питания по постоянному току | 22—27 в          |
| Потребляемый ток при напряжении 27 в   | не более 1,2 а   |
| Режим работы                           | длительный       |
| Вес                                    | не более 1,48 кг |

Электрогидрокран установлен слева в заднем зализе центроплана.

### Указатель уровня гидросмеси МЭ-1866

Указатель уровня гидросмеси МЭ-1866 предназначен для контроля количества гидросмеси в гидробаке. На самолете установлен гидробак объемом 36 л. Рабочее количество заливаемой жидкости при заполненных основной и аварийной системах и заряженном гидроаккумуляторе составляет 22—25 л.

Аварийный запас жидкости в баке должен быть не менее 8 л.

Указатель МЭ-1866 состоит из собственно указателя и датчика. Указатель размещается на вертикальной стенке левого пульта рядом с указателем масломера (см. фиг. 97), а датчик размещен в гидробаке. Шкала прибора имеет деления от 0 до 30 л с оцифровкой через 10 л.

Принцип работы МЭ-1866 аналогичен принципу работы масломера МЭС-1857В (см. разд. 26).

### Манометр давления 2ДИМ-240

Манометр давления в основной гидросистеме и в гидроаккумуляторе является дистанционным индуктивным манометром с двухшкальным указателем. В комплект прибора входят двухшкальный указатель УИ2-240 и два датчика ИД-240.

Указатель размещен на средней панели приборной доски. Один датчик ИД-240 установлен в нише передней ноги и является датчиком гидроаккумулятора; другой датчик — в левой гондоле в отсеке противопожарных баллонов на передней стенке отсека и является приемником, воспринимающим давление в основной гидросистеме.

#### Основные данные

|                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Пределы измерения                 | от 0 до 240 кг/см <sup>2</sup> |
| Погрешность показаний             | не более 4%                    |
| Питание прибора переменным током: |                                |
| напряжение                        | 36 в ± 6%                      |
| частота                           | 400 гц ± 2%                    |
| Потребляемый ток                  | 0,2 а                          |
| Вес                               | 1,2 кг                         |

Принцип работы прибора аналогичен рассмотренному в разд. 27 принципу работы индикатора ЭМИ-ЗРТИ.

### Манометр давления в аварийной гидросистеме ДИМ-240

Манометр ДИМ-240 позволяет контролировать давление в аварийной гидросистеме.

Комплект прибора состоит из указателя УИ1-240 и датчика ИД-240. Указатель размещен на средней панели приборной доски, а датчик — в гидроотсеке с левой стороны центроплана под крылом.

Принцип работы и технические данные прибора аналогичны 2ДИМ-240.

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫХ И ОБОГРЕВНЫХ УСТРОЙСТВ

Электрооборудование противообледенительных устройств обеспечивает обогревом следующие части и агрегаты самолета:

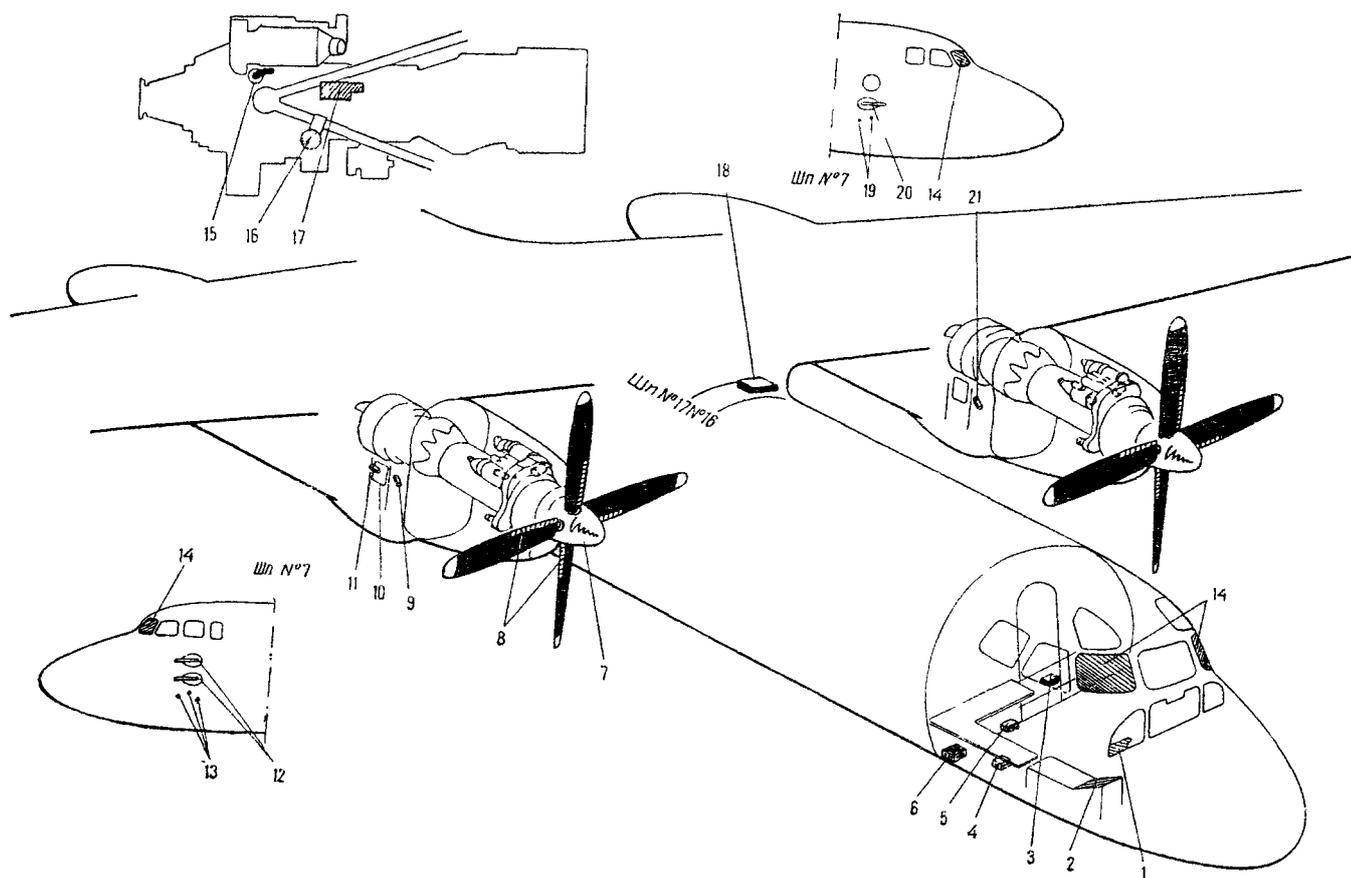
- лопасти воздушных винтов и обтекатели их втулок;
- лопатки входных направляющих аппаратов (ВНА) и воздухозаборников двигателей;
- крыло и оперение;
- турбогенератор;
- два передних стекла фонаря кабины экипажа;
- приемники воздушного давления.

Схема размещения электроагрегатов противообледенительной системы приведена на фиг. 186.

### 40. ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛИ ВОЗДУШНЫХ ВИНТОВ И ОБТЕКАТЕЛЕЙ ИХ ВТУЛОК, ОБОГРЕВ ЛОПАТОК ВНА И ВОЗДУХОЗАБОРНИКОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

#### РАБОТА ЭЛЕКТРОСХЕМЫ

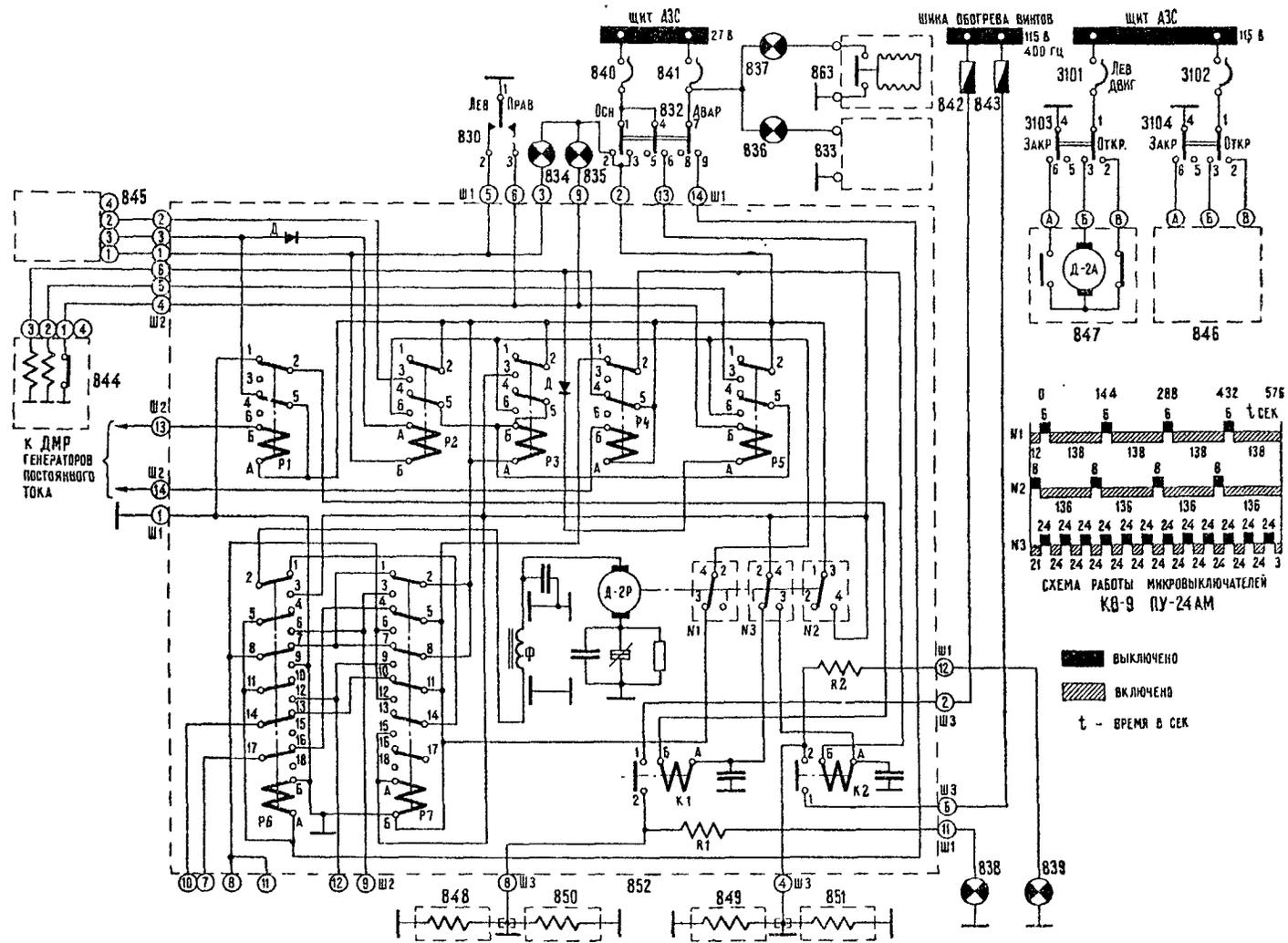
Лопастки воздушных винтов и обтекатели втулок винтов обогреваются переменным током напряжением 115 в частотой 400 гц, а лопатки входных направляющих аппаратов (ВНА) и воздухозаборников двигателей — горячим воздухом, отбираемым от X ступени компрессора каждого двигателя. Элек-



Фиг. 186 Размещение электроагрегатов системы противообледенительных устройств:

1 — панель с выключателями, переключателями и сигнальными лампами обогрева крыла, оперения, ВНА и стекла кабины экипажа; 2 — панель с выключателями, переключателями и сигнальными лампами обогрева (и проверки обогрева) приемников полного и статического давлений, обогрева турбогенератора и кондиционирования воздуха; 3, 5 — двухканальный и одноканальный блоки сигнализации отказа обогрева приемников воздушного давления левого, правого летчиков и штурмана; 4 — блок автоматики обогрева стекол АОС-81М; 6 — два трансформатора АТ-7-1,5; 7, 8 — нагревательные элементы обтекателей втулок винтов и лопастей винтов; 9, 21 — электромеханизмы МП-5 и концевые выключатели ВК-2-200 (А822) сигнализации открытого

положения заслонок противообледенительной системы крыла и оперения; 10 — люк на средней части гондолы двигателя; 11 — электромеханизм МП-5 и концевой выключатель ВК-2-200 (А822) открытого положения заслонки обогрева турбогенератора; 12, 13 — нагревательные элементы приемников полного и статического давлений на левом борту; 14 — электрообогреваемые стекла; 15 — сигнализатор обледенения СО-4А; 16, 17 — сигнализатор даления СДУЗА-0,35 и электромеханизм МП-5И открытия заслонки в системе обогрева ВНА; 18 — панель управления ПУ-24АМ; 19, 20 — нагревательные элементы приемников статического и полного давлений на правом борту



Фиг. 187. Электросхема противообледенителей винтов, обтекателей их втулок и ВНА двигателей:

830 — переключатель ПНГ-15К проверки панели ПУ-24АМ на земле «Лев. — Прав.»; 832 — переключатель ЗППНГ-15К системы обогрева «Осн. — Авар.»; 833, 863 — сигнализаторы СДУЗА-0,35 обогрева ВНА левого и правого двигателей; 834, 835 — лампы СЛЦН сигнализации обледенения левого и правого двигателей; 836, 837 — лампы СЛЦ-51 сигнализации открытого положения заслонок обогрева ВНА левого и правого двигателей; 838, 839 — лампы СЛЦ-51 сигнализации обогрева винтов и обтекателей их втулок; 840, 841 — автоматы АЗР-15 и АЗР-6 системы противообледенения винтов и их обтека-

телей; 842, 843 — плавкие вставки ПВ-80АС; 844, 845 — сигнализаторы СО-4А обледенения правого и левого двигателей; 846, 847 — механизмы МП-5И открытия заслонок обогрева ВНА правого и левого двигателей; 848, 849 — элементы обогрева винтов левого и правого двигателей; 850, 851 — элементы обогрева обтекателей втулок винтов левого и правого двигателей; 852 — панель ПУ-24АМ; 3101, 3102 — автоматы АЗС-2 обогрева ВНА; 3103, 3104 — переключатели 2ПНГ-15К управления МП-5И обогрева ВНА левого и правого двигателей «Закр. — Откр.»

тросхема противообледенителей приведена на фиг. 187

Управление противообледенителями осуществляется с правой панели приборной доски, где установлены и лампы сигнализации.

Датчиками, обеспечивающими автоматическое включение противообледенителей в условиях обледенения и их отключение при выходе из зоны обледенения, служат сигнализаторы СО-4А. Панель управления ПУ-24АМ осуществляет автоматический режим работы противообледенителей.

Ниже приводится описание работы электросхемы противообледенителя правого двигателя (схема левого двигателя аналогична).

Панель управления ПУ-24АМ обеспечивает работу противообледенителей только при работающем двигателе. Это предупреждает включение обогрева воздушных винтов и обтекателей их втулок при невращающихся лопастях, когда возможен выход из строя нагревательных элементов (из-за отсутствия обдува). Такая блокировка достигается благодаря срабатыванию реле Р4 в ПУ-24АМ при отключении ДМР-600Т генератора постоянного тока СТГ-18ТМ.

Нормальное положение выключателя 832 противообледенителей, который установлен на правой панели приборной доски, — «Осн.» (по схеме влево).

При обледенении двигателя обледеневает носок сигнализатора 844 (СО-4А) и замыкаются его контакты; в результате этого замыкается цепь обмотки реле Р5 (через клемму 2 Ш1 ПУ-24АМ, нормально-замкнутые контакты реле Р4, диод Д и контакты СО-4А) и загорается лампа 835 сигнализации обледенения.

После срабатывания реле Р5 включается обогрев носка сигнализатора, через который набегающий воздушный поток попадает в сигнализатор и далее на анероидный элемент, связанный с его концевым выключателем. Остальная часть сигнализатора обогревается вне зависимости от срабатывания сигнализатора.

Контактами 5—6 реле Р5 замыкается цепь обмотки промежуточного реле Р3; после срабатывания реле Р3 удерживается во включенном состоянии за счет того, что «минус» на обмотку реле подается через собственные контакты 5—6 и контакты концевого выключателя № 1 программного механизма ПУ-24АМ, минуя контакты 5—6 реле Р5.

Реле Р7, срабатывая после реле Р3, включает электромеханизм Д-2Р панели ПУ-24АМ через контакты 14—15 реле Р7, контакты 1—2 реле Р6 и фильтр Ф снижения помех радиоприему.

Обогрев лопастей обоих воздушных винтов и обтекателей их втулок происходит поочередно через контакторы К1 и К2, управляющие обмотки которых каждые 24 сек переключаются концевым выключателем № 3 программного механизма (см. циклограмму на фиг. 187). При включении обогрева на правой панели приборной доски поочередно загораются лампы сигнализации 838 и 839, включенные на напряжение 115 в через гасящие сопротивления R1 и R2.

Питание к нагревательным элементам подается через кольцевые токосъемники ТС-6.

Концевой выключатель № 1 программного механизма ПУ-24АМ на 6-й секунде разрывает цепь удерживания реле Р3 во включенном состоянии. Если до 8-й секунды от начала цикла работы программного механизма не поступит сигнал с сигнализатора обледенения на реле Р5, система отключается по истечении всего цикла, продолжительность которого определяется концевым выключателем № 2. Этот выключатель на 8-й секунде включает реле Р7 (т. е. систему противообледенителя) на 136 сек. Если после повторного разрыва цепи концевым выключателем № 2 сигнализатор обледенения не срабатывает, то электромотор программного механизма ПУ-24АМ останавливается. При наличии обледенения сигнализатор срабатывает и описанный цикл работы противообледенителя повторяется.

При отказе сигнализатора обледенения выключатель 832 устанавливается в положение «Авар.» (по схеме вправо). В этом случае срабатывает реле Р6, которое включает мотор Д-2Р, и выдается напряжение на концевой выключатель № 3, управляющий включением контакторов К1 и К2 обогрева воздушных винтов и обтекателей их втулок.

Проверка системы противообледенения на земле при работающих двигателях осуществляется установкой переключателя 830 «Контроль» в положение «Лев.» и «Прав.». При этом происходит описанное выше срабатывание электросистемы обогрева винтов.

Заслонки кранов подачи горячего воздуха на обогрев лопаток ВНА и воздухозаборников открываются электромеханизмами 846, 847 (МП-5И). Управление этими электромеханизмами производится вручную переключателями 3104, 3103 «Откр. — Закр.».

При подаче горячего воздуха на обогрев ВНА и воздухозаборников за счет давления этого воздуха срабатывают сигнализаторы 833 и 863 (СДУА-0,35) и загораются лампы 836 и 837, сигнализирующие об исправной работе системы. Переключатели 3103, 3104 и лампы 836, 837 установлены по правой панели приборной доски. На ранее выпускаемых самолетах механизмы 846, 847 (МП-5) были подключены к Ш2 (клеммы 7, 8, 9 и 10, 11, 12) панели ПУ-24АМ и включались автоматически при срабатывании реле Р7 одновременно с получением сигнала обледенения от сигнализатора СО-4А.

#### НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ВИНТОВ И ОБТЕКАТЕЛЕЙ ИХ ВТУЛОК

Ленточные нагревательные элементы лопастей воздушных винтов подключаются последовательно, располагаются на передних кромках лопастей и являются частью их конструкции. Снаружи нагревательные элементы защищены от механических повреждений металлическими накладками.

##### Основные данные

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Рабочее напряжение переменного тока с частотой 400 гц | 115 в                     |
| Сопротивление   | $8,82 \pm_{0,3}^{0,2}$ ом |
| Потребляемая мощность (на четырех лопастях)           | 6 квт                     |
| Удельная мощность в частях лопастей:                  |                           |

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| прикромлевой . . . . . | 2,5 вт/см <sup>2</sup> |
| средней . . . . .      | 2,0 вт/см <sup>2</sup> |
| концевой . . . . .     | 1,5 вт/см <sup>2</sup> |

Ленточные нагревательные элементы обтекателей втулок винтов расположены в лобовых частях обтекателя (см. фиг. 186). Они изготовлены из материала Х18Н9Т толщиной 0,35 мм. Изоляция нагревательных элементов осуществляется стеклотканью. Сопротивление элемента каждого обтекателя 9,1—9,65 ом.

### ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПУ-24АМ

Панель управления ПУ-24АМ предназначена для автоматического режима работы противообледенителей воздушных винтов и обтекателей их втулок. Электрприводом программного устройства панели, аналогично автоматам ПМК-18 или АВП-4, является электродвигатель Д-2Р. Для снижения уровня помех радиоприему внутри панели в цепи электродвигателя установлен фильтр, состоящий из дросселя и конденсаторов; с этой же целью панель выполнена экранированной.

#### Основные данные

|  |                |
|--|----------------|
| Напряжение питания по постоянному току . . . . .                           | 27 в ± 10%     |
| Потребляемый ток при напряжении 27 в и температуре окружающей среды 20° С. |                |
| в рабочем режиме . . . . .   | не более 2,7 а |
| в момент включения . . . . .   | не более 10 а  |

Ток, коммутлируемый контакторами панели, при напряжении 115 в . . . . . не более 65 а

Панель обеспечивает включенное состояние противообледенительных средств после прекращения выдачи сигнала об обледенении . . . . . в течение 2—5 мин

Длительность каждого цикла включения противообледенителя воздушных винтов и обтекателей их втулок . . . . . 24 ± 2 сек

Примечание. Длительность первого включения 21 ± 2 сек

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| Режим работы . . . . .     | длительный    |
| Система проводки . . . . . | однопроводная |
| Вес . . . . .              | не более 6 кг |

Панель установлена в переднем зализе центроплана (см. фиг. 95).

### СИГНАЛИЗАТОР ОБЛЕДЕНЕНИЯ СО-4А

Сигнализатор обледенения СО-4А предназначен для выдачи сигнала (замыкания электрической цепи) при обледенении; его устанавливают на лобовом картере с левой стороны двигателя.

#### Основные данные

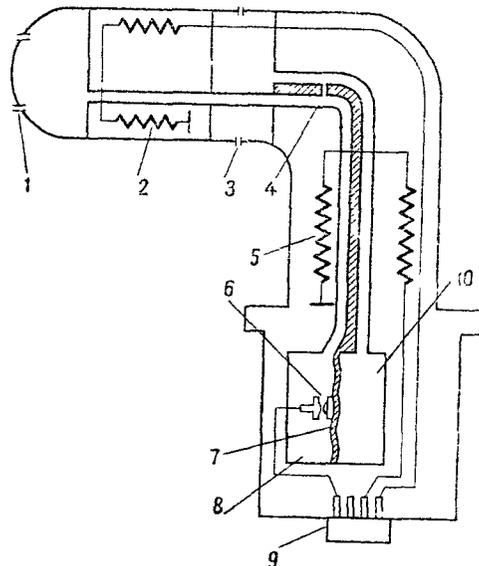
|  |                           |
|--|---------------------------|
| Рабочее напряжение по постоянному току . . . . .       | 27 в ± 10%                |
| Нагрузка на контакты . . . . .                         | обмотка реле типа ТКЕ52ПД |
| Максимальный ток, потребляемый нагревателями . . . . . | 7 а                       |

На ранее выпускаемых самолетах автоматика панели обеспечивала обогрев лопаток ВНА и воздухозаборников двигателей

Режим работы . . . . . циклический: не более 90 сек контакты замкнуты (размораживание), не более 150 сек — разомкнуты (замораживание)

Время подачи сигнала с момента появления условий обледенения . . . . . не более чем через 15 сек

Пневмоэлектрическая схема сигнализатора приведена на фиг. 188.



Фиг. 188. Пневмоэлектрическая схема сигнализатора СО-4А:

1 — отверстия полного давления, 2, 5 — нагревательные элементы носка и колеса сигнализатора; 3 — отверстия статического давления; 4 — жиклер; 6 — контакты чувствительного элемента; 7 — мембрана, 8 — камера полного давления; 9 — штепсельный разъем; 10 — камера статического давления

Принцип действия сигнализатора основан на использовании упругих свойств чувствительного элемента — металлической гофрированной мембраны 7, замыкающей и размыкающей электрические контакты 6 при изменении величины скоростного напора воздушного потока, омывающего заборник сигнализатора.

Конструктивно сигнализатор представляет собой дифференциальный манометр с двумя герметичными камерами, соединенными жиклером 4. Камера 8 воспринимает полное давление набегающего потока воздуха через отверстия 1 в торце заборника сигнализатора; вторая камера 10 воспринимает статическое давление воздуха через боковые отверстия 3 в заборнике сигнализатора. За счет разности давлений в камерах мембрана 7 прогибается и замыкаются контакты сигнализатора. При закупоривании торцовых отверстий пленкой льда давление в камерах через жиклер 4 выравнивается и контакты сигнализатора замыкаются. В этом случае питание подается на нагревательные элементы носка заборника сигнализатора.

За счет тепла, выделяемого нагревательными элементами, лед стаяет, отверстия в заборнике сиг-

нализатора открываются, и восстановившийся перепад давлений в камерах размыкает контакты.

При продолжении условий обледенения описанный цикл работы сигнализатора повторяется

### ЭЛЕКТРОМЕХАНИЗМ МП-5И

Электромеханизм МП-5И предназначен для работы совместно с краном перепуска воздуха, а также для привода агрегатов и устройств, совершающих поступательное движение.

#### Основные данные

|   |                  |
|---|------------------|
| Напряжение питания по постоянному току  | 27 в ± 10%       |
| Осевая нагрузка на ходовой винт (действующая против направления его движения) |                  |
| номинальная   | 5 кг             |
| максимальная  | 8 кг             |
| Потребляемый ток при нагрузке   |                  |
| номинальной   | не более 0,15 а  |
| максимальной  | не более 0,18 а  |
| Скорость движения ходового винта  | 1,3 мм/сек ± 16% |
| Рабочий ход ходового винта  | от 5 до 40 мм    |

**Примечание.** Рабочий ход винта на выпуск может быть от 5 до 40 мм со следующими интервалами 5, 8, 10, 12 и далее через каждые 2 мм (с допуском ± 1 мм), регулировка хода в указанных пределах производится только изготовителем

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Напряжение трогания без нагрузки | не более 10 в   |
| Режим работы                     | повторно - кратковременный выпуск ходового винта, его уборка, перерыв 1 мин, таких циклов три, после чего — перерыв до полного охлаждения |

|     |                  |
|-----|------------------|
| Вес | не более 0,52 кг |
|-----|------------------|

Электромеханизм состоит из электродвигателя Д-2А, редуктора и двух концевых выключателей

Электродвигатель Д-2А представляет собой реверсивную машину постоянного тока с возбуждением от постоянного магнита, создающую момент на валу 0,02 кг·см при 5700 об/мин.

Размер щеток 3×4×6,5 мм, щеточное давление 65—80 г.

Реверсирование осуществляется путем изменения направления тока в обмотке электродвигателя. В крайних положениях ходового винта электромеханизм автоматически останавливается благодаря разрыву соответствующей электрической цепи концевыми выключателями. Изменение полярности подводимого напряжения приводит к выходу механизма из строя

Электромеханизм привода заслонки обогрева лопаток ВНА и воздухозаборника установлен на клапане перепуска воздуха на обогрев ВНА, который крепится на компрессоре с левой стороны (см. фиг. 186)

### СИГНАЛИЗАТОР ДАВЛЕНИЯ СДУЗА-0,35

Сигнализатор СДУЗА-0,35 установлен на двигателе и предназначен для замыкания электрической цепи сигнализации обогрева лопаток ВНА и воздухозаборника за счет срабатывания от давления, подаваемого на обогрев горячего воздуха.

Сигнализатор аналогичен описанным в разд. 18, гл VII

#### Основные данные

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Рабочее давление  | не более 3,0 кг/см <sup>2</sup> |
| Точка срабатывания  | 0,35 кг/см <sup>2</sup>         |
| Погрешность срабатывания  | ± 0,018 кг/см <sup>2</sup>      |
| Перегрузочное давление (предел герметичности динамической камеры) | 8,5 кг/см <sup>2</sup>          |

### ТОКОСЪЕМНИК ТС-6

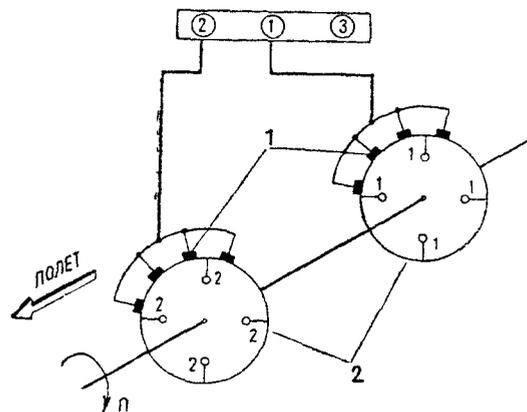
Токосъемник ТС-6 предназначен для обеспечения электрической связи цепей электропитания от неподвижных частей самолета к вращающимся элементам обогрева винтов и обтекателей их втулок.

Он состоит из щеточного токосъемника и контактных колец.

#### Основные данные

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Напряжение                            | 115 в ± 10%  |
| Пропускаемый ток                      | 65 а   |
| Сопротивление нагрузки (активное)     | 1,77 ом  |
| Род тока                              | переменный, однофазный   |
| Частота                               | 400 гц   |
| Скорость вращения контактных колец    | 1245 об/мин  |
| Направление вращения контактных колец | левое, если смотреть по направлению полета (набегающим краем щетки является острый угол) |
| Режим работы                          | продолжительный, циклами 24 сек под током, 24 сек без тока                               |
| Вес токосъемника                      | не более 1,4 кг  |
| Вес контактных колец                  | не более 3 кг  |

Контактные кольца монтируются на втулке воздушного винта и вращаются вместе с ним. Токосъемник монтируется на двигателе с помощью переходного кронштейна. Подвод тока осуществляется через штепсельный разъем



Фиг 189. Электрокинематическая схема токосъемника ТС-6:

1 — токосъемник, 2 — контактные кольца

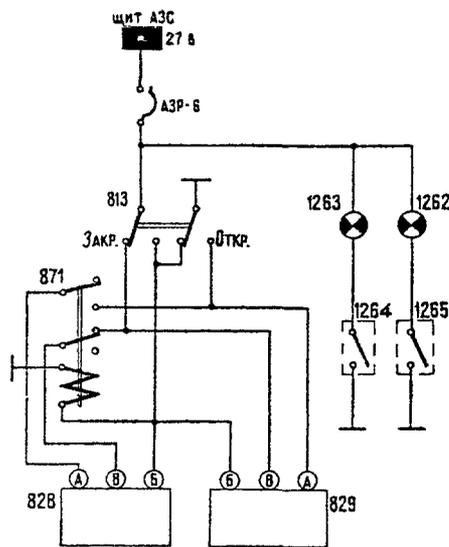
съемник монтируется на двигателе с помощью переходного кронштейна. Подвод тока осуществляется через штепсельный разъем

Электрокинематическая схема токосъемника приведена на фиг 189

#### 41. ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛИ КРЫЛА, ОПЕРЕНИЯ И ОБОГРЕВ ТГ-16

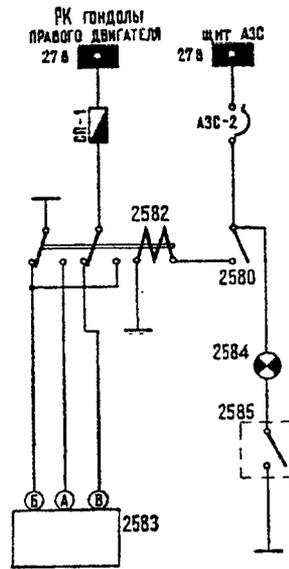
Крыло, оперение и ТГ-16 обогреваются горячим воздухом, подача которого осуществляется путем открывания заслонок с помощью электромеханизмов МП-5. Электросхема управления ими показана на фиг. 190.

Управление противообледенителем крыла и опе-



#### 42. ОБОГРЕВ СТЕКОЛ ФОНАРЯ КАБИНЫ ЭКИПАЖА

Электрический обогрев стекол фонаря кабины экипажа применяется для предупреждения и устранения обледенения, а также запотевания стекол во время стоянки самолета, при рулении и в полете. Электрообогреваемыми являются два передних стекла фонаря кабины экипажа.



Фиг. 190. Электросхема противообледенителя крыла, оперения и обогрева ТГ-16:

813 — выключатель 2ППГ-15К противообледенительной системы (ПОС) крыла и оперения на правой панели приборной доски; 828, 829, 2583 — электро-механизмы МП-5 управления ПОС левого, правого полукрыльев и обогревом ТГ-16; 871, 2582 — реле ТКЕ52ПД 2-й серии; 1262, 1263, 2584 — лампы СЛШ-51 сигнализации работы ПОС левого, правого полукрыльев и обогрева ТГ-16; 1264, 1265, 2585 — концевые выключатели ВК-2-200 открытого положения заслонок; 2580 — выключатель ВГ-15К обогрева ТГ-16 на правом пульте

рения производится переключателем 813 «Крыло и опер.», установленным на правой панели приборной доски. Там же размещены лампы сигнализации открытого положения заслонок.

Реле 871 предупреждает возникновение обходных электроцепей при несинхронном достижении штоками электромеханизмов крайних положений, когда цепь одного механизма не обесточивается установленным в нем концевым выключателем за счет цепи другого механизма.

Управление обогревом ТГ-16 осуществляется выключателем 2580 «Обогрев турбогенератора» с пульта правого летчика, где установлена и лампа сигнализации 2584 открытого положения заслонки. Концевые выключатели 1264, 1265 и 2585 кинематически связаны с соответствующими заслонками.

Электромеханизмы противообледенителя правого полукрыла и обогрева ТГ-16 установлены в гондоле правого двигателя, а левого полукрыла — в гондоле левого двигателя (см. фиг. 186).

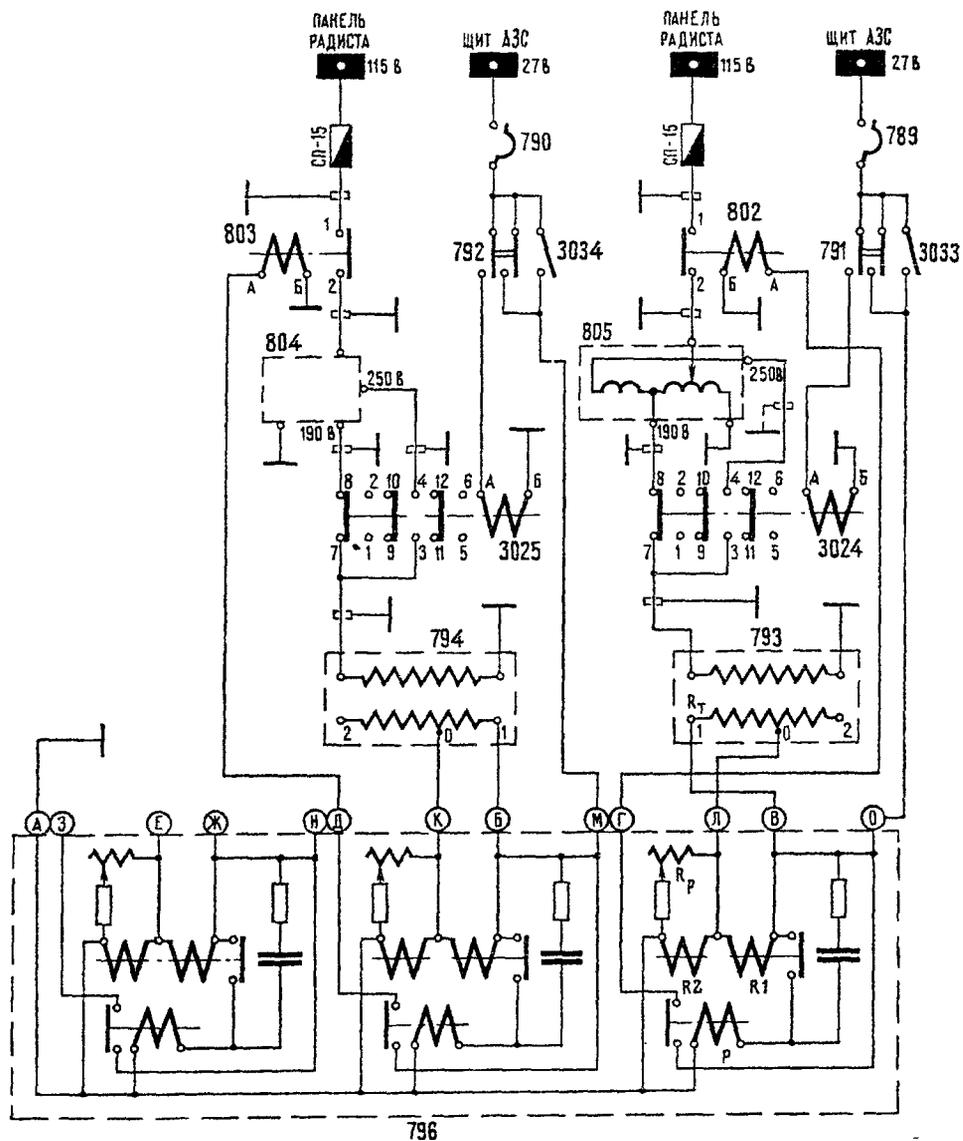
#### ЭЛЕКТРОСХЕМА ОБОГРЕВА СТЕКОЛ

В состав схемы обогрева стекол входят (фиг. 191):

- автомат обогрева стекол АОС-81М;
- два автотрансформатора АТ-7-1,5;
- два электрообогревных стекла А-10.

Обогрев стекол включается с левой и правой панелей приборной доски летчиков. Обогреваются стекла переменным током напряжением 190, 208, 230 или 250 в частотой 400 гц. Необходимые для обогрева стекол напряжения снимаются с соответствующих клемм (115, 190, 208, 230, 250) автотрансформаторов АТ-7-1,5. Так как стекла выпускаются с различными данными нагревательных элементов, то питающие провода должны подключаться к клеммам автотрансформатора в соответствии с данными, указанными в паспорте на стекло\*. Вход автотрансформатора подключен к основной шине

\* На схеме, изображенной на фиг. 191, показано подключение автотрансформаторов для одного из вариантов стекла.



Фиг. 191. Электросхема обогрева стекол фонаря кабины экипажа:

789, 790 — автоматы защиты сети АЗС-2 обогрева стекол летчиков; 791, 792 — выключатели 2ВГ-15К интенсивного обогрева правого и левого стекол; 793, 794 — обогрев правого и левого лобовых стекол А-10; 796 — автомат обогрева стекол АОС-81М; 802, 803 — контакторы КМ-25Д включения электропитания на автотрансформаторы обогрева правого и левого стекол; 804, 805 — автотрансформаторы АТ-7-1,5; 3024, 3025 — контакторы ТКД133ДТ включения электропитания на обогрев правого и левого стекол; 3033, 3034 — выключатели ВГ-15К обогрева правого и левого стекол в ослабленном режиме

115 в 400 гц панели переменного тока, установленной на шпангоуте № 7.

Схемой предусмотрено два режима обогрева стекол: ослабленный и интенсивный. В ослабленном режиме электрообогрев включается на пониженное напряжение питания 115 и 190 в (в зависимости от варианта стекла), а в интенсивном режиме — на номинальное, которое может быть 190, 208 или 230, 250 в. Наличие двух режимов электрообогрева облегчает работу стекол, увеличивая срок их службы.

Моменты включения и отключения обогрева стекол регламентируются автоматом обогрева стекол АОС-81М, имеющим три автономных канала управления обогревом. По схеме используются только два канала (по одному на каждое стекло), третий — запасной.

Датчиком температуры каждого стекла служит запрессованный в него термистор  $R_T$ , представляющий собой полупроводник с большим отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (с ростом температуры его сопротивление уменьшается). На каждом стекле установлено по два термистора: один рабочий, второй — запасной.

Ниже описана работа схемы обогрева стекла правого летчика, аналогичная схеме обогрева стекла левого летчика.

При установке выключателя 791 в положение «Интенсивно» (по схеме влево) срабатывает контактор 3024, однако питание на стекло подано не будет, так как разомкнуты контакты контактора 802. Последний срабатывает при замыкании контактов реле Р в автомате АОС-81М, что происходит при холодном стекле. В этом случае на стекло поступает питание, и оно начинает нагреваться. Одновременно со стеклом нагревается и запрессованный в него термистор  $R_T$ .

Термистор  $R_T$  включен в одно плечо электрической мостовой схемы (фиг. 192); три других плеча моста образуются сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$  катушек поляризованного дифференциального реле и регулировочным сопротивлением  $R_p$ , установленными в автомате АОС-81М. Катушки имеют одинаковое число витков и включены навстречу одна другой.

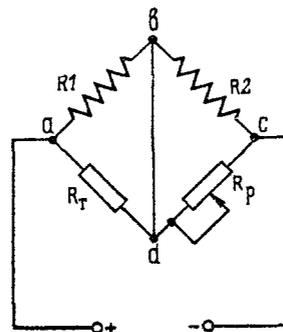
Питание схемы осуществляется через диагональ моста  $ac$ ; вторая диагональ  $bd$  закорочена.

Если сопротивление  $R_T$  термистора уменьшается (при нагреве стекла), в закороченной диагонали моста появляется ток, вызывающий увеличение силы тока в одной катушке реле и уменьшение его в другой. При определенной разности этих токов, т. е. при определенной температуре стекла ( $+30^\circ\text{C}$ ), реле срабатывает и отключает электрообогрев стекла. Аналогично работает схема при охлаждении стекла (при увеличении сопротивления  $R_T$ ). При снижении температуры стекла до  $+20^\circ\text{C}$  цикл повторяется.

Таким образом, схема настроена так, что отключение обогрева стекла происходит при температуре настройки ( $+30^\circ\text{C}$ ); при более высокой температуре окружающей среды электрообогрев не включается. Аналогично работает электрическая схема (см. фиг. 191) и в ослабленном режиме при включении выключателя 3033. Однако в этом случае кон-

тактор 3024 не срабатывает, и к стеклу подается от автотрансформатора пониженное напряжение.

Электрообогрев стекол начинает эффективно работать через 5—6 мин после его включения. Поэтому в полете его следует включать заблаговременно.



Фиг. 192. Электросхема моста обогрева стекол

Запрещается включать электрообогрев стекол при отключенных или имеющих внутренний обрыв цепи термисторах, а также замыкать накоротко цепь термистора, так как это может привести к перегреву стекол или выходу из строя автомата АОС-81М.

Контакты 3024 и 3025 установлены на панели переменного тока 115/36 в (шпангоут № 7).

#### ЭЛЕКТРООБГРЕВНОЕ СТЕКЛО А-10

Стекло А-10 является силикатным стеклом с встроенным в него пленочным обогревательным элементом и двумя запрессованными термодатчиками (термисторами). Стекло состоит из трех слоев, между которыми нанесена токопроводящая пленка.

Сопротивление каждого термистора при температуре  $20^\circ\text{C}$  равно  $6500 \pm 1500$  ом.

Обогреваемая поверхность стекла  $1730$  см<sup>2</sup>. Удельная мощность обогрева  $0,435—0,65$  вт/см<sup>2</sup>. Максимальная потребляемая мощность  $1125$  вт. Электрические параметры обогревателя стекла А-10 при различных режимах питания приведены в табл. 19.

Таблица 19

| Напряжение<br>в | Сопротивление<br>ом | Максимальный потребляемый ток<br>а |
|-----------------|---------------------|------------------------------------|
| 190             | 35,4—43,3           | 5,64                               |
| 208             | 42,5—52             | 5,15                               |
| 230             | 52—63,5             | 4,65                               |
| 250             | 61,4—75             | 4,18                               |

#### АВТОМАТ АОС-81М

Автомат обогрева стекол АОС-81М предназначен для автоматического регулирования температуры стекол фонаря самолета. Схема автомата приведена на фиг. 191.

Шлицы регулировочных сопротивлений  $R_p$  выведены на лицевую панель автомата.

Конденсаторы, включенные параллельно контактам реле, предназначены для искрогашения.

#### Основные данные

|  |  |
|--|--|
| Напряжение питания по постоянному току | 27,5 в ±10%  |
| Потребляемая мощность                  | не более 3 вт  |
| Зона нечувствительности                | не более 20% от величины сопротивления термистора, при котором канал автомата срабатывает на включение |
| Вес                                    | не более 2,2 кг  |

Автомат установлен на правом борту между шпангоутами № 4—5 (см. фиг. 125).

#### АВТОТРАНСФОРМАТОР АТ-7-1,5

Автотрансформатор АТ-7-1,5 предназначен для питания электрообогрева стекла.

#### Основные данные

|  |                      |
|--|----------------------|
| Напряжение питания переменным током  | 115 в                |
| Выходное напряжение  | 190, 208, 230, 250 в |
| Мощность   | 1500 в·а             |
| Частота  | 400 гц               |
| Коэффициент полезного действия   | не менее 0,9         |
| При номинальном входном напряжении и номинальной нагрузке допуск на выходное напряжение (для каждого его значения) при температуре окружающей среды: |                      |
| +20° С   | ±2%                  |
| -60° С   | ±3%                  |

Ток холостого хода при входном напряжении 115 в и частоте 400 гц . . . . . не более 0,6 а

Допустимая температура окружающей среды . . . . . от -60 до +20° С

Режим работы:

|                         |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------|
| с номинальной нагрузкой | продолжительный                   |
| с 10%-ной перегрузкой   | кратковременный, в течение 30 мин |
| с 50%-ной перегрузкой   | кратковременный, в течение 30 сек |

Вес . . . . . не более 2,5 кг

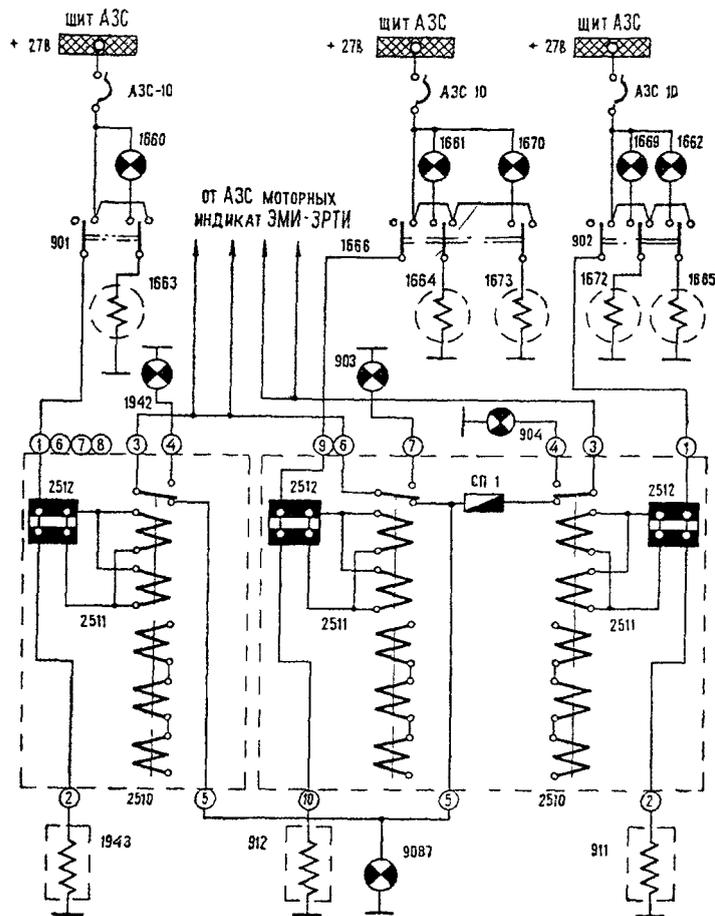
Автотрансформаторы установлены на полу кабины экипажа под столом радиста, между шпангоутами № 6—7 (см. фиг. 127) и сверху закрыты специальным защитным кожухом.

### 43. ОБОГРЕВ ПРИЕМНИКОВ ВОЗДУШНОГО ДАВЛЕНИЯ

Приемники полного (ППД-1) и статического давлений снабжены нагревательными элементами, предупреждающими их обледенение.

Электрообогрев разрешается включать не ранее 5 мин до взлета, а выключать — не позднее чем через 3 мин после посадки — для исключения случаев перегорания нагревательных элементов при включении их без обдува. Схема обогрева приемников приведена на фиг. 193.

Включается обогрев переключателями 901, 902 и 1666 «Обогрев — Выкл. — Проверка» на правом пульте. Там же установлены лампы сигнализации



Фиг. 193. Электросхема обогрева приемников воздушного давления:

901, 902, 1666 — переключатели 2ППНГ-15К и ЗППНГ-15К включения и проверки обогрева приемников давления штурмана, правого и левого летчиков на три положения «Проверка — Выкл. — Обогрев»; 903, 904, 1942 — лампы СМ-39 сигнализации включенного состояния обогрева приемников полного давления; 911, 912, 1943 — нагревательные элементы приемников полного давления левого, правого летчиков и штурмана; 1660, 1661, 1662, 1669, 1670 — сигнальные лампы СМ-39 проверки исправного состояния нагревательных элементов приемников статического давления; 1663, 1664, 1665, 1672, 1673 — нагревательные элементы приемников статического давления; 2510 — одно- и двухканальные блоки сигнализации отказа обогрева приемников полного давления; 2511, 2512 — реле РП-7 и шунты; 9087 — сигнальная лампа СМ-31 отказа обогрева в цепи приемников полного давления.

обогрева приемников полного давления и лампы проверки исправности обогрева приемников статического давления.

Напряжение питания обогрева приемников давления 27 в постоянного тока. Потребляемый обогревом ППД-1 ток не более 6,5 а.

Электронагревательный элемент приемника статического давления изготавливается из нихромовой проволоки диаметром 0,3 мм. Электрическое сопротивление его подбирается таким образом, чтобы при напряжении 27 в ток был 0,98 а. Масса — не более 0,09 кг.

При проверке исправности нагревательных элементов приемников статического давления (переключатели 901, 902, 1666 в положении «Проверка») последовательно с нагревательным элементом включаются соответствующие лампы сигнализации (1660, 1661, 1662, 1670). При исправной цепи обогрева лампы горят в полнакала. Если же лампы не горят или горят полным накалом, значит цепь неисправна.

Проверка исправности нагревательных элементов приемников полного давления производится при установке переключателей 901, 902, 1666 в положение «Работа». Если обогрев ППД-1 исправен, лампы сигнализации 903, 904 и 1942 загораются при срабатывании поляризованных реле 2511 за счет протекания тока в шунтах 2512, имеющих сопротивление 0,1 ом, включенных последовательно с нагревательными элементами соответствующих ППД-1. Шунты и поляризованные реле находятся в одноканальном и двухканальном (см. фиг. 69) блоках сигнализации.

Если же обогрев этих приемников выключен или неисправен, перечисленные лампы не горят, а загорается лампа 9087 с красным светофильтром, сигнализирующая об отказе электрообогрева. Размещение элементов обогрева показано на фиг. 186.

#### 44. ОБОГРЕВ ЧАСОВ И АСТРОКОМПАСА

Для обеспечения нормальной работы при пониженных температурах часы и часовой механизм астрокомпаса АК-53 снабжены электрообогревом.

Питание обогрева часов правого летчика производится через автомат защиты сети АЗС-2, установленный на пульте радиста (шпангоут № 7).

Питание обогрева часов астрокомпаса и часов, установленных на средней панели приборной доски, производится со щита АЗС; включается обогрев соответственно выключателем на правой панели приборной доски и выключателем на правом пульте.

### ГЛАВА XIII

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА И НАДДУВА

### 45. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

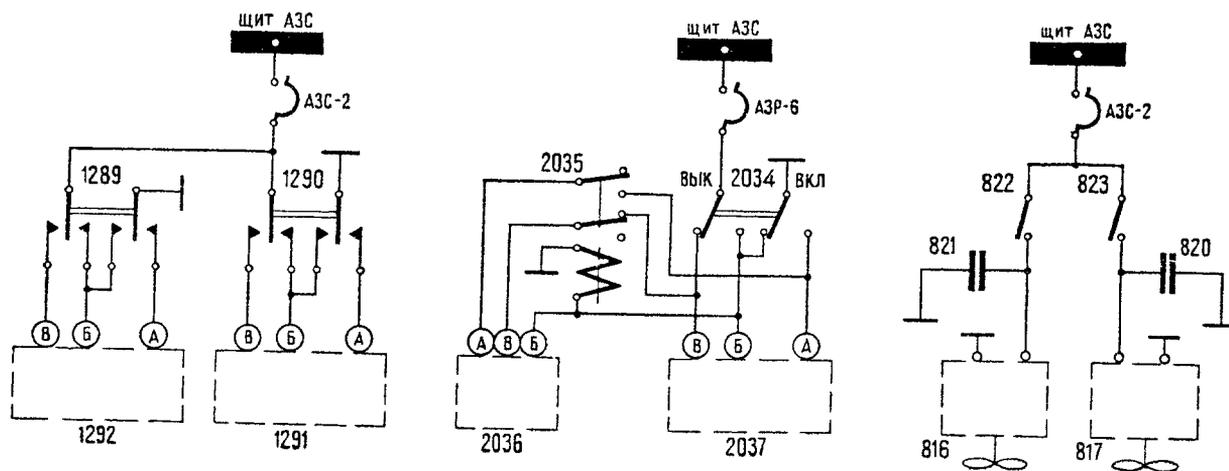
#### УПРАВЛЕНИЕ АГРЕГАТАМИ

Электросхема кондиционирования воздуха, управления турбохолодильником и вентиляторами показана на фиг. 194.

Управление электромеханизмами 1291 и 1292 (МП-5) кранов кондиционирования левой и правой систем проводится с правого пульта.

С правого же пульта с помощью переключателя 2034 осуществляется управление электромеханизмами 2036 и 3037 (МП-5) кранов турбохолодильника. Реле 2035 выполняет ту же роль, что и реле 871 (см. фиг. 190) в схеме противообледенителя крыла и оперения. Реле 2035 (см. фиг. 194) установлено в правом ЦРУ.

Вентиляторы ДВ-3 включаются выключателями, установленными около вентиляторов на шпангоуте № 4 соответственно на левом и правом бортах ка-



Фиг. 194. Электросхема кондиционирования воздуха, управления турбохолодильником и вентиляторами:

816, 817 — вентиляторы ДВ-302В левого и правого летчиков; 820, 821 — конденсаторы МГБП-2-200-Б-4-1; 822, 823 — выключатели ВГ-15К вентиляторов; 1289, 1290 — переключатели 2ПНГ-15К «Тепло — Холод» кондиционирования воздуха левой и правой систем; 1291, 1292 — электромеханизмы МП-5 управления смесительными кранами; 2034 — переключатель 2ПНГ-15К турбохолодильника; 2035 — реле ТКЕ52ПД 2-й серии блокировки МП-5; 2036, 2037 — электромеханизмы МП-5 управления турбохолодильником

бины экипажа Установленные там же конденсаторы предназначены для снижения помех радиоприему, создаваемых электродвигателями вентиляторов при их работе

С самолета серии 20-01 вместо вентиляторов ДВ-3 устанавливаются вентиляторы типа ДВ-302В, выключатели которых размещаются на каркасе верхнего щитка летчиков В вентиляторах ДВ-302В средства снижения уровня помех радиоприему вмонтированы внутрь вентиляторов. Поэтому наружные конденсаторы в этом случае не устанавливаются

## АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

### Электромеханизмы МП-5

Два электромеханизма кранов управления турбохолодильником установлены на шпангоутах № 1 левой и правой гондол двигателей соответственно В гондолах размещены и электромеханизмы управления смесительными кранами системы кондиционирования

### Вентилятор

Вентилятор ДВ-3 (или ДВ-302В) предназначен для создания местной циркуляции воздуха и для обдува стекла фонаря кабины экипажа, предохраняющего стекла от запотевания и обмерзания.

Вентилятор может эксплуатироваться только в условиях нормального атмосферного давления и давления герметической кабины самолета

Вентилятор состоит из собственно вентилятора, имеющего три резиновые лопасти, и электродвигателя

#### Основные данные

|   |                    |
|---|--------------------|
| Напряжение питания по постоянному току  | 28 в               |
| Диапазон изменения питающего напряжения | 20—30 в            |
| Потребляемый ток                        | не более 1 а       |
| Скорость воздушного потока              | не менее 300 м/сек |
| Режим работы                            | длительный         |
| Вес                                     | не более 1,0 кг    |

Вентиляторы левого и правого летчиков установлены на фонаре кабины экипажа соответственно на левом и правом бортах.

### Термометр 2ТУЭ-111

Двухстрелочный универсальный электрический термометр 2ТУЭ-111 предназначен для измерения температуры воздуха, нагнетаемого в герметическую кабину от левой и правой воздушных систем самолета

Термометр состоит из измерителя типа 2ТУЭ-1 и двух приемников типа П-1

#### Основные данные

|  |                   |
|--|-------------------|
| Напряжение питания по постоянному току | 27 в ± 10%        |
| Потребляемый ток                       | не более 60 ма    |
| Диапазон измерения                     | от —70 до +150° С |
| Рабочая часть шкалы измерителя         | от —40 до +130° С |

|  |                    |
|--|--------------------|
| Цена деления шкалы измерителя  | 10° С              |
| Погрешность в рабочей части шкалы измерителя при температуре окружающей среды +20° С | не превышает ±5° С |
| Дополнительная погрешность, вызванная изменением напряжения питания на ±10% от 27 в  | не превышает ±2° С |
| Вес измерителя   | не более 0,53 кг   |
| каждого приемника  | не более 0,115 кг  |

Измерители и приемники соответственно взаимозаменяемы.

Принцип действия прибора основан на изменении сопротивления приемника в соответствии с изменением температуры, которое учитывается логометром со шкалой, отградуированной в градусах Цельсия

Измеритель установлен на правой панели приборной доски

Приемники установлены на входе воздушных систем в кабину, на потолке пассажирской кабины справа и слева.

Питание прибора осуществляется со щита АЗС через АЗС-2

### Термометр воздуха ТВ-19

Термометр ТВ-19 предназначен для дистанционного измерения осредненной температуры воздуха в пассажирской кабине.

Термометр состоит из измерителя типа ТВ-1 и трех приемников типа П-9.

#### Основные данные

|   |                  |
|---|------------------|
| Напряжение питания по постоянному току                | 27 в ± 10%       |
| Диапазон измерения                                    | от —60 до +70° С |
| Рабочая часть шкалы измерителя                        | от 0 до +35° С   |
| Цена деления шкалы измерителя                         | 10° С            |
| Погрешность при температуре 20° С в рабочем диапазоне | ±2,5° С          |
| в остальной части шкалы                               | ±5° С            |
| Вес измерителя  | не более 0,45 кг |
| каждого приемника                                     | не более 0,09 кг |

Принцип действия прибора аналогичен работе термометра 2ТУЭ-111.

Питание термометра осуществляется со щита АЗС через АЗС-2

## 46. НАДДУВ

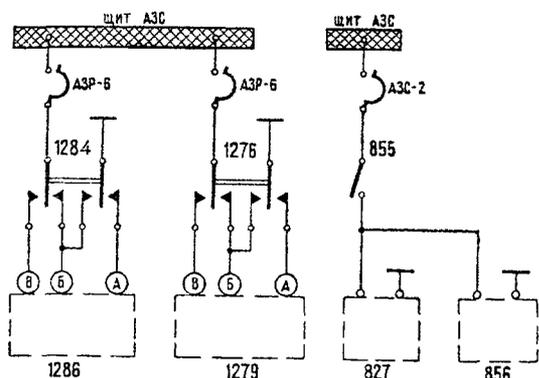
### УПРАВЛЕНИЕ АГРЕГАТАМИ

Электрическая схема отбора воздуха от двигателей и аварийного сброса давления показана на фиг 195

Управление электромеханизмами 1279 и 1286 (МП-5) кранов отбора воздуха от двигателей проводится раздельными переключателями 1276 и 1284, установленными на правом пульте

Аварийный сброс давления («разгерметизация») проводится при срочной необходимости понизить давление в герметической кабине до давления окружающей среды Разгерметизация осуществляется при помощи двух электромагнитных клапанов 827 и 856 (изд 772)

Для управления клапанами на средней панели приборной доски установлен выключатель 855 («Аварийн. сброс давлен.»).



Фиг. 195. Электросхема отбора воздуха от двигателей и аварийного сброса давления:

827, 856, — электромагнитные клапаны (изд. 772); 855 — выключатель ВГ-15К аварийного сброса давления; 1276, 1284 — переключатели 2ПНГ-15К отбора воздуха от левого и правого двигателей; 1279, 1286 — электромеханизмы МП-5 управления отбором воздуха

#### АГРЕГАТЫ СИСТЕМЫ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

Электромагнитный клапан (изд. 772) предназначен для сообщения герметической кабины самолета с окружающей средой.

##### Основные данные

|  |                 |
|--|-----------------|
| Напряжение питания по постоянному току . . . . . | 24—28 в         |
| Потребляемый ток при напряжении 26 в . . . . .   | не более 0,3 а  |
| Вес . . . . .                                    | не более 0,3 кг |

При обесточенной обмотке электромагнита клапан закрыт. Один из клапанов установлен на левом

борту между шпангоутами № 10—11, а второй — на левом борту между шпангоутами № 37—38 (с самолета серии 26-01 между шпангоутами № 38—39).

Электромеханизмы МП-5 отбора воздуха от двигателей установлены в гондолах левого и правого двигателей.

Электрический однострелочный термометр ТНВ-15 предназначен для измерения температуры наружного воздуха. В комплект термометра входят по одному приемнику (датчику) П-5 и измерителю ТНВ-1.

В термометре использованы свойства никелевой проволоки приемника (датчика) изменять свое сопротивление в зависимости от изменения температуры.

Измеритель ТНВ-1 представляет собой виброустойчивый магнитоэлектрический логометр с двумя вращающимися рамками.

На циферблате измерителя имеется шкала с углом размаха 210° и оцифровкой —5; 0; +5; +10; +15°; знак ×10°С означает, что показания измерителя следует умножить на 10.

##### Основные данные термометра

|  |                  |
|--|------------------|
| Напряжение питания по постоянному току . . . . . | 27 в ± 10%       |
| Потребляемый ток . . . . .                       | не более 60 ма   |
| Диапазон работы . . . . .                        | от ±150 до —60°С |
| Погрешность в рабочем диапазоне . . . . .        | не более ±4°С    |
| Рабочий диапазон . . . . .                       | от +130 до —40°С |
| Цена деления шкалы . . . . .                     | 5°С              |
| Вес комплекта . . . . .                          | не более 0,65 кг |

Приемник П-5 установлен с внешней стороны фюзеляжа по правому борту между шпангоутами № 6—7. Измеритель установлен на правой панели приборной доски. Питание комплекта осуществляется со щита АЗС через автомат защиты сети АЗС-2.

## ГЛАВА XIV

# СИГНАЛИЗАЦИЯ

В настоящей главе приводятся сведения о сигнализации различных самолетных систем, которые не вошли в предыдущие главы.

### 47. СИГНАЛИЗАТОР ОБЛЕДЕНЕНИЯ

На самолетах Ан-24 до серии 21-05 устанавливаются сигнализаторы обледенения РИО-2А, а с самолета серии 21-05 — РИО-2М.

#### СИГНАЛИЗАТОР ОБЛЕДЕНЕНИЯ РИО-2А

Радиоактивный сигнализатор обледенения РИО-2А предназначен для подачи сигнала о начале обледенения самолета и для непрерывной сигнализа-

ции о продолжающемся процессе обледенения. После выхода самолета из зоны обледенения прибор прекращает подачу сигналов.

- В комплект сигнализатора входят:
- электронный блок РИО-2А-1;
  - блок задержки РИО-2А-2;
  - датчик с защитным кожухом.

##### Основные данные

|  |             |
|--|-------------|
| Напряжение питания по постоянному току . . . . .                   | 27 в ± 10%  |
| Напряжение питания по переменному току с частотой 400 гц . . . . . | 115 в ± 10% |
| Потребляемая мощность:   |             |

|   |                  |
|---|------------------|
| по переменному току с включенным обогревом датчика . . . . .  | не более 300 в·а |
| по переменному току с отключенным обогревом датчика . . . . .   | не более 60 в·а  |
| по постоянному току . . . . .   | не более 15 вт   |
| Чувствительность (толщина льда на штыре датчика, при которой происходит срабатывание прибора) . . . . . | 1 мм             |
| Время задержки отключения обогрева штыря датчика . . . . .  | 5—25 сек         |
| Время задержки отключения сигнала полета самолета в зоне обледенения . . . . .                          | 15—50 сек        |
| Вес комплекта . . . . .   | не более 4,5 кг  |

Сигнализатор РИО-2А нормально работает после прогрева в течение 15 мин.

Принцип действия прибора основан на поглощении бета-излучения радиоактивного источника (стронция-90 плюс иттрий-90 типа БИ активностью 0,5 мкюри) слоем льда, нарастающим на выносном цилиндрическом штыре датчика.

Поток бета-частиц, непрерывно излучаемых радиоактивным источником 1 (фиг. 196), проникая через тонкую стенку штыря 2 и окно 5 во фланце датчика, попадает на счетчик 4 заряженных частиц.

Импульсы напряжения, снимаемые со счетчика, регистрируются электронным блоком. Изменение потока бета-частиц преобразуется в электронном блоке в изменение напряжения. Если напряжение превысит определенный уровень (порог срабатывания), то срабатывает релейная схема, контакты которой включают световую сигнализацию, предупреждающую летчика о присутствии обледенения. Одновременно включается обогревательный элемент 3, сбрасывающий лед с поверхности штыря датчика. После того как лед сброшен, прибор возвращается в исходное состояние. Процесс повторяется до тех пор, пока самолет находится в зоне обледенения.

Электросхема сигнализатора РИО-2А показана на фиг. 197.

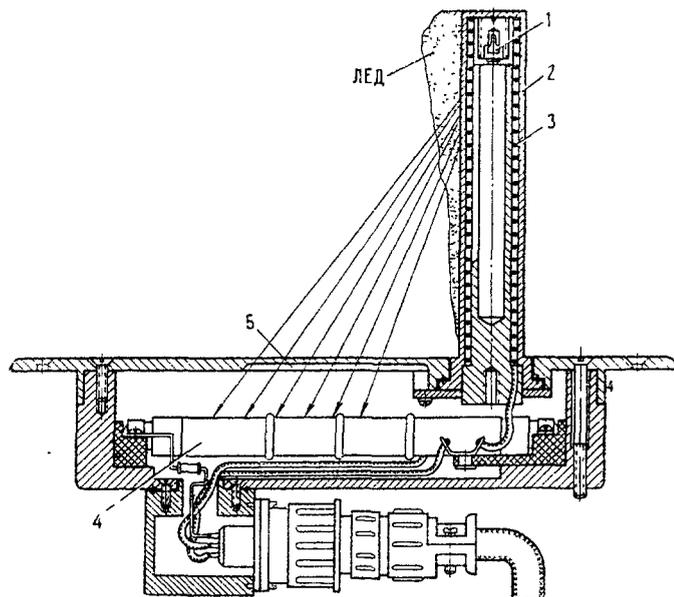
Включение сигнализатора осуществляется выключателем 2491, который установлен на правой панели приборной доски. Чтобы исключить выход из строя датчика из-за длительного нахождения его нагревательного элемента под напряжением на земле (без продува за счет скоростного напора), реле Р3 в электронном блоке, управляющее включением обогрева датчика, на земле не срабатывает (из-за разрыва цепи его обмотки концевым выключателем 2691). Этот концевой выключатель установлен на левой стойке шасси и срабатывает на земле за счет ее обжатия.

Кнопкой 2692 с правой панели приборной доски может быть осуществлена кратковременная (до 3 сек) проверка работоспособности обогрева датчика на земле.

Напряжение 450 в, необходимое для питания счетчика, снимается с высоковольтного выпрямителя, выполненного на лампах Л3 и Л4 по схеме удвоения напряжения.

Выпрямленное напряжение фильтруется конденсаторами С15 и стабилизируется на уровне 450 в параметрическим стабилизатором (Л6, Л7, Л8 и R21).

Питание анодной цепи усилительной лампы Л1 осуществляется от самостоятельного выпрямителя, выполненного по однополупериодной схеме на лампе Л2. Напряжение для питания экранной сетки Л1 снимается с того же выпрямителя и стабилизируется на уровне 150 в параметрическим стабилизатором Л9 и R20.



Фиг. 196. Принцип действия радиоактивного сигнализатора обледенения:

- 1 — радиоактивный источник; 2 — стенка штыря; 3 — нагревательный элемент; 4 — счетчик заряженных частиц; 5 — окно

Интегрирующая цепочка, состоящая из конденсатора С13 и сопротивления R18, служит для получения напряжения, пропорционального числу поступающих импульсов. Для исключения ложных срабатываний сигнализатора за счет флюктуации потока бета-частиц постоянная времени интегрирующей цепочки выбрана достаточно большой (2 сек).

Усилительный каскад постоянного тока выполнен на лампе Л1.

При срабатывании реле Р1, обмотка которого включена в анодную цепь лампы Л1, через его контакты подается сигнал в блок задержки и на обмотку реле Р3, которое включает нагревательный элемент  $R_n$  датчика.

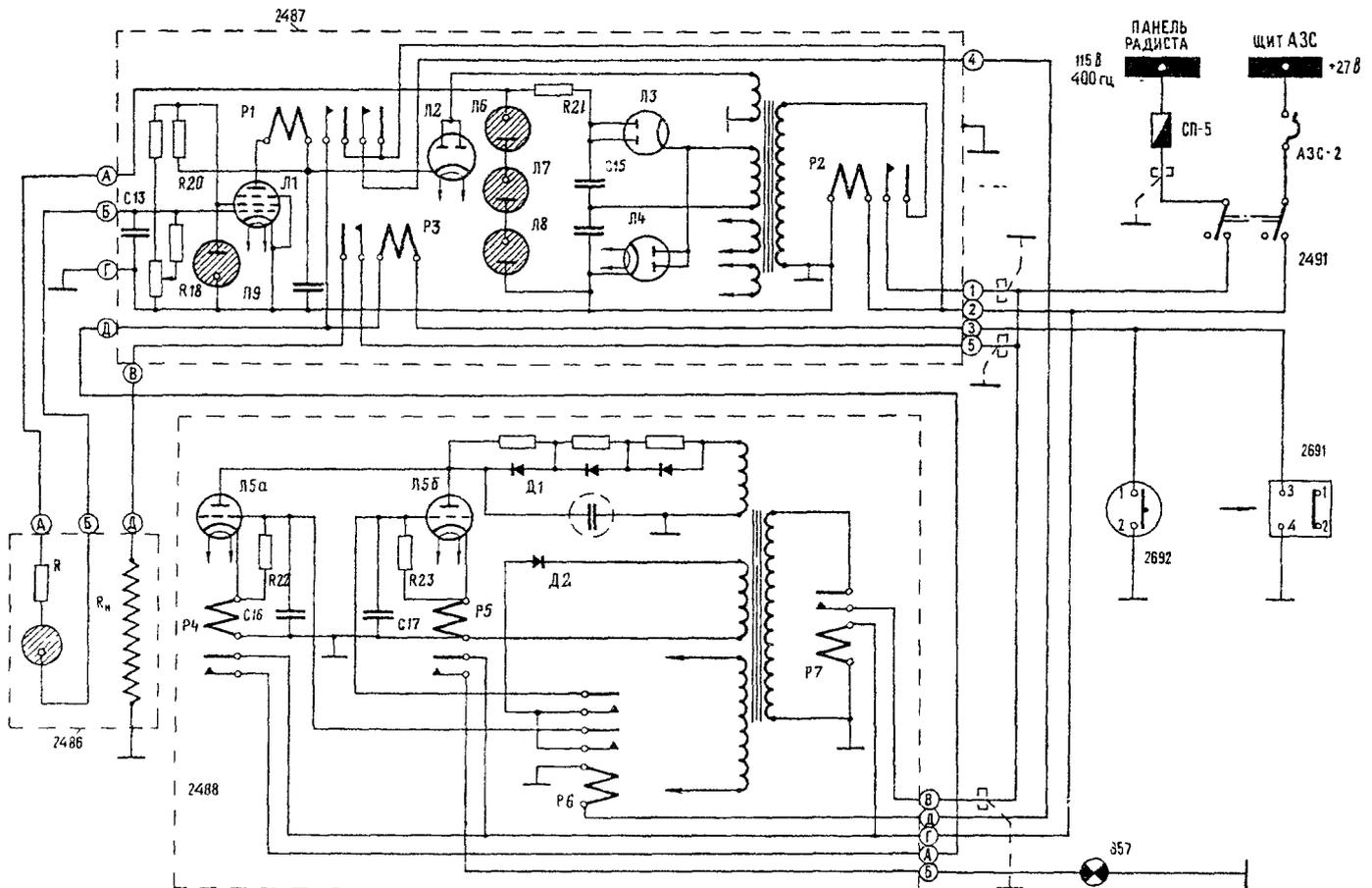
Блок задержки предназначен для преобразования сигнала в непрерывный при входе самолета в зону обледенения, а также для улучшения сброса льда с поверхности штыря датчика.

В блоке задержки происходит расширение входного импульса с помощью электронной схемы типа одновибратора. После включения и прогрева сигнализатора потенциалы сеток ламп Л5а и Л5б примерно уравниваются с потенциалами соответствующих катодов — обе лампы проводят ток. Поэтому реле Р4 и Р5 размыкают свои нормально-замкнутые контакты. Один из этих контактов отключает лампу сигнализации обледенения, а второй — нагревательный элемент датчика.

При входе самолета в зону обледенения электронный блок подает кратковременный сигнал в виде импульса напряжения 27 в длительностью 2—4 сек. Этот импульс подается на реле Р6 и оно срабаты-

нения, переключаются (лампа сигнализации горит непрерывно).

Выпрямители на диодах Д1 и Д2 осуществляют питание ламп. Датчик сигнализатора установлен



Фиг. 197. Электросхема сигнализатора обледенения РИО-2А:

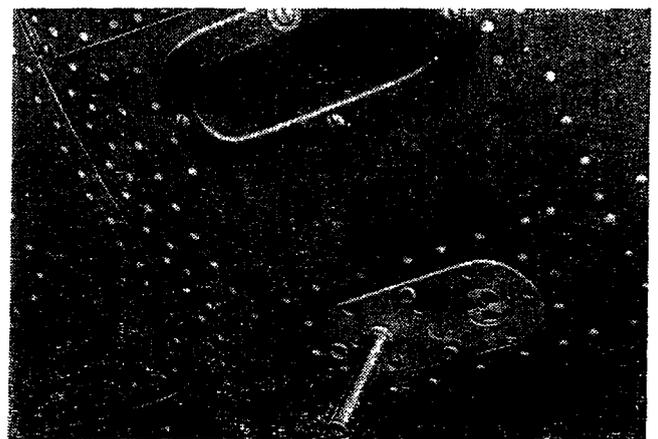
857 — лампа СЛЦН сигнализации обледенения; 2486, 2487, 2488 — датчик, электронный блок и блок задержки радиоактивного сигнализатора обледенения; 2491 — выключатель 2ПП-250 сигнализатора обледенения «Выкл.—Сигн. облед.»; 2691 — концевой выключатель ДП-702 блокировки обогрева; 2692 — кнопка 5К проверки обогрева датчика РИО-2А

вает. Через контакты реле Р6 отрицательное напряжение поступает на сетки обеих ламп и запирает их. В результате отпущения реле Р4 и Р5 подается напряжение на лампу сигнализации обледенения и нагревательный элемент датчика.

После прекращения подачи входного импульса контакты реле Р6 размыкаются и начинается процесс перезарядки конденсаторов С16 и С17 через сопротивление R23 и обмотку реле Р5 в канале задержки импульса зоны обледенения и через сопротивление R22 и обмотку реле Р4 — в канале задержки импульса обогрева датчика. Ток перезарядки создает на сопротивлениях R22 и R23 перепад напряжений, удерживающий лампы в закрытом состоянии. Постоянные времена цепей перезарядки выбираются такими, чтобы время задержки было 25 и 10 сек по срабатыванию соответственно реле Р5 и Р4.

Во время полета в зоне обледенения описанный процесс повторяется так, что задержанные импульсы, подаваемые на лампу сигнализации обледенения,

снаружи самолета между шпангоутами № 1—2 на правом борту (фиг. 198), а электронный блок и



Фиг. 198. Установка датчика радиоактивного сигнализатора

блок задержки — под полом между шпангоутами № 8—9.

**ВНИМАНИЕ!** Эксплуатация датчика сигнализатора должна соответствовать порядку обращения с радиоактивными материалами, в частности инструкции по эксплуатации РИО-2А.

### СИГНАЛИЗАТОР ОБЛЕДЕНЕНИЯ РИО-2М

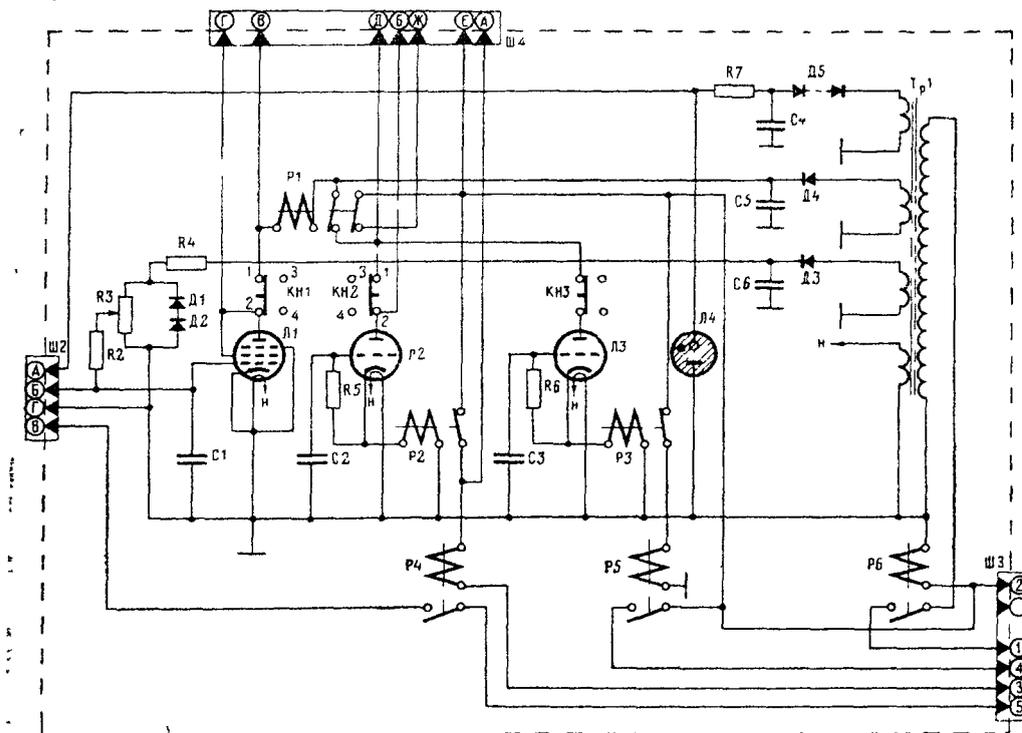
Радиоактивный сигнализатор обледенения типа РИО-2М по назначению и принципу действия аналогичен сигнализатору РИО-2А. В комплект сигнализатора входят электронный блок и датчик с защитным кожухом. Основные данные сигнализатора РИО-2А и РИО-2М совпадают, кроме массы, которая равна 2,3 кг

времени, и включаются обогрев штыря датчика и лампа сигнализации.

Для контроля за работой усилительного каскада в наземных условиях введена дополнительная цепь сигнализации, выполненная на второй паре контактов реле Р1, с выходом на контрольный штепсельный разъем Ш4.

Электронные реле времени на лампах Л2 и Л3 предназначены для преобразования периодического сигнала в непрерывный при полете самолета в зоне обледенения и для улучшения сброса льда с поверхности штыря датчика.

При включении источника питания на катодной нагрузке (обмотки реле Р2 и Р3) за счет анодного тока лампы развивается напряжение автоматиче-



Фиг. 199. Электросхема электронного блока сигнализатора РИО-2М

Электросхема электронного блока сигнализатора РИО-2М приведена на фиг. 199.

Источник питания состоит из трансформатора Tr1 и трех выпрямителей Д3, Д4 и Д5. Высокое напряжение, необходимое для питания счетчика, снимается с высоковольтного выпрямителя, выполненного по однополупериодной схеме на диодах Д5. Это напряжение стабилизируется стабилитроном Л4.

В результате изменения количества бета-частиц, попадающих на детектор датчика, происходит изменение потенциала на управляющей сетке лампы Л1. За счет этого увеличивается анодный ток лампы Л1, в результате чего срабатывает реле Р1.

Интегрирующая цепочка, состоящая из конденсатора С1 и сопротивления R2, служит для получения напряжения на сетке лампы Л1, пропорционального числу поступающих импульсов.

При срабатывании реле Р1 его контактами размыкается цепь анодного питания электронного реле

ского смещения  $U_k$ . Конденсаторы С2 и С3 заряжаются через сопротивления R5 и R6 со скоростью, определяемой величиной постоянной времени цепи RC. Напряжения на конденсаторах С2 и С3 стремятся к значению  $U_k$ . По мере заряда конденсаторов отрицательное напряжение между сеткой и катодом лампы начинает уменьшаться, анодный ток лампы возрастает, за счет чего увеличивается падение напряжения на сопротивлениях катодных нагрузок лампы Л2 и Л3.

При возрастании анодного тока лампы до величины срабатывания реле последние срабатывают, размыкая свои нормально-замкнутые контакты. В результате этого выключается обогрев датчика и гаснет лампа сигнализации. Задержка времени выключения обогрева датчика в нормальных климатических условиях 10 сек, а лампы сигнализации — 22 сек.

Условия эксплуатации РИО-2М те же, что и РИО-2А.

Электронный блок РИО-2М установлен справа по полету между шпангоутами № 8—9 (см. фиг 69).

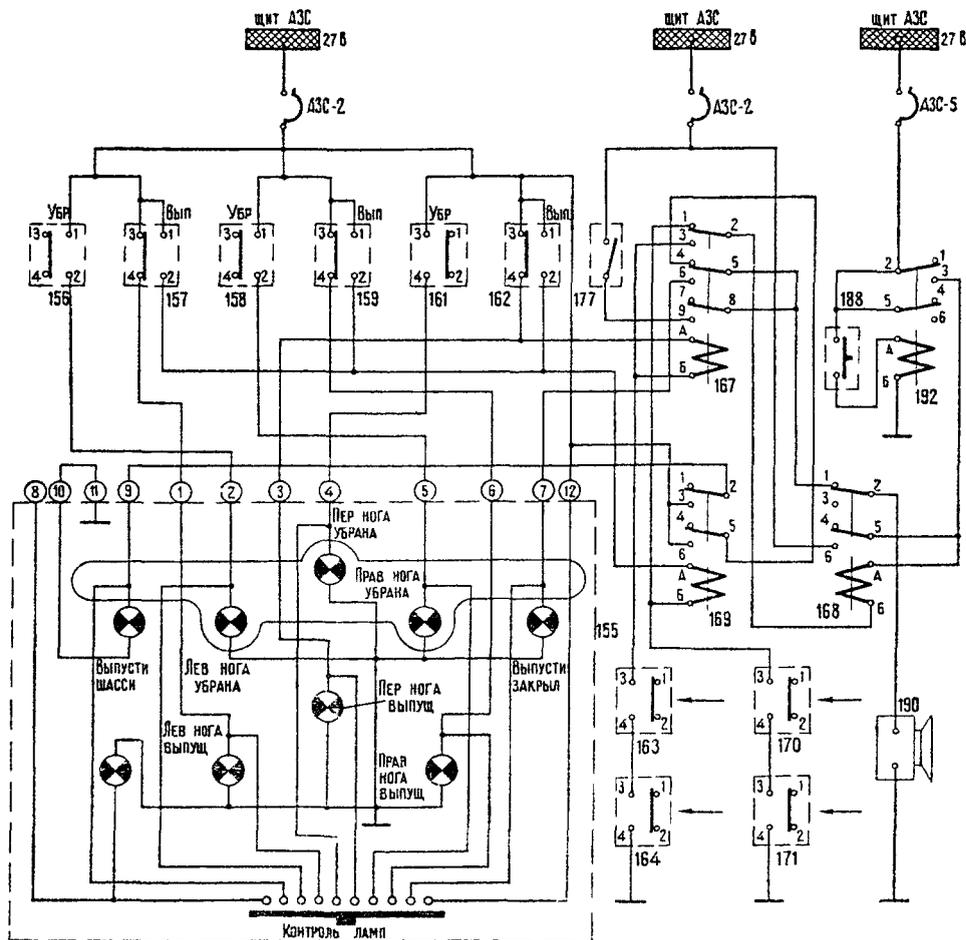
#### 48. СИГНАЛИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ШАССИ И ЗАКРЫЛКОВ

Сигнализация положения шасси и закрылков осуществляется с помощью электрической схемы, в которую входят: пилотажно-посадочный сигнализатор ППС-2МВК, концевые выключатели, установленные

предупреждающие о необходимости выпустить шасси и закрылки, выполнены в виде отдельных зажигающихся надписей — «Выпусти шасси» и «Выпусти закрылки». Эти сигналы дублируются звучанием sireны С-1

Электросхема сигнализации положения шасси и закрылков показана на фиг. 200.

Сигнализатор ППС-2МВК работает от концевых выключателей, установленных на замках каждой из ног шасси: в отсеке передней ноги — 161 и 162,



Фиг 200. Электросхема сигнализации положения шасси и закрылков:

155 — пилотажно-посадочный сигнализатор ППС-2МВК; 156, 157, 158, 159, 161, 162 — концевые выключатели ДП-702 сигнализации убранного и выпущенного положения левой, правой и передней ног шасси; 163, 164, 170, 171 — концевые выключатели КВ-9А сигнализации убранного положения закрылков и шасси на рычагах управления правого и левого двигателей; 167 — реле ТКЕ53ПД 2-й серии сигнализации закрылков; 168, 169, 192 — реле ТКЕ53ПД 2-й серии отключения звуковой сигнализации, сигнализации шасси и промежуточное; 177 — концевой выключатель А802-В убранного положения закрылков; 188 — кнопка 205К отключения sireны; 190 — sireна С-1

на замках передней и главных ног шасси, а также в механизме концевых выключателей МКВ-2, и sireны.

Сигнализатор ППС-2МВК устанавливается на средней панели приборной доски.

Каждое из двух положений («Убрано» или «Выпущено») передней, левой и правой ног шасси контролируется на сигнализаторе отдельным сигналом. Три красных сигнала показывают, что шасси убрано, а три зеленых — шасси выпущено. Сигналы,

в отсеке левой ноги — 156 и 157 и в отсеке правой ноги — 158 и 159. При изменении положения ног шасси концевые выключатели замыкают электроцепи, и в сигнализаторе загораются соответствующие лампы сигнализации.

Если при посадке летчик забыл выпустить шасси, то подается сигнал «Выпусти шасси» и включается sireна от концевых выключателей 170 и 171, которые срабатывают при переводе рычагов управления двигателями в положение «Малый газ» (при

этом замкнуты клеммы 1—2 концевых выключателей 157, 159 и 162) При одномоторном полете и переводе рычага управления неработающего двигателя в положение «Малый газ» сигнализация работать не будет. Если при взлете летчик не установил закрылки во взлетное положение (контакты концевого выключателя 177 замкнуты), то при переводе рычагов управления двигателями (РУД) в положение «Большой газ» подается сигнал «Выпусти закрылки», сопровождаемый включением сирены (при этом замкнуты контакты 3—4 концевого выключателя 162 на передней ноге шасси). Концевой выключатель 177 отрегулирован так, что он обеспечивает выдачу сигнала о необходимости выпуска закрылков, когда угол установки последних (при выпущенных ногах шасси) лежит вне  $13^{\circ}$ — $17^{\circ}$ .

Звуковой сигнал о необходимости выпуска шасси и закрылков может быть отключен кнопкой 188, установленной на пульте правого летчика, благодаря разрыву цепи сирены контактами реле 168. При этом схема включения реле 168 выполнена так, что отключение звукового сигнала по шасси не препятствует последующей выдаче сигнала по закрылкам, и наоборот. Вместе с тем вводимый кнопкой запрет на звуковой сигнал автоматически снимается при перемещении рычагов управления двигателями.

Сирена 190 используется (помимо выдачи звукового сигнала о необходимости выпуска шасси или закрылков) для аналогичного назначения в системе противопожарной защиты и при сигнализации о разгерметизации кабины.

#### Основные данные ППС-2МВК

|  |                   |
|--|-------------------|
| Напряжение питания   | . 27 в $\pm 10\%$ |
| Максимальный потребляемый ток при напряжении 27 в (при включении всех сигналов нажатием на кнопку «Контроль ламп») | не более 1,9 а    |
| Режим работы   | продолжительный   |
| Вес (с ответной частью штепсельного разъема)   | не более 0,9 кг   |

На лицевой панели сигнализатора установлена кнопка «Контроль ламп», а также ручка переключения шторок в одно из положений «День — Ночь», с помощью которой регулируется яркость свечения сигналов.

Яркость надписей «Выпусти шасси» и «Выпусти закрылки» не регулируется.

#### СИРЕНА С-1

Сирена С-1 предназначена для звуковой сигнализации, предупреждающей о падении давления воздуха в герметической кабине, возникновении пожара, о невыпуске шасси при посадке самолета и невзлетном угле установки закрылков при взлете самолета.

Сирена работает следующим образом. последовательно с обмоткой электромагнита сирены включены контакты прерывателя, которые при обесточенной обмотке замкнуты. При включении сирены якорь электромагнита притягивается к сердечнику, размыкая контакты и тем самым разрывая цепь обмотки электромагнита. При этом якорь, жестко соединенный с диафрагмой сирены, под ее воздей-

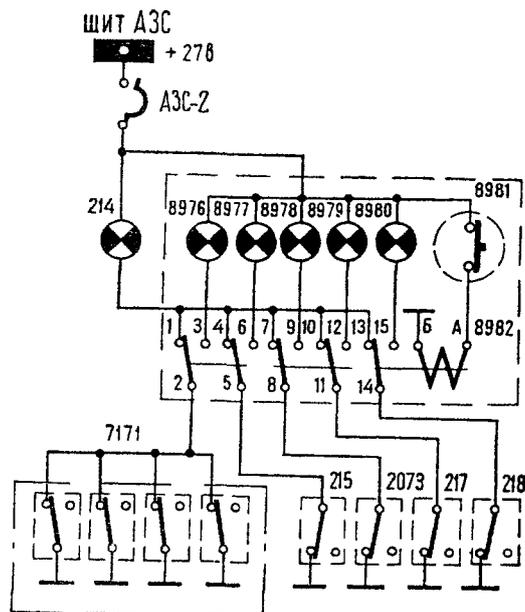
ствием возвращается в исходное положение, замыкая контакты и цепь обмотки. Далее цикл повторяется до тех пор, пока напряжение подается на обмотку электромагнита. Диафрагма колеблется с частотой размыкания контактов, при этом механические колебания диафрагмы превращаются в звуковые колебания воздуха, и сирена издает звук низкого тона.

#### Основные данные

|  |                  |
|--|------------------|
| Диапазон напряжения питания                      | . 20—30 в        |
| Рабочее напряжение                               | 24 в             |
| Потребляемый ток                                 | не более 0,75 а  |
| Частота размыкания контактов при напряжении 24 в | 240—310 гц       |
| Вес  | не более 1,26 кг |

### 49. СИГНАЛИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ДВЕРЕЙ, ЛЮКОВ И НАЛИЧИЯ ФИКСАТОРОВ

Контроль за положением дверей и люков осуществляется с помощью сигнальной лампы «Двери и люки открыты», установленной на средней панели приборной доски.



Фиг 201. Электросхема сигнализации:

214, 8976, 8977, 8978, 8979, 8980 — сигнальные лампы СМ 39 «Двери и люки открыты», «Фикс двер и люков», «Передн. груз. люк», «Задн. багажн. дверь», «Люк 40 шп», «Входи дверь», 215, 217, 218, 2073 — концевые выключатели переднего грузового люка, люка на шпангоуте № 40, входной двери и задней багажной двери, 7171 — четыре концевых выключателя фиксаторов грузовой и багажной дверей, лево и правого аварийных люков, 8981 — кнопка 5КС «Контроль», 8982 — реле ТКЕ56ПД1 контроля открытого положения

Электросхема сигнализации показана на фиг 201. Цепь сигнальной лампы 214 может замкнуться любым из концевых выключателей 215, 217, 218, 2073 (А802-Д), установленных на передней грузовой, входной, задней багажной дверях, на люке герметического шпангоута № 40, или от любого из четырех

концевых выключателей 7171 (А802), установленных на панели с фиксаторами, если эти двери (люк) будут открыты или в соответствующих пнездах панели не будут вставлены фиксаторы.



Фиг. 202. Установка панели раздельной сигнализации положения дверей и люков на торце верхнего щитка летчиков

Фиксаторы предназначены для фиксации закрытого положения замков правой и левой входных дверей, передней багажной двери и правого аварийного люка во время отсутствия экипажа самолета на неохраняемой стоянке. Перед полетом фиксаторы должны быть сняты с замков и установлены в пнезда на панели с фиксаторами.

Таким образом, если будет открыта хотя бы одна дверь (люк) или не установлен фиксатор, загорится лампа сигнализации 214.

Для обеспечения раздельной сигнализации и определения, какая именно из дверей (или люк) открыта, на торцевой части верхнего щитка летчиков устанавливается панель раздельной сигнализации (фиг. 202). При нажатии на кнопку 8981 «Контроль» загорится именно та лампа, которая соответствует незакрытой двери или отсутствию фиксаторов.

## 50. СИГНАЛИЗАЦИЯ РАЗГЕРМЕТИЗАЦИИ КАБИНЫ

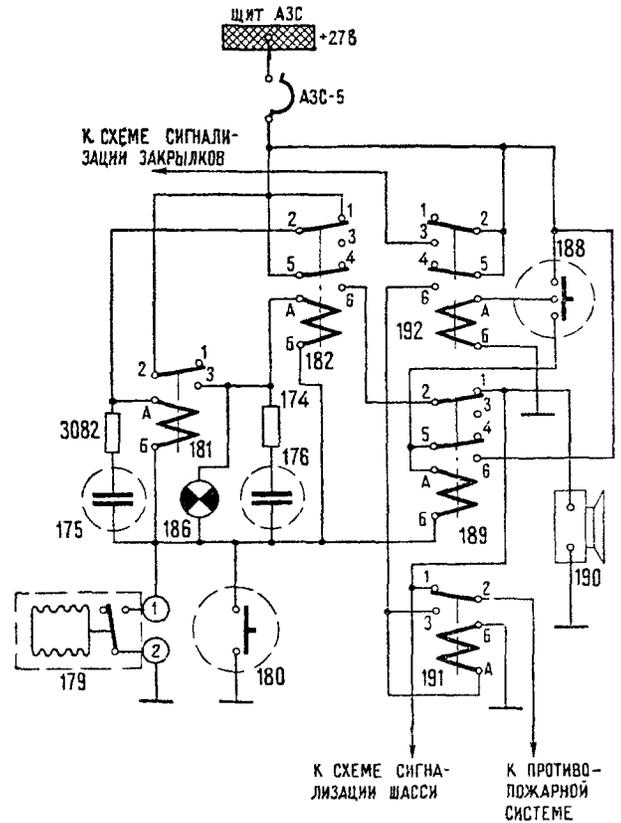
Система сигнализации разгерметизации кабины (фиг. 203) предназначена для выдачи прерывистых световых и звуковых сигналов при аварийной разгерметизации кабины.

При аварийной разгерметизации кабины высотный сигнализатор 179 (ВС-46), установленный на шпангоуте № 7, замыкает свои контакты. После этого система, состоящая из реле 181 и 182, сопротивлений 174 и 3082 и конденсаторов 175 и 176, начинает работать в прерывистом режиме (в режиме «Зуммер») с частотой, определяемой величинами сопротивлений и конденсаторов (скоростью заряда конденсаторов). В результате периодического срабатывания реле 182 и 181 прерывисто горит лампа сигнализации 186, установленная на средней панели приборной доски, и прерывисто гудит сирена.

Сирена может быть отключена (до момента замыкания контактов высотного сигнализатора ВС-46) кнопкой 188 с пульта правого летчика из-за сра-

батывания и самоудерживания реле 189. При этом мигание лампы сигнализации не прекращается.

Проверка работоспособности схемы сигнализации может быть осуществлена с пульта правого летчика



Фиг. 203. Электросхема сигнализации разгерметизации кабины:

174, 3082 — сопротивления ПЭВ-10-150 ом; 175, 176 — конденсаторы КЭ1б-30-50; 179 — высотный сигнализатор ВС-46; 180, 188 — кнопки 205К проверки работы прерывистой сигнализации и отключения сирены; 181, 191 — реле ТКЕ21ПД включения прерывистой сигнализации и включения сирены; 182, 189, 192 — реле ТКЕ52ПД 2-й серии; 186 — лампа СЛЦН сигнализации разгерметизации; 190 — сирена С-1

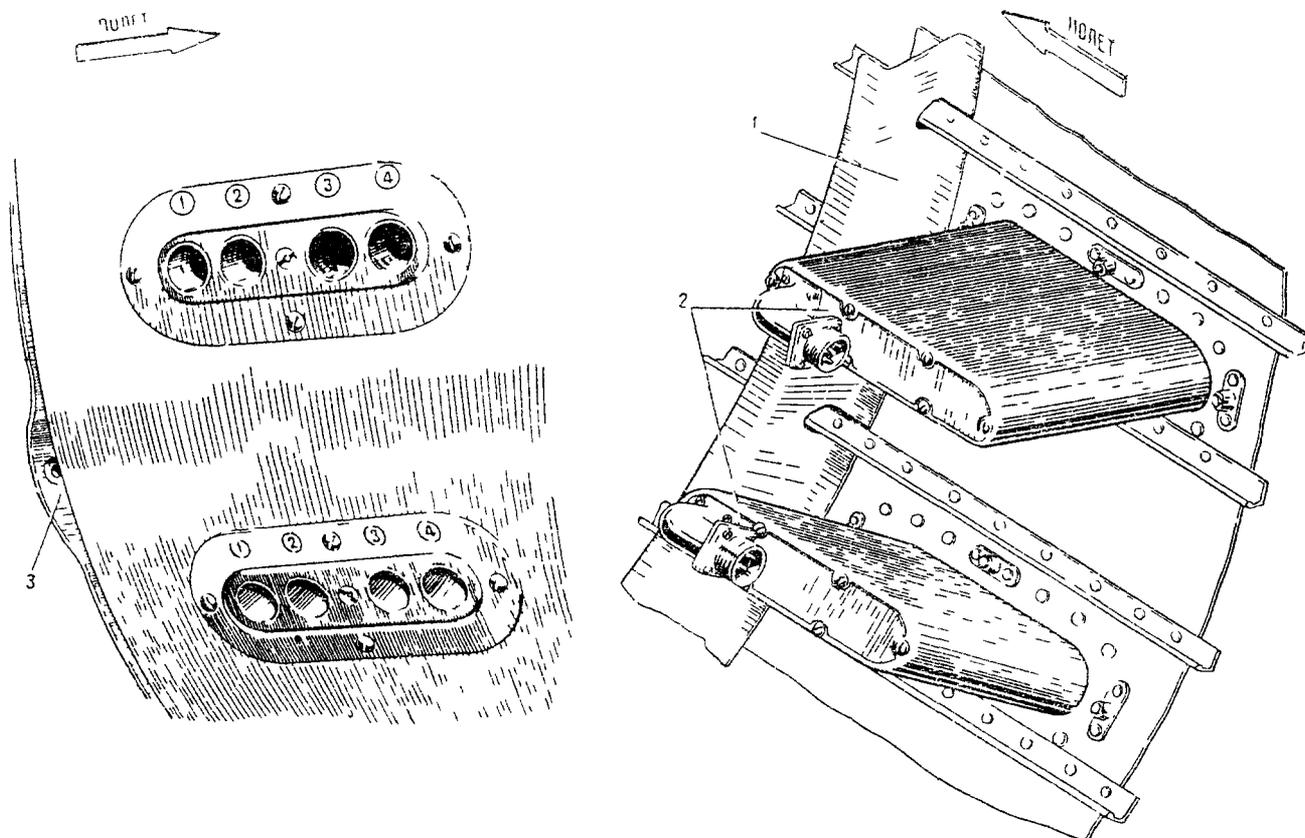
кнопкой 180, включенной параллельно высотному сигнализатору.

Реле, сопротивления и конденсаторы, входящие в схему сигнализации разгерметизации кабины, размещены в релейной коробке.

### ВЫСОТНЫЙ СИГНАЛИЗАТОР

Высотный сигнализатор ВС-46 предназначен для выдачи сигнала (для замыкания электрической цепи) при достижении в герметической кабине условной высоты, которая задается лимбом прибора (от 1 до 5 км).

Действие сигнализатора основано на функциональной зависимости между высотой и давлением. Давление воздуха из кабины подается в прибор через отверстие в его основании и воспринимается чувствительным элементом — anerоидной коробкой, из которой откачан воздух. В результате этого контакты прибора, связанные с коробкой, разомкнуты.



Фиг. 204. Установка кассет ЭСКР-46 на правом борту носовой части фюзеляжа:

1 — шпангоут № 1, 2 — кассеты ЭСКР-46, 3 — окантовка электроотсека

При понижении давления ниже значения, установленного на лимбе, anerоидная коробка расширяется и контакты прибора замыкаются

#### Основные данные

Погрешности подачи сигнала (при значениях на лимбе 1; 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5 и 5 км).

в диапазоне температуры окружающего воздуха от  $-45$  до  $+50^{\circ}\text{C}$

ниже  $-45$  до  $-60^{\circ}\text{C}$

$\pm 150$  и

$\pm 250$  и

Величина коммутируемого тока при напряжении 27 в (на омическую нагрузку)

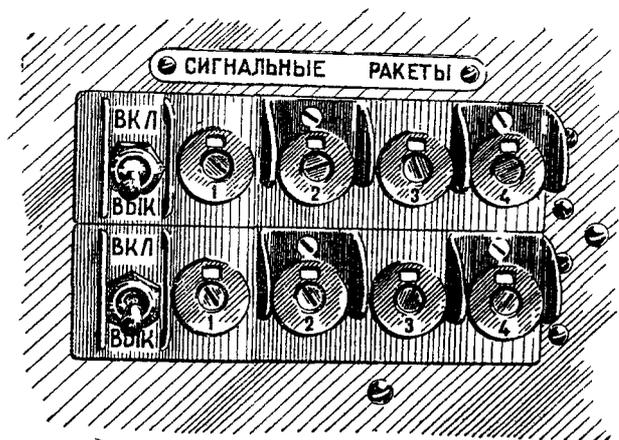
не более 0,5 а

Допустимые перегрузки

избыточное давление до  $1 \text{ кг/см}^2$  и разрежение, соответствующее высоте 16 000 м

Вес (со штепсельным разъемом) не более 0,45 кг

рые установлены на вертикальной панели правого пульта.



Фиг. 205. Пульт управления сигнальными ракетами

### 51. СИГНАЛЬНЫЕ ПАТРОНЫ (РАКЕТЫ)

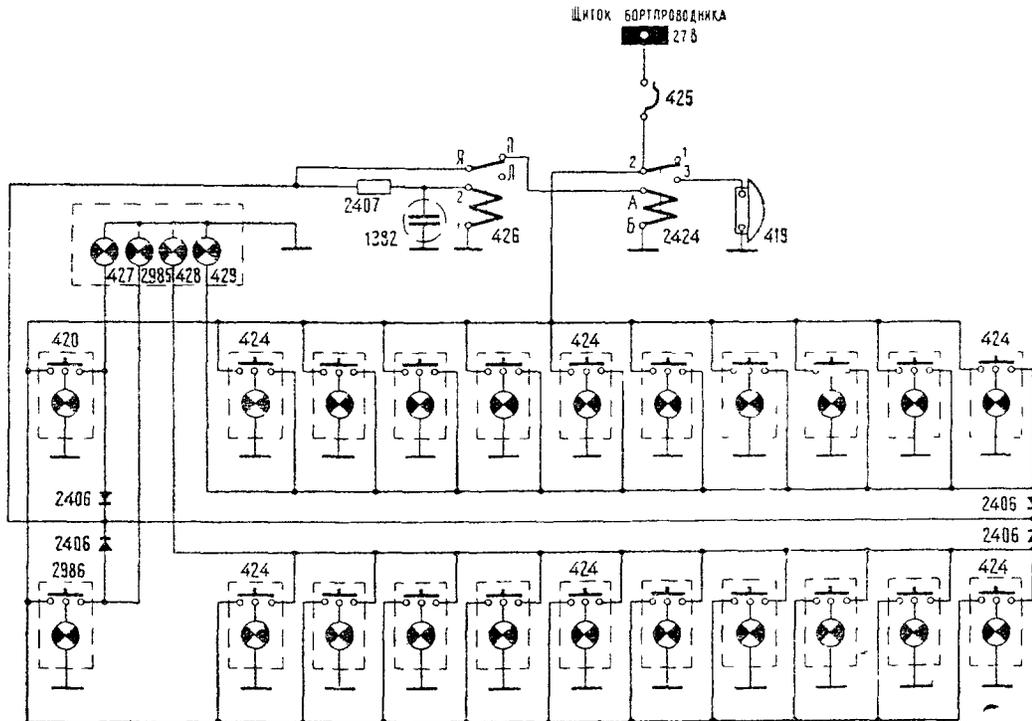
На самолете установлены две электрифицированные кассеты сигнальных ракет ЭСКР-46. Кассеты размещены между шпангоутами № 1—2 (фиг 204)

Каждая кассета предназначена для стрельбы четырьмя штатными сигнальными патронами белого, красного, зеленого и желтого цветов. Стрельба может проводиться одиночными выстрелами или серией по одному патрону. Управление стрельбой из кассет — дистанционное, электропиротехническое проводится с пультов управления (фиг 205), кото-

Электрифицированная кассета состоит из двух основных частей: кожуха и блока стволов с магазином. Кожух защищает блок стволов с магазином от пыли и механических повреждений. На фланце коробки выбиты цифры «1», «2», «3» и «4», соответствующие расположению стволов кассеты.

Каждый патрон имеет свою кнопку на пульте.

Зарядка кассет штатными 26-миллиметровыми сигнальными патронами проводится в соответствии с цветом, обозначенным на пульте управления, при



Фиг 206. Электросхема сигнализации вызова бортпроводника:

419 — электрозвонок СЭЗ-2 45, 420, 424, 2986 — лампы-кнопки вызова бортпроводника в туалет, пассажирскую кабину (левый или правый борт) и кабину экипажа, 425 — автомат защиты сети АЗС-2 на электрошитке бортпроводника, 426 — реле РПБ-7РС ограничения времени звуковой сигнализации; 427, 428, 429, 2985 — лампы СЛЦН вызова бортпроводника в туалет, пассажирскую кабину (правый борт, левый борт) и кабину экипажа; 1382 — электролитический конденсатор, 2406, 2407 — четыре диода Д7Г и сопротивление МЛТ-1 43 ком; 2424 — реле ТКЕ21ПД включения звонка

включенном АЗР-6 («Ракеты сигнальные»), который установлен на щите АЗС.

Каждая кассета имеет один выключатель, с помощью которого исключается разряд при случайном нажатии на кнопку.

#### Основные данные

|  |                 |
|--|-----------------|
| Калибр стволов   | 26,6 мм         |
| Напряжение питания   | 27 в ± 10%      |
| Усилие отдачи на узлы крепления кассеты при залпе из 4 стволов                         | 104 кг          |
| Вес незаряженной кассеты   | не более 1,9 кг |
| Вес кассеты, заряженной четырьмя сигнальными патронами и четырьмя электропиродарниками | не более 2,0 кг |

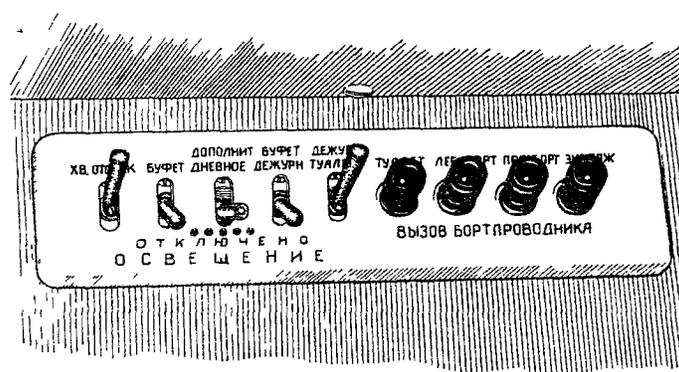
## 52. СИГНАЛИЗАЦИЯ ВЫЗОВА БОРТПРОВОДНИКА

Для вызова бортпроводника к пассажирам, к членам экипажа и в туалетное помещение имеется соответствующая электросхема, показанная на фиг 206.

Лампы-кнопки 424 установлены: в пассажирском салоне — под багажными полками против каждого ряда кресел (на левом и правом бортах), в кабине экипажа — на пульте правого летчика, а также в туалетном помещении.

При нажатии на лампу-кнопку загораются лампы сигнализации 427, 428, 429, 2985 «Вызов бортпроводника», установленные на панели вызова борт-

проводника (фиг. 207) соответственно для левого и правого бортов пассажирского салона, кабины экипажа, туалетного помещения, а также звенит зво-



Фиг. 207. Установка панели вызова бортпроводника

нок 419 (СЭЗ2-45) Панель установлена в хвостовой части на левом борту, между шпангоутами № 31—32.

Звуковой сигнал прекращается через 2—3 сек после включения лампы-кнопки, что обеспечивается срабатыванием реле 426 (см. фиг. 206). Отключение световой сигнализации происходит при повторном нажатии на лампу-кнопку.

Реле, сопротивление, конденсатор и диоды, входящие в схему, установлены в РК сигнализации бортпроводника (см. фиг 38).

Включение системы вызова осуществляется с электрощитка бортипроводника (см. фиг. 17).

### 53. ТАБЛО ДЛЯ ОПОВЕЩЕНИЯ ПассаЖИРОВ

Табло оповещения пассажиров («Не курить», «Застегнуть ремни») установлено на левом и правом

бортах на шпангоуте № 11. В табло размещены семь ламп типа СМ-30. При посадке и взлете самолета табло включается выключателем, который установлен на правом пульте. Цепь питания табло защищена предохранителем СП-5 в РК кабины экипажа.

## ГЛАВА XV

# ОСВЕЩЕНИЕ. ЭЛЕКТРОБЫТОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Самолет оборудован:

— наружным освещением, состоящим из взлетно-посадочного освещения, аэронавигационных огней, светосигнальных огней и подсвета стабилизатора;

— внутренним освещением, состоящим из освещения кабины экипажа, пассажирского салона, бытовых помещений и вспомогательных отсеков;

— электробытовым оборудованием, состоящим из насоса для подачи промывочной жидкости и двух электрокипятильников.

### 54. НАРУЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Наружное освещение предназначено для обеспечения видимости земной поверхности в ночных условиях во время руления, взлета и посадки самолета, для светового обозначения самолета на земле и в полете, а также для освещения стабилизатора.

#### ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Для освещения взлетно-посадочной полосы и рулежных дорожек на самолете установлены две посадочно-рулежные фары ПРФ-4/88. Индекс «88» обозначает диапазон углов выпуска выдвижной части ( $69^\circ$ — $88^\circ$ ). Требуемый для самолета угол выдвижной части устанавливается самолетостроительным заводом с помощью регулировочного винта.

Фары размещены симметрично на нижней обшивке полукрыльев самолета. Установка фары показана на фиг. 208.

В фаре ПРФ-4 применена лампа СМФ-3, имеющая две нити накала: посадочную, включаемую

кратковременно при взлете и посадке самолета, и рулежную, включаемую при рулении самолета на более длительное время.

Фары регулируются в горизонтальной и вертикальной плоскостях таким образом, чтобы их оптические оси (световые потоки) имели показанные на фиг. 209 направления (при выпущенном положении фар):

а) в горизонтальной плоскости:

— левая фара  $5^\circ 30' \pm 20'$  вправо от линии, параллельной продольной оси самолета;

— правая фара  $9^\circ 40' \pm 20'$  влево от линии, параллельной продольной оси самолета;

б) в вертикальной плоскости:

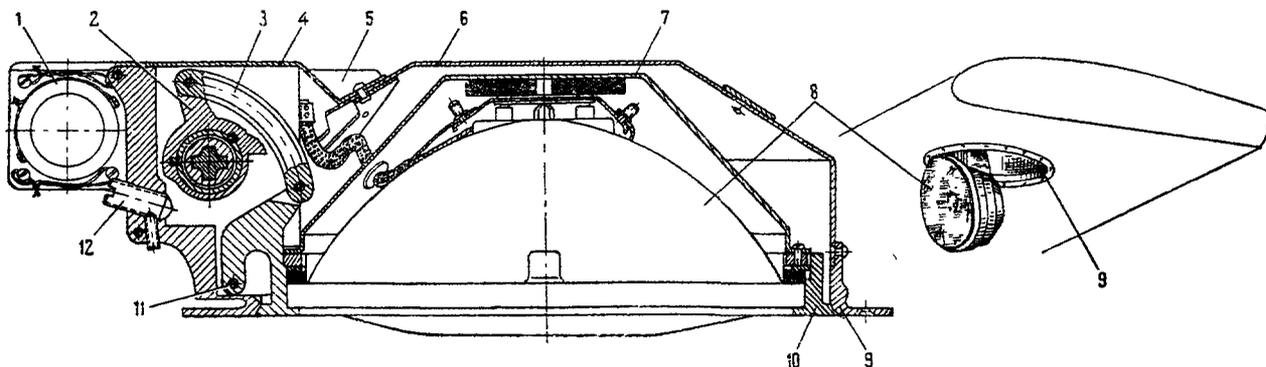
— левая и правая фары  $4^\circ 20' \pm 20'$  от отвесной линии против направления полета.

Примечание. В вертикальной плоскости указаны углы между отвесной линией и плоскостью окантовки фары.

В горизонтальной плоскости фары устанавливаются по рискам, нанесенным красной краской на окантовке фары (ось фары должна быть совмещена с рисками). В вертикальной плоскости фары устанавливаются по шаблону-сектору путем регулировки угла выпуска фар.

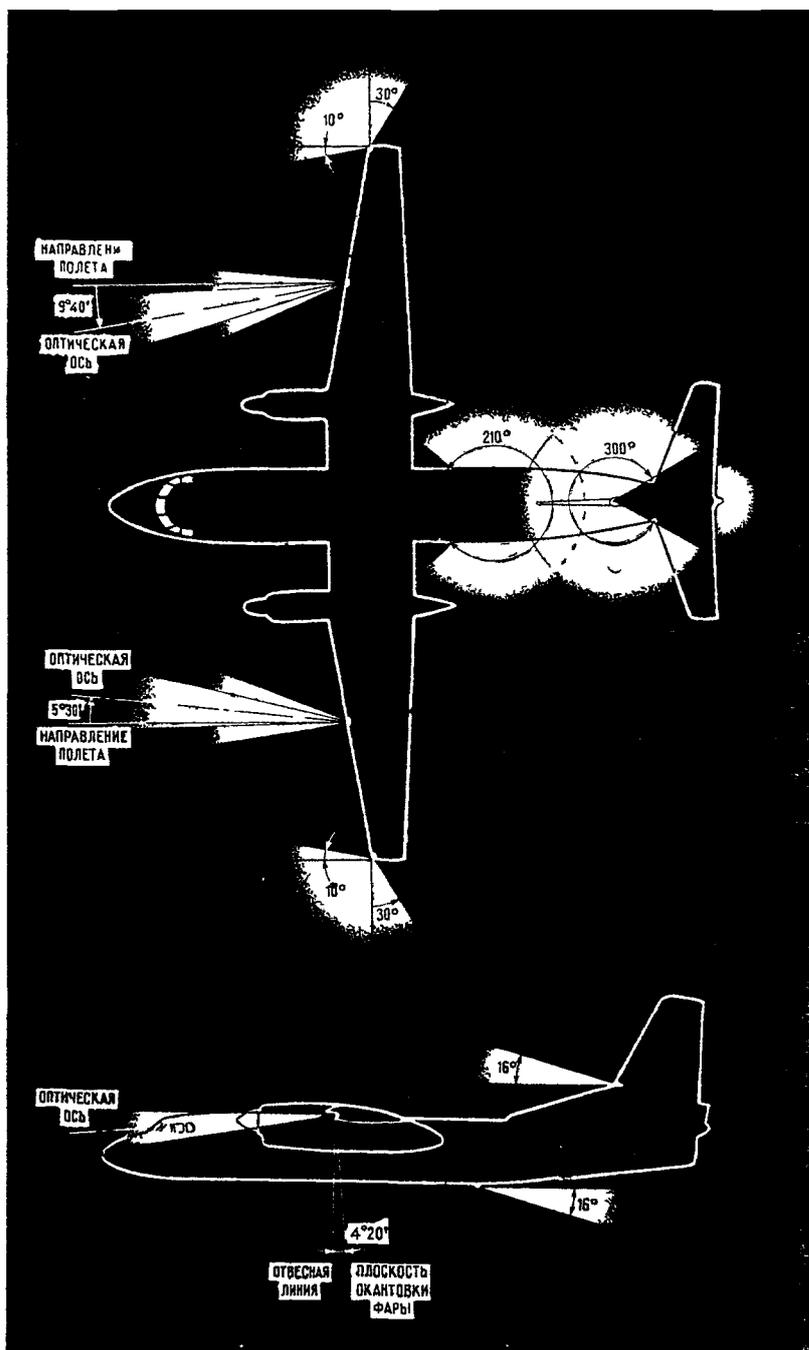
#### Основные данные фары ПРФ-4/88

|  |                 |
|--|-----------------|
| Напряжение питания электродвигателя постоянным током | 27 в $\pm 10\%$ |
| Напряжение питания лампы постоянным током            | 28 в            |
| Ток, потребляемый электродвигателем                  | не более 2,6 а  |



Фиг. 208. Установка фары ПРФ-4/88:

1 — электродвигатель; 2 — поводок; 3 — тяга; 4 — крышка; 5 — штепсельный разъем; 6 — кожух; 7 — колпак; 8 — фара-лампа СМФ-3; 9 — основание; 10 — кольцо; 11 — ось поворота фары; 12 — регулировочный упорный винт



Фиг. 209. Схема углов видимости и установочных углов источников наружного освещения

Максимальная мощность нитей накаливания лампы при напряжении 28 в:

посадочной . . . . . 660 вт  
рулежной . . . . . 200 вт

Сила света лампы:  
посадочной нити . . . . . 400 000 св  
рулежной нити . . . . . 25 000 св

Угол рассеивания света рулежной нити  
в горизонтальной плоскости . . . 30°  
в вертикальной плоскости . . . 7°—8°

Угол рассеивания света посадочной нити.  
в горизонтальной плоскости . . . 13°  
в вертикальной плоскости . . . 7°—8°

Угол между оптической осью лампы и направлением максимальной силы света.  
посадочной нити . . . . . 0°  
рулежной нити . . . . . 2°—3° вниз

Время выпуска выдвижной части фары (без времени пробуксовки):  
на угол 50° . . . . . не более 9 сек  
на угол 88° . . . . . не более 12 сек

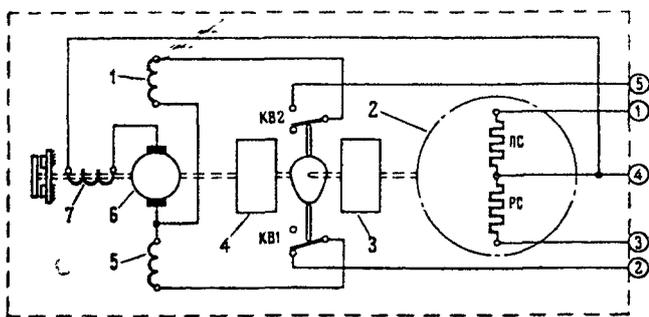
Режим работы электропривода фары . . . . . повторно - кратковременный; состоит из пяти циклов, после чего полное охлаждение

Примечание. Под циклом понимается выпуск фары на максимальный угол, уборка фары, перерыв в течение одной минуты.

Режим работы лампы:  
рулежной нити . . . . . длительный  
посадочной нити . . . . . повторно - кратковременный: 5 мин горение, 5 мин перерыв

Срок службы:  
посадочной нити лампы . . . . . не менее 5 час  
рулежной нити . . . . . не менее 75 час

Электрокинематическая схема фары ПРФ-4/88 приведена на фиг. 210.



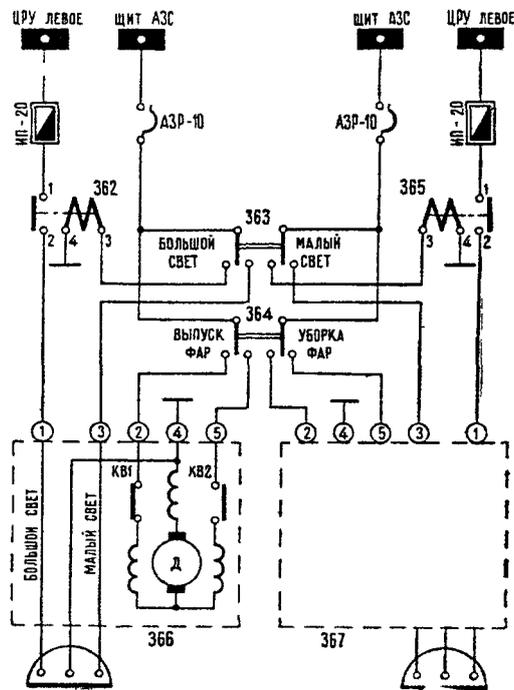
Фиг. 210. Электрокинематическая схема фары ПРФ-4/88:

1, 5 — обмотки возбуждения на выпуск и уборку; 2 — фара, 2 — редуктор; 4 — фрикционная муфта пробуксовки, 6 — якорь электродвигателя Д-12ТФ; 7 — электромагнитная муфта торможения

Реверсивный электродвигатель Д-12ТФ при включении его в бортовую сеть вращает через редуктор выходной вал. После поворота выходного вала на угол 50°—69° или 69°—88° до механического упора пробуксовывает муфта. Пробуксовка продолжается до тех пор, пока не сработает один из концевых вы-

ключателей КВ1 или КВ2 правого и левого вращения электродвигателя.

Для уменьшения инерционного выбега электродвигатель имеет электромагнитную муфту торможения.



Фиг. 211. Электросхема управления фарами:

362, 365 — контакторы КМ-25ДВ включения фар; 363, 364 — переключатели 2ППНГ-15К управления фарами «Большой свет — Малый свет» и «Выпуск — Уборка»; 366, 367 — левая и правая фары ПРФ-4/88

Электросхема управления фарами приведена на фиг. 211.

Для управления механизмами выпуска и уборки фар на средней панели приборной доски установлен переключатель 364 с трафаретом «Выпуск — Уборка». Там же установлен переключатель 363, который служит для включения света фар при рулении и посадке и имеет трафарет «Большой свет — Малый свет».

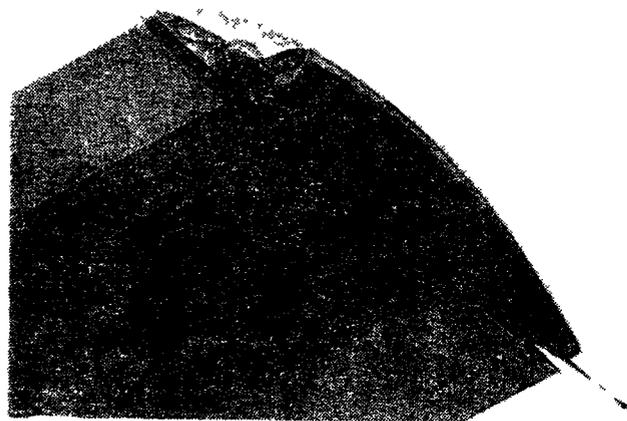
Защита цепей питания и управления выполнена отдельно для каждой фары двумя автоматами защиты АЗР-10 на щите АЗС и двумя предохранителями ИП-20 в левом ЦРУ. Там же установлены и контакторы КМ-25Д включения фар.

### АЭРОНАВИГАЦИОННЫЕ ОГНИ

Для светообозначения самолета в условиях ухудшенной видимости как в полете, так и на земле на законцовках крыла (фиг. 212) установлены аэронавигационные огни БАНО-57 (слева — с красным, справа — с зеленым светофильтрами), а в хвостовой части фюзеляжа — хвостовой огонь (фиг. 213), в котором использована лампа арматуры ХС-57 с бесцветным прозрачным обтекателем.

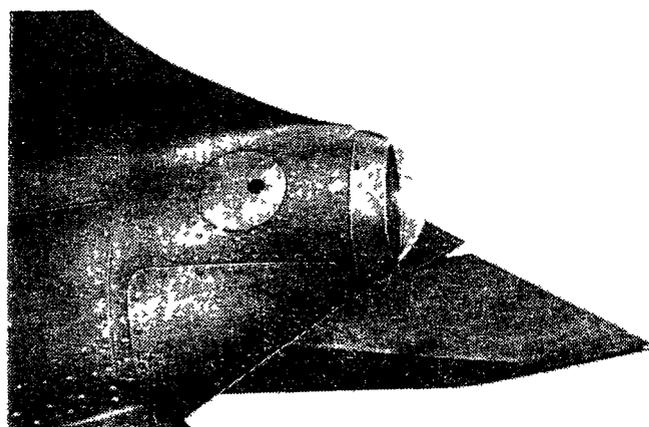
В бортовых аэронавигационных огнях БАНО-57 применены специальные лампы СМ-28-70 с зеркальной колбой. Корпусы огней имеют по четыре венти-

ляционных отверстия, которые не должны быть закрыты во избежание растрескивания светофильтров.



Фиг. 212. Установка аэронавигационного огня БАНО-57 на законцовке крыла

Максимальная сила света огней в направлении полета не менее 180 *цв св*. В горизонтальной плоскости свет излучается в пределах 110° во внешнюю сторону (считая по направлению полета); в вертикальной плоскости — в пределах угла  $\pm 90^\circ$  вверх и вниз от горизонта. Углы видимости огней в горизонтальной плоскости показаны на фиг. 209.



Фиг. 213. Установка хвостового огня

Огни БАНО-57 имеют несимметричное светораспределение. Светораспределение огней в горизонтальной плоскости, лежащей в плоскости симметрии прибора, и в вертикальной плоскости, перпендикулярной ей и проходящей через световой центр лампы, приведено в табл. 20 и 21.

Цветовые характеристики и коэффициенты суммарного пропускания светофильтров огней (для  $T_{\text{цв}} = 2854^\circ \text{K}$ ) приведены в табл. 22.

Вес БАНО-57 не более 0,32 кг

Хвостовой огонь рассчитан на лампу накаливания СМ-24\* и имеет стеклянный бесцветный кол-

пак. Он обеспечивает максимальную силу света не менее 50 *св* и не менее 10 *св* в пределах угла, равного 140° в продольной плоскости.

Таблица 20

Распределение силы света БАНО-57 в горизонтальной плоскости (в цветных свечах)

| Цвет<br>огня | Углы с осью самолета в град |     |     |    |    |    |    |     |     |                       |     |    |
|--------------|-----------------------------|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----------------------|-----|----|
|              | во внешнюю сторону          |     |     |    |    |    |    |     |     | во внутреннюю сторону |     |    |
|              | 0                           | 5   | 10  | 20 | 40 | 60 | 90 | 100 | 110 | 5                     | 10  | 15 |
| Красный      | 250                         | 180 | 140 | 62 | 35 | 24 | 16 | 16  | 6   | 220                   | 105 | 10 |
| Зеленый      | 220                         | 160 | 130 | 60 | 35 | 24 | 15 | 15  | 6   | 160                   | 100 | 7  |

Таблица 21

Распределение силы света БАНО-57 в вертикальной плоскости (в цветных свечах)

| Цвет<br>огня | Углы с осью самолета в град |     |     |    |    |    |    |                |    |    |    |    |    |
|--------------|-----------------------------|-----|-----|----|----|----|----|----------------|----|----|----|----|----|
|              | над горизонтом              |     |     |    |    |    |    | под горизонтом |    |    |    |    |    |
|              | 0                           | 5   | 10  | 20 | 40 | 60 | 90 | 5              | 10 | 20 | 40 | 60 | 90 |
| Красный      | 250                         | 160 | 120 | 33 | 24 | 16 | 11 | 190            | 67 | 27 | 24 | 17 | 8  |
| Зеленый      | 220                         | 145 | 113 | 30 | 21 | 16 | 7  | 160            | 59 | 18 | 18 | 15 | 4  |

Таблица 22

Цветовые характеристики БАНО-57

| Тип огня        | Цветовой тон <i>н.м.</i> | Чистота цвета (не менее) % | Коэффициент суммарного пропускания (не менее) % |
|-----------------|--------------------------|----------------------------|---|
| БАНО-57 красный | Не менее 610             | 97                         | 20  |
| БАНО-57 зеленый | 495—545                  | 48                         | 18  |

Распределение силы света огня в продольной плоскости приведено в табл. 23.

Таблица 23

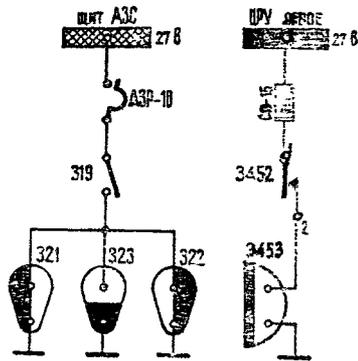
Распределение силы света хвостового огня

| Угол с осью огня град | Сила света <i>св</i> | Угол с осью огня град | Сила света <i>св</i> |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 0                     | 50                   | 50                    | 42                   |
| 10                    | 36                   | 60                    | 38                   |
| 20                    | 43                   | 70                    | 22                   |
| 30                    | 50                   | 80                    | 10                   |
| 40                    | 47                   | 90                    | 5,5                  |

Вес ХС-57—0,31 кг.

\* С самолета 20 01 лампа СМ 24 заменена на СМ 28-24

Схема электропитания аэронавигационных огней приведена на фиг. 214.



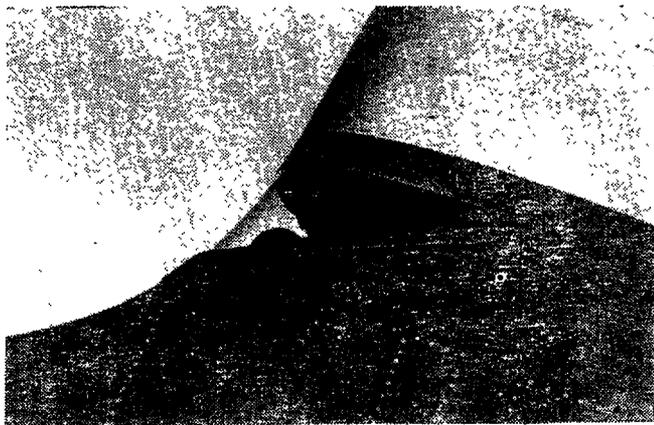
Фиг. 214. Электросхема включения аэронавигационных огней и фары подсвета стабилизатора:

319 — выключатель ВГ-15К аэронавигационных огней; 321, 322 — бортовые аэронавигационные огни БАНО-57 с красным и зеленым светофильтрами; 323 — хвостовой аэронавигационный огонь с белым светофильтром; 3452 — нажимной выключатель ВНГ-15К фары подсвета; 3453 — фара ФС-155 подсвета стабилизатора

Питание аэронавигационных огней осуществляется через автомат защиты АЗР-10. Для включения огней на средней панели приборной доски установлен выключатель 319 («АНО — Вык.»).

#### СВЕТСИГНАЛЬНЫЙ ОГОНЬ ОСС-61

С целью предотвращения столкновения на самолете установлены два светосигнальных огня ОСС-61: один — на киле (фиг. 215), второй — внизу на



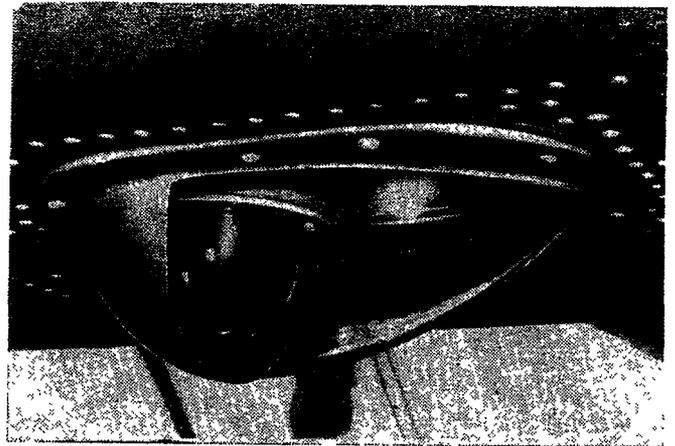
Фиг. 215. Установка верхнего светосигнального огня ОСС-61

обшивке фюзеляжа между шпангоутами № 24—25 (фиг. 216) (на некоторых самолетах верхний огонь установлен в верхней части фюзеляжа перед центропланом).

Верхний и нижний огни прикрыты обтекателями. Нижний обтекатель предохранен в передней части

накладкой, которая защищает огонь от камней и грязи, летящих от переднего колеса при рулении самолета.

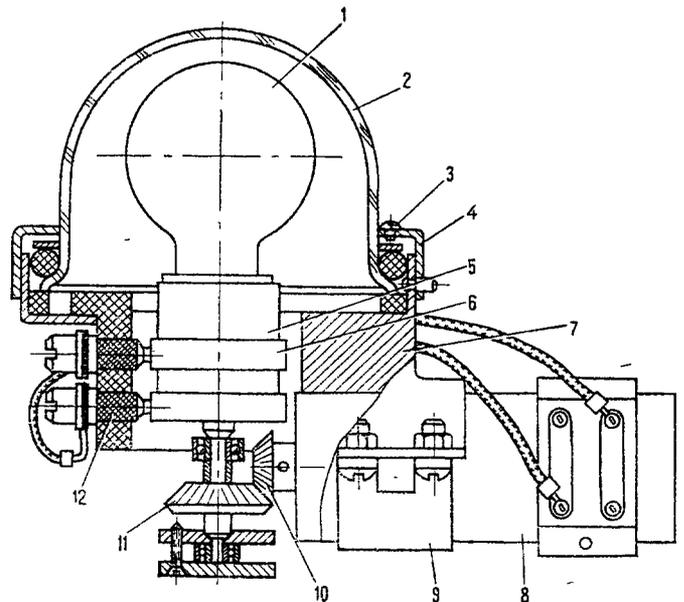
Принцип действия огня основан на вращении зеркализованной лампы накаливания, которое осуществляется электродвигателем ДР-1,5Р и системой



Фиг. 216. Установка нижнего светосигнального огня ОСС-61

конических шестерен. На патроне имеется два контактных кольца, через которые обеспечивается контакт лампы с токоподводящими щетками.

Светосигнальный огонь в разрезе показан на фиг. 217.



Фиг. 217. Светосигнальный самолетный огонь ОСС-61:

1 — лампа накаливания; 2 — светофильтр; 3 — винт; 4 — кольцо; 5 — патрон; 6 — контактное кольцо; 7 — корпус; 8 — электродвигатель; 9 — скоба; 10, 11 — конические шестерни; 12 — щетка

В ОСС-61 применена лампа СМ-28-60, имеющая номинальное напряжение 28 в и мощность 60 вт.

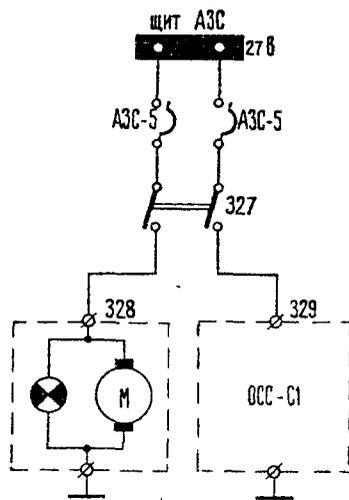
#### Основные данные

Напряжение питания постоянным током . . . . . 27 в ± 10%

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Потребляемый ток . . . . .  | не более 3,5 а            |
| Скорость вращения лампы . . . . .   | 90±20 об/мин              |
| Сила света . . . . .  | не менее 1400 <i>св</i> . |
| Угол рассеяния для 0,5 нормированной максимальной силы света:                 |                           |
| в горизонтальной плоскости . . . . .  | не менее 7°               |
| в вертикальной плоскости . . . . .  | не менее 16°              |
| Световые характеристики красного светофильтра с цветовой температурой 2854° К |                           |
| длина доминирующей волны . . . . .  | не менее 610 нм           |
| насыщенность . . . . .  | не менее 95%              |
| коэффициент суммарного пропускания . . . . .                                  | не менее 18%              |
| Вес . . . . .   | не более 1,0 кг           |
| Режим работы . . . . .  | длительный                |

Углы видимости светосигнальных огней показаны на фиг. 209.

Электросхема светосигнальных огней приведена на фиг. 218.



Фиг. 218. Электросхема включения светосигнальных огней ОСС-61:

327 — выключатель 2ВГ-15К светосигнальных огней; 328, 329 — верхний и нижний светосигнальные огни ОСС-61

Питание осуществляется отдельно для каждого огня со щита АЗС через автоматы защиты (АЗС-5). Включение огней производится выключателем «Проблеск маяк», установленным на средней панели приборной доски.

#### САМОЛЕТНАЯ ФАРА ФС-155

Фара ФС-155 подсвета стабилизатора, установленная на левом борту между шпангоутами № 40—41 (фиг. 219), дает возможность наблюдать за наличием льда на стабилизаторе.

Включение фары осуществляется выключателем ВНГ-15К, установленным на шпангоуте № 36 по левому борту. Во избежание выхода фары из строя непрерывное горение ее не должно превышать 5 мин.

Фара ФС-155 состоит из отражателя с закрепленным в нем специальным патроном, лампы накаливания, держателя и хомута. Диаметр выходного от-

верстия косо срезанного металлического хромированного отражателя 155 мм. Фокусное расстояние параболической части отражателя 19 мм. В фаре применяется прожекторная лампа накаливания ПЖ-25 на 24 в, 220 вт со специальным фокусирующим цоколем 1Ф-С34. Максимальная сила света фары не менее 200 000 *св*, угол рассеяния не менее 9,5°.

Распределение силы света фары приведено в табл. 24.

Таблица 24

| Угол с осью фары град | Сила света в <i>св</i> |         |
|-----------------------|------------------------|---------|
|                       | вправо                 | влево   |
| 0                     | 200 000                | 200 000 |
| 1                     | 170 000                | 130 000 |
| 2                     | 135 000                | 70 000  |
| 3                     | 80 000                 | 40 000  |
| 4                     | 35 000                 | 22 000  |
| 5                     | 21 000                 | 8 000   |
| 6                     | 10 000                 | —       |

Вес фары не более 0,6 кг.

Фокусировка фары постоянная и производится заводом-поставщиком. При замене ламп дополнительная фокусировка не требуется. Запрещается крепление фары непосредственно за отражатель.

Электросхема включения фары в электросеть приведена на фиг. 214.

#### 55. ВНУТРЕННЕЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Внутреннее освещение можно условно разделить на освещение кабины экипажа, освещение пассажирского салона, а также освещение бытовых помещений и вспомогательных отсеков. Размещение источников освещения, реостатов регулировки яркости и розеток показано на фиг. 220.

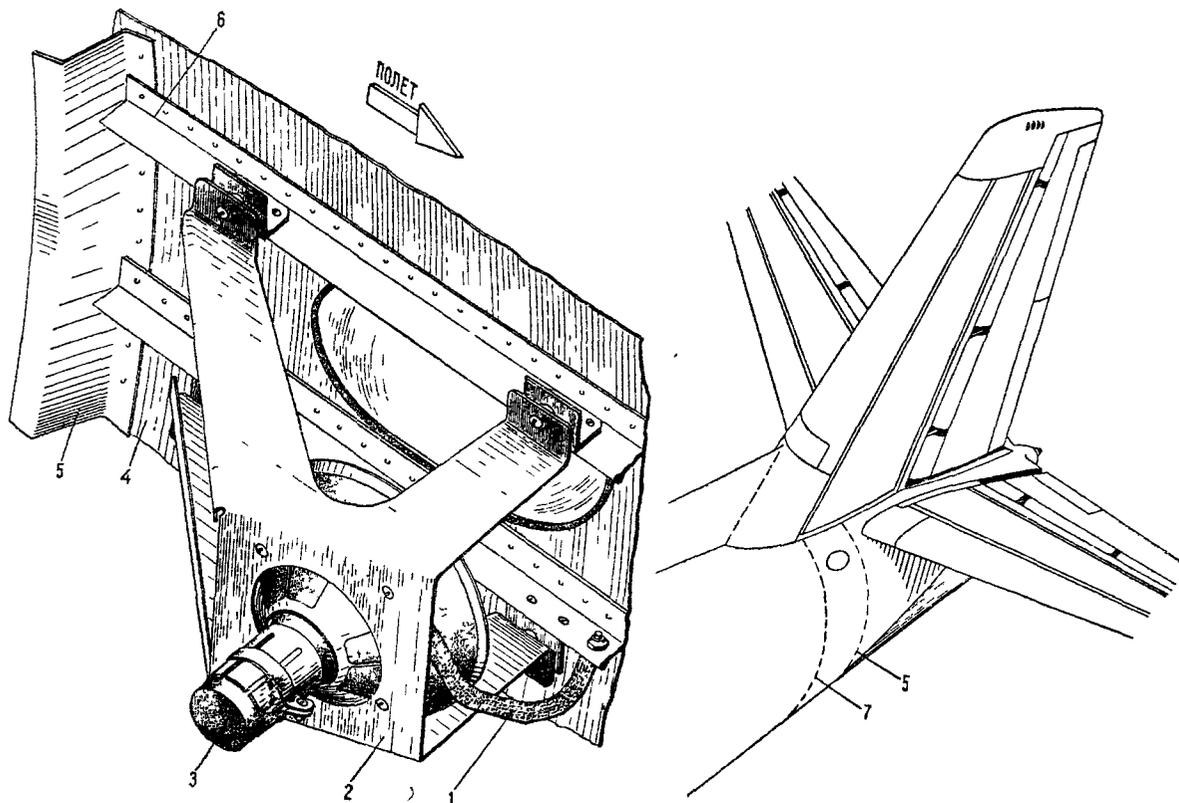
#### ОСВЕЩЕНИЕ КАБИНЫ ЭКИПАЖА

Освещение кабины экипажа делится на общее освещение и освещение красным светом панелей приборной доски, пультов и электрощитков.

При проведении наземных эксплуатационных работ в ночных и затемненных условиях общее освещение кабины осуществляется плафонами белого света ПС-45 с молочными светофильтрами. Включаются эти плафоны выключателем, который установлен в кабине экипажа на каркасе верхнего щитка. Плафоны установлены на левом и правом бортах.

Для работы с картой и ведения записей в полете в условиях освещения кабины экипажа красным светом применяются кабинные лампы белого света КЛСРК-45, установленные на бортах кабины.

Для освещения панелей приборной доски, пультов и электрощитков в ночных и затемненных условиях полета применена система освещения красным светом.



Фиг. 219 Установка фары подсвета стабилизатора ФС-155:

1 — лента металлизации, 2 — кронштейн, 3 — фара ФС-155; 4, 6 — стрингеры № 25 и 27, 5 — шпангоут № 41, 7 — шпангоут № 40

Система освещения красным светом обеспечивает:

— хорошее наблюдение за приборами и аппаратурой управления, обусловленное достаточной равномерностью освещения и уровнем освещенности;

— удобство ориентации в условиях ночных полетов и во время посадки при переводе взгляда с внешнего обзора на приборы и обратно, так как при освещении красным светом сохраняется высокий уровень световой чувствительности глаз, определенный их темновой адаптацией;

— исключение флюоресценции глазных сред и деталей из органического стекла, которая имеет место при освещении ультрафиолетовым светом.

Освещение красным светом осуществляется индивидуальными (для каждого прибора) светильниками, светопроводами, а также светильниками и cabinными лампами заливающего красного света. Для освещения красным светом применяются лампы накаливания, имеющие бесцветные стеклянные колбочки с красными светофильтрами, а также лампы накаливания типа СМК-37 и СМК-29, колбочки которых покрыты красным лаком. Доминирующая длина волны спектрального пропускания светофильтров и окрашенных колбочек  $620 \pm 10 \text{ нм}$ .

Общий фон шкал приборов, лицевых сторон панелей приборных досок, пультов и электрощитков при системе освещения красным светом — черноматовый; надписи, цифры, отметки и стрелки выполнены белой краской.

Светильники индивидуального подсвета приборов

размещены непосредственно около освещаемых приборов, светильники подсвета пультов и щитков размещены на самих пультах и щитках. Все эти светильники установлены таким образом, чтобы не было прямого попадания света в глаза летчиков при наблюдении с их рабочих мест.

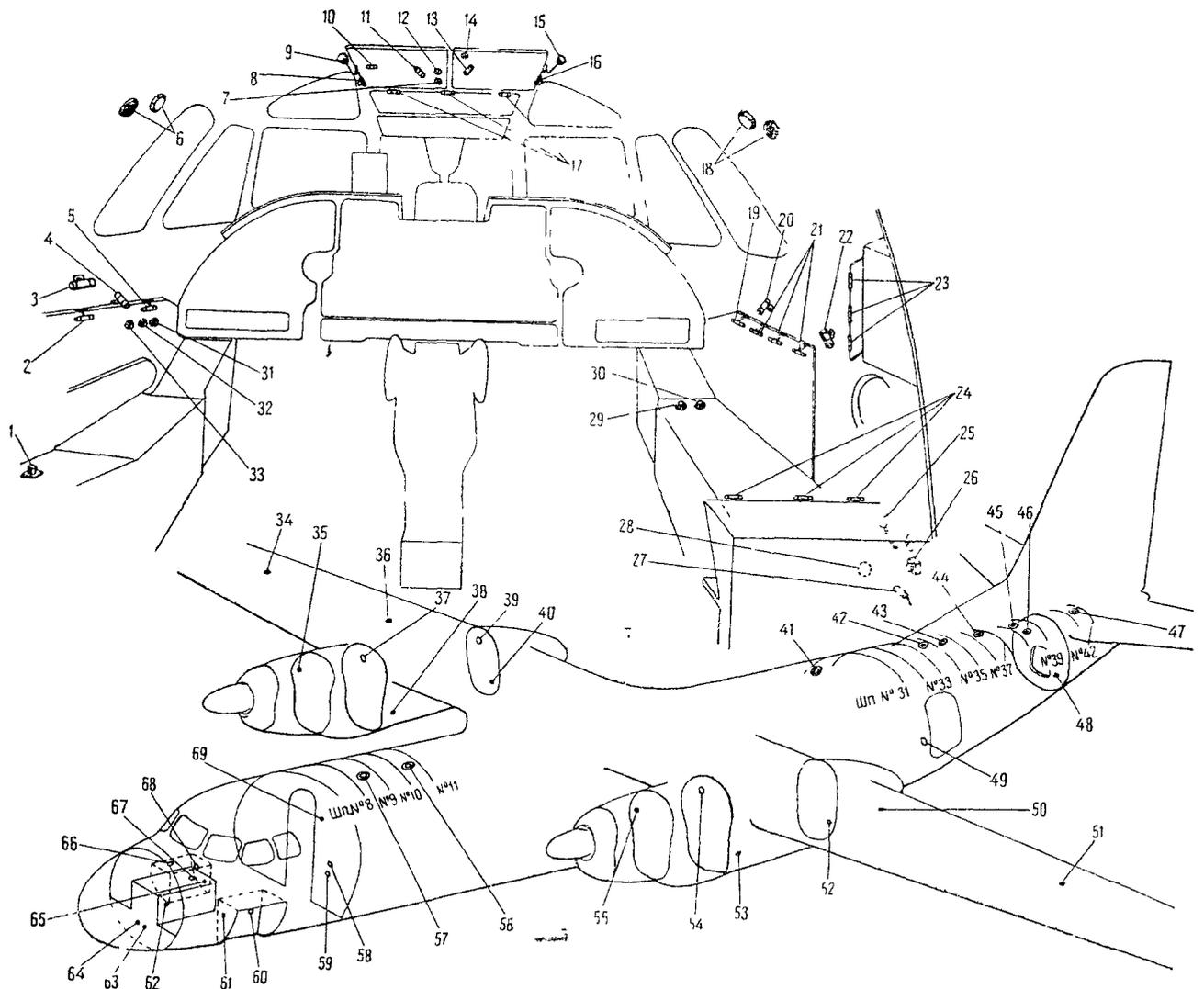
Светильники и cabinные лампы заливающего красного света устанавливаются с помощью специальных самолетных шарнирных кронштейнов, позволяющих ориентировать их в нужном направлении, или фланцев и кронштейнов, предусмотренных конструкцией светильника или cabinной лампы.

Уровень освещенности регулируется изменением величины подаваемого к светильникам и лампам напряжения с помощью реостатов, которые установлены на левом и правом пультах летчиков, на верхней щитке и в местах, обеспечивающих пользование ими непосредственно с рабочих мест.

#### Назначение и номенклатура применяемых светильников и ламп красного света. Светопроводы

Для освещения красным светом приборного и другого оборудования, панелей, пультов, электрощитков и органов управления в кабине экипажа используются следующие светильники, cabinные лампы и плафоны красного света:

- СВ, СВ-1, С-60, С-80 и СМ — для индивидуального освещения шкал приборов,
- АГЛ и АГП — для освещения указателей авиагоризонтов;

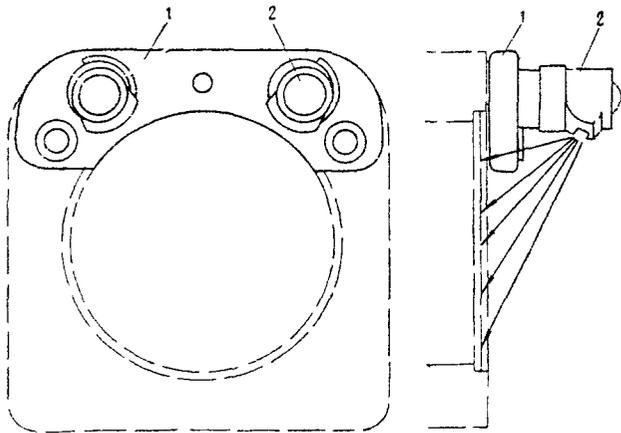


Фиг. 220. Размещение светильников и реостатов кабины экипажа, плафонов и розеток в отсеках фюзеляжа:

1, 27 — вытяжные лампы СКВ; 2, 5, 10, 17, 19, 21 — светильники СТ; 3, 22 — лампы КЛСРК-45; 4, 11, 13, 20 — светильники СК; 6, 18 — плафоны ПС-45; 7, 14, 29, 32, 33 — реостаты РСКС-50; 8, 9, 15, 16 — реостаты РИК-49 и светильники СЛШ; 12, 28, 30, 31 — реостаты РКО-45; 23 — светильники ЛКС; 24 — светильники С-2; 25, 26 — лампа SMK-29 и реостат РИК-49; 34, 36, 50, 51 — розетки 47К на крыле; 35, 38, 40 — розетки 47К в правой гондole; 37, 39 — плафоны ПСМ-51 освещения в правой гондole; 41, 42 — плафоны ПС-45 освещения в отсеке между шпангоутами № 31—34; 43, 44 — плафоны ПС-45 освещения отсека между шпангоутами № 34—37; 45, 46 — плафоны

П-39 освещения в отсеке между шпангоутами № 38—40; 47, 48 — плафон П-39 на шпангоуте № 42 и розетка 47К на шпангоуте № 40; 49, 58, 59 — специальные плафоны подсвета верхней ступеньки и переднего багажника; 52, 53, 55 — розетки 47К в левой гондole; 54 — плафон ПСМ-51 освещения в левой гондole; 56, 57 — плафоны ПС-45 освещения переднего багажника; 60, 61 — плафон ПСМ-51 и розетка 47К в левом отсеке; 62, 68 — розетка 47К и плафон ПСМ-51 в отсеке передней ноги; 63, 64 — розетки 47К и 48К на шпангоуте № 1; 65, 66, 67 — розетка 47К и два плафона ПСМ-51 в правом отсеке; 69 — розетка 47К на шпангоуте № 7

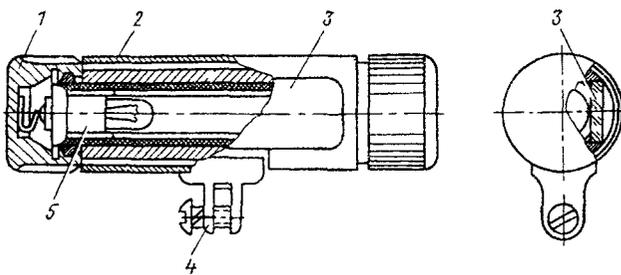
— СКВ (светильник кабины вытяжной) — для освещения красным светом оборудования, которое не требует постоянного пользования им в полете;  
 — СТ, С-1, С-2, ЛКС, СЛШ и СК — для освещения заливающим красным светом;



Фиг. 221. Освещение прибора с помощью индивидуального светильника:

1 — основание; 2 — светильник

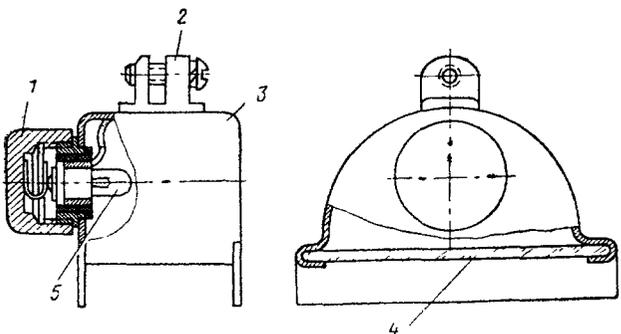
— АПН — для подсветки электрошричков, отдельных надписей и обозначений методом светопровода;



Фиг. 222. Трубчатый светильник СТ:

1 — колпачок; 2 — подвижная шторка; 3 — красный светофильтр; 4 — ушко крепления; 5 — лампа накаливания

— СЛШН — для подачи светового сигнала с одновременным подсветом поясняющей надписи методом светопровода;

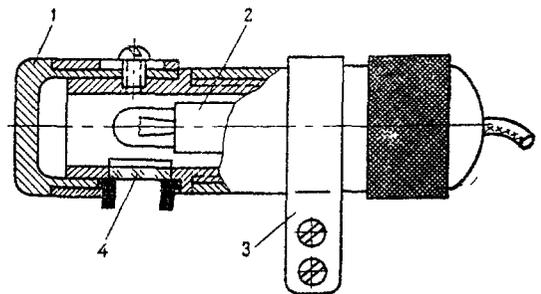


Фиг. 223. Софитный одноламповый светильник С-1:

1 — колпачок; 2 — ушко крепления; 3 — корпус; 4 — светофильтр; 5 — лампа накаливания

— плафоны ПС-45 с красными светофильтрами — для общего освещения кабины экипажа.

Индивидуальное освещение красным светом отчетной части шкал и стрелок приборов светильниками индивидуального подсвета осуществляется за

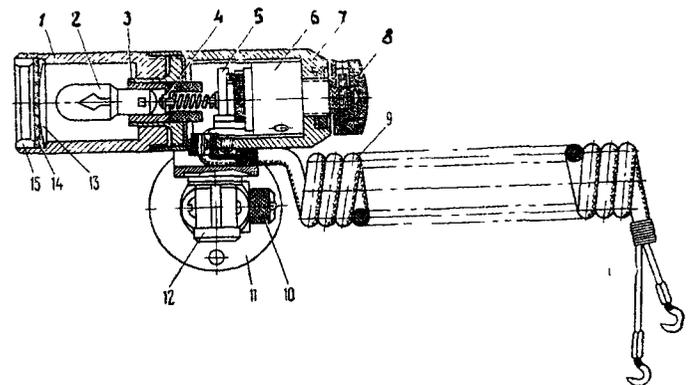


Фиг. 224. Стационарная кабинная лампа ЛКС:

1 — колпачок; 2 — лампа накаливания; 3 — крепежный хомут; 4 — красный светофильтр

счет светового потока электрических ламп накаливания, расположенных в ламподержателях светильников (фиг. 221). Специальная форма щели ламподержателя обеспечивает требуемое светораспределение светового потока.

Светильники СТ, С-1 и лампы ЛКС и СК заливающего красного света показаны на фиг. 222—225. Внутренние поверхности корпусов этих светильни-



Фиг. 225. Кабинный светильник СК:

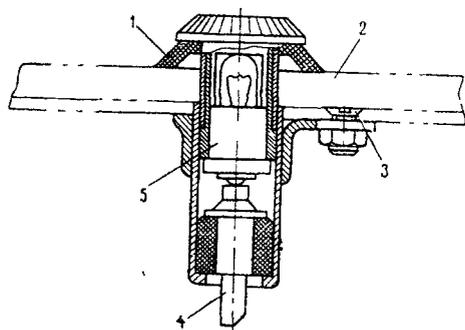
1 — насадок; 2 — лампа накаливания; 3 — втулка; 4 — контактное устройство; 5 — ползунок; 6 — реостат; 7 — корпус; 8 — ручка реостата; 9 — спиральный шнур; 10 — фиксатор; 11 — основание; 12 — кронштейн; 13 — пружинная шайба; 14 — светофильтр; 15 — стопорное кольцо

ков представляют собой отражатели. Специальная форма отражателей, защитные бленды и шторки светильников обеспечивают определенный размер светового окна и соответствующее направление светового потока ламп.

Конструкция светильников заливающего красного света СТ и ЛКС предусматривает возможность фиксированного регулирования размеров светового окна при помощи передвижных шторок; конструкция кабинного светильника СК дает возможность плавно регулировать световой поток с помощью вмонтированного в корпус светильника реостата.

Арматура АПН (фиг. 226) встраивается непосредственно в подсвечиваемый участок светопровода. Резиновые манжеты арматуры обеспечивают на-

правление светового потока от лампы накаливания в торец светопровода. Количество и размещение арматуры на светопроводах выбраны такими, чтобы обеспечить его достаточное и равномерное освещение. Аналогично АПН работает и арматура СЛЦН (фиг. 227), которая конструктивно подобна обычной светосигнальной арматуре СЛЦ-51, но в отличие от



Фиг. 226. Арматура типа АПН (арматура подсвета низкая):

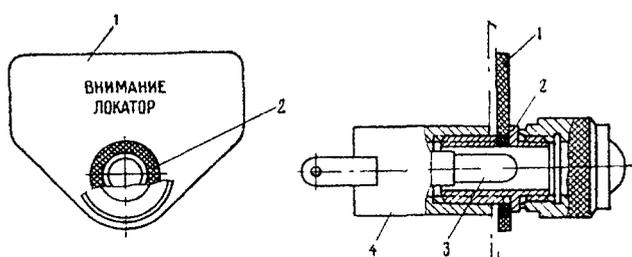
1 — резиновые манжеты; 2 — светопровод; 3 — винт крепления; 4 — электроконтакт; 5 — лампа накаливания

последней имеет вырез для высвечивания надписи при загорании лампы сигнализации.

Краткие технические данные светильников, кабинных ламп и плафонов красного цвета приведены в табл. 25.

Светопровод, предназначенный для освещения электрощитков, отдельных надписей и обозначений, представляет собой прозрачную пластину из органического стекла с отверстиями для коммутационной и светосигнальной арматуры.

Надписи выправированы на обратной стороне светопровода на глубине 0,5 мм и заполнены белой краской. Светопровод закрывается сверху дуралю-



Фиг. 227. Арматура СЛЦН с графаретом:

1 — светопровод; 2 — красный светофильтр; 3 — лампа накаливания; 4 — корпус сигнальной лампы

миновой накладкой с отбортовками по краям, что необходимо для защиты глаз летчиков от слепящего действия светового потока.

В накладке, против надписей на светопроводе, вырезаются окна. С внутренней стороны накладка окрашена белой краской (для большего внутреннего отражения), а снаружи — черной матовой.

Освещение надписей и знаков методом светопровода осуществляется следующим образом (фиг. 228): световой поток от лампы накаливания, расположенной в ламподержателе (в арматуре АПН),

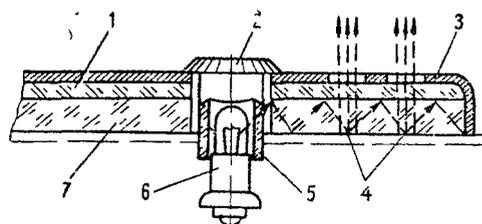
проходит через красный светофильтр, попадает в торец светопровода и, претерпевая многократные внутренние отражения в светопроводе, освещает нанесенные на нем знаки.

Таблица 25

| Тип (шифр) источника освещения | Технические параметры |                       |   |                 |   |                         | Вес в кг |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----------------|---|-------------------------|----------|
|                                | Напряжение питания в  | Тип применяемой лампы | Размер освещаемой площади мм <sup>2</sup> | Освещенность лк | Расстояние от освещаемой поверхности мм | Равномерность освещения |          |
| СВ                             | 17—18                 | СМ-37                 | —   | —               | —                                       | —                       | 0,022    |
| СВ-1                           | 17—18                 | СМ-37                 | —   | —               | —                                       | —                       | 0,025    |
| С-60                           | 17—18                 | СМ-37                 | —   | —               | —                                       | —                       | 0,035    |
| С-80                           | 17—18                 | СМ-37                 | —   | —               | —                                       | —                       | 0,035    |
| АГЛ                            | 17—18                 | СМ-37                 | —   | —               | —                                       | —                       | 0,017    |
| АГП                            | 17—18                 | СМ-37                 | —   | —               | —                                       | —                       | 0,022    |
| АПН                            | 17—18                 | СМ-37                 | —   | —               | —                                       | —                       | 0,014    |
| СМ                             | 17—18                 | СМК-37                | —   | —               | —                                       | —                       | 0,020    |
| С-2                            | 27±10%                | СМ-37                 | 800×800                                   | 1,72            | 500                                     | 1:3                     | 0,030    |
| С-1                            | 27±10%                | СМ-37                 | 500×500                                   | 2,14            | 300                                     | 1:3                     | 0,020    |
| СТ                             | 27±10%                | СМ-37                 | 800×800                                   | 1,72            | 500                                     | 1:3                     | 0,030    |
| ЛКС                            | 27±10%                | СМ-31                 | 200×200                                   | 5,3             | 200                                     | 1:3                     | 0,050    |
| СК                             | 27±10%                | СМ-30                 | 200×200                                   | 7               | 200                                     | 1:3                     | 0,200    |
| СЛШ                            | 27±10%                | СМК-29                | —   | —               | —                                       | —                       | 0,600    |
| СКВ                            | 27±10%                | СМ-29                 | —   | —               | —                                       | —                       | ,700     |
| ПС-45                          | 27±10%                | СМ-25                 | —   | —               | —                                       | —                       | 0,105    |

Примечания. 1. Лампы накаливания СМ-37, у которых стеклянный баллон покрыт красным лаком, носят шифр СМК-37.

2. В указанных светильниках и кабинных лампах конструктивно предусмотрена возможность быстрой замены применяемой лампы накаливания.



Фиг. 228. Освещение методом светопровода:

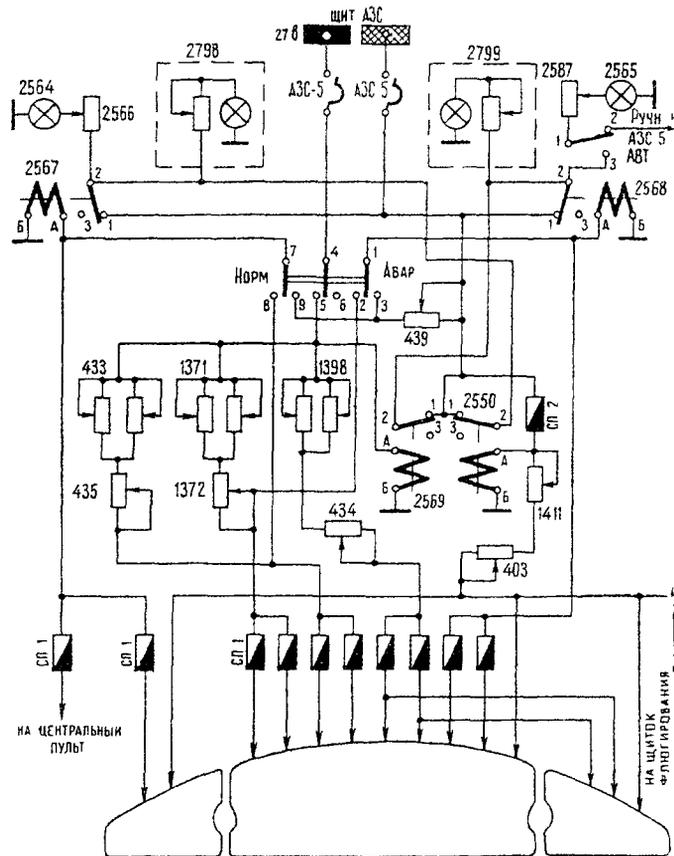
1 — предохранительная пластинка из оргстекла; 2 — арматура подсвета; 3 — металлическая накладка; 4 — гравированные знаки; 5 — светофильтр; 6 — лампа накаливания; 7 — светопровод

### Электрические схемы

Электрические схемы освещения красным светом кабины экипажа изображены на фиг. 229—231. Как видно из этих схем, светильники получают питание от нормальных шин, а часть светильников особо важных приборов питается как от нормальных, так и от аварийных шин. Из предыдущего известно, что аварийные шины на самолете при исправном состоянии электросети питаются от генераторов постоянного тока, а при неисправности электросети переключаются вручную или автоматически на пи-

Гашение от аккумуляторных батарей. Ниже приводится перечень приборов и электрощитков, освещаемых при аварийном режиме работы электросети;

- указатель и переключатель радиовысотомера;
- указатель авнагоризонта;

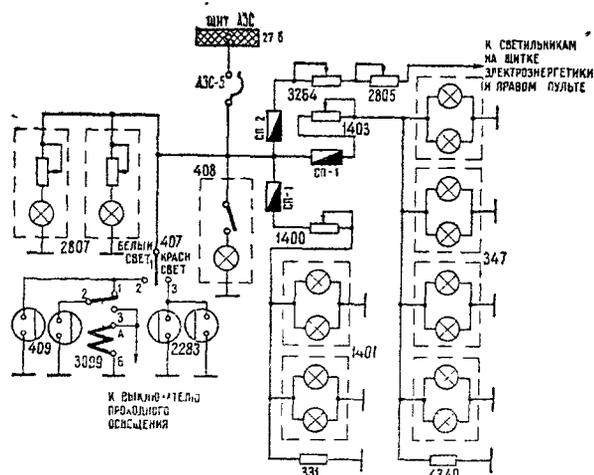


Фиг. 229. Электросхема освещения красным светом приборов на панелях приборной доски, центральном пульте и верхнем щитке:

403, 434, 435, 1372 — реостаты РСКС-50 на левой панели верхнего щитка, на правом пульте и два на левом пульте. 433, 439, 1371, 1398 — регулируемые сопротивления ПЭВР-25-220м-1; 1411 — регулируемое сопротивление ПЭВР-50-240м; 2550, 2567, 2568, 2569 — реле ТКЕ21ПДТ включения аварийного освещения в РК кабины экипажа; 2564, 2565, 2566, 2587 — светильники СЛШ и реостаты РИК-49 на каркасе верхнего щитка; 2798, 2799 — светильники СК на вертикальных панелях левого и правого пультов, «Норм — Авар» — переключатель ЗППНГ-15К (432) для подсвета приборов на левой панели приборной доски

- указатели поворота, скорости и радиокompасов;
- высотомер;
- вариометр;
- указатели: положения закрылков, створок маслорадиаторов, рычагов топлива;
- указатели: восстановления УВ-2, высоты и перепада давления в кабине, угла тангажа, оборотов двигателей, температуры выходящих газов;
- указатель и переключатель топливомера, указатели крутящего момента, указатели давления гидросмеси в гидросистеме и в тормозной системе;
- трехстрелочные моторные индикаторы, часы, комбинированный шилотажно-посадочный прибор, аварийный компас КИ-13;

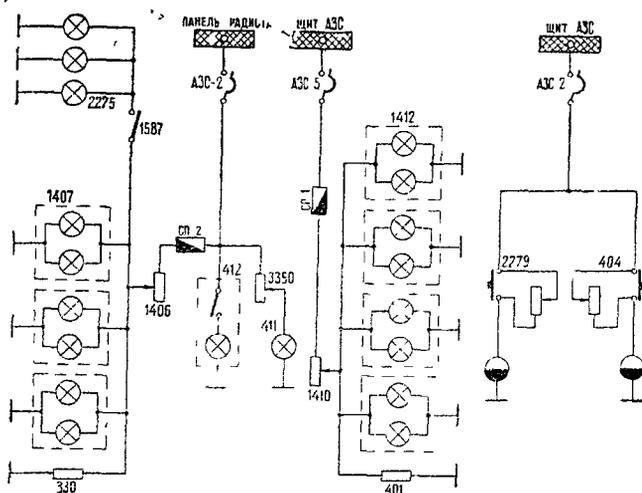
- надписи на приборной доске,
- электрощиток пожаротушения и флюгирования, верхний щиток летчиков.



Фиг. 230. Электросхема освещения красным светом кабины экипажа, левого пульта и верхнего щитка:

331, 4340 — нагрузочные сопротивления ПЭ-50-100ом и ПЭ-50-1000ом, 347 — четыре светильника СТ на верхнем щитке, 407 — переключатель ППНГ-15К плафонов, 408 — вытяжная кабинная лампа СКВ на шанпоуте № 5 у левого борта; 409, 2283 — плафоны ПС-45 с белым и красным светофильтрами, 1400, 1403 — реостаты РКО-45 регулирования яркости светильников на левом пульте и левой панели верхнего щитка, 1401 — два светильника СТ на левом пульте, 2805 — регулируемое сопротивление ТПЭВР-50-240м, 2807 — светильники СК на верхнем щитке; 3009 — реле ТКЕ21ПДТ включения проходного освещения; 3264 — реостат РСКС 50 на щитке энергетики

Для уменьшения нагрева ламподержателей и све-



Фиг. 231. Электросхема освещения красным светом щита АЗС, пультов и рабочего места радиста:

330, 401 — сопротивления ПЭ-50-100ом-II; 404, 2279 — лампы КЛСРК-45 на правом и левом пультах; 411, 3350 — лампа СМК-29 и реостат РИК-49 на рабочем месте радиста; 412 — вытяжная кабинная лампа на правом борту; 1406, 1407 — реостат РКО-45 и три светильника С-2 на этажерке радиста; 1410, 1412 — реостат РКО-45 и четыре светильника СТ на правом пульте, 1587, 2275 — выключатель ВГ-15К и три светильника ЛКС подсвета щита АЗС

то фильтров при работе ламп накаливания напряжение, подводимое к светильникам и арматурам подсвета светопроводов, снижено специально подобранными и указанными на схемах регулируемые сопротивлениями. Указанными на схемах реостатами регулируется яркость освещения (раздельно для каждой группы приборов).

Электрическая схема освещения красным светом выполнена так, чтобы обеспечить повышенную «надежность» освещения. Это достигается следующим:

— освещение приборов индивидуальными светильниками и щитков с помощью светопроводов имеет два режима работы: нормальный и аварийный. При нормальном режиме работы напряжение подается на все лампы светильников индивидуального освещения приборов и арматур подсвета светопроводов. При аварийном режиме нерегулируемое напряжение 16 в подводится только к перечисленным в перечне светильникам;

— электрическая схема освещения приборов на приборной доске выполнена таким образом, что обеспечивается питание ламп накаливания индивидуальных светильников (левых и правых ламп каждого светильника) по двум раздельным цепям, каждая из которых защищена предохранителем. Благодаря этому при неисправности освещения в какой-либо группе ламп индивидуальных светильников освещение приборов будет осуществляться другой группой ламп этих же светильников, т. е. каждый прибор в этом случае будет освещаться только одной из двух ламп светильника. Яркость освещения приборов при этом необходимо увеличивать с помощью соответствующего реостата;

— в схему введены реле, которые срабатывают при обесточивании основной шины постоянного тока или при сгорании предохранителя цепи освещения светопроводов наиболее ответственных электрощитков, обеспечивая тем самым автоматическое включение двух кабинных ламп СЛШ и двух кабинных ламп типа СК аварийного освещения приборной доски заливающим красным светом.

### Реостаты РСКС-50, РИК-49 и РКО-45

Реостаты РСКС-50, РИК-49 и РКО-45 предназначены для применения в сетях постоянного тока напряжением до 30 в и используются на самолете для регулировки яркости ламп подсвета.

Реостаты снабжены ручками для перемещения ползунка по намотанному на каркасе сопротивлению. Снаружи каркас с сопротивлением и ползунки закрыты корпусом, в котором имеются вентиляционные отверстия.

Таблица 26

| Реостат | Вес кг  | Полное сопротивление Ом | Величина регулируемой мощности Вт | Ток а |
|---------|---------|-------------------------|-----------------------------------|-------|
| РСКС-50 | ≤ 0,225 | ≥ 22                    | ≤ 18                              | ≤ 2,1 |
| РИК-49  | ≤ 0,225 | 175—205                 | ≤ 5                               | —     |
| РКО-45  | ≤ 0,225 | 95—120                  | ≤ 50                              | —     |

После введения полного сопротивления реостатов при крайнем положении ручки происходит отключение цепи.

Технические данные реостатов приведены в табл. 26.

### ОСВЕЩЕНИЕ ПАССАЖИРСКОГО САЛОНА

Освещение пассажирского салона разделяется на общее, дежурное и проходное.

#### Общее освещение

Общее освещение пассажирского салона осуществляется люминесцентными лампами тепло-белого света типа ЛТБ-15. Лампы вмонтированы в вентиляционные короба на потолке салона и закрыты снаружи пластинами из органического стекла молочного цвета (фиг. 232).

Лампы зафиксированы в специальных патронах, которые обеспечивают нормальное свечение ламп в условиях вибраций.

Схема включения ламп показана на фиг. 233. Включение ламп разбито на четыре группы и проводится с электрощитка бортипроводника. Помимо общей защиты предохранителем СП-20, каждая группа ламп имеет индивидуальную защиту предохранителем СП-5.

Зажигание каждой лампы осуществляется с помощью конденсатора и дросселя, установленных на потолке салона в непосредственной близости от соответствующей лампы. Общий вид дросселя и его технические данные приведены на фиг. 232.

#### Дежурное освещение

Дежурное освещение предназначено для освещения пассажирского салона при неработающем общем освещении (при отсутствии напряжения переменного тока, которым питается общее освещение, например, при посадке и высадке пассажиров).

Это освещение осуществляется лампами накаливания СМ-15, которые установлены в вентиляционных коробах на потолке салона рядом с лампами общего освещения (см. фиг. 232). Каждой лампе общего освещения соответствует одна лампа СМ-15 дежурного освещения.

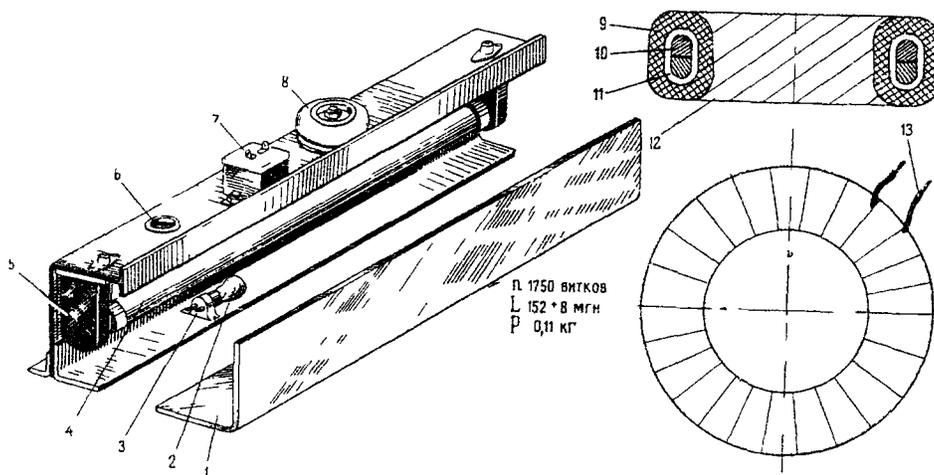
Включается дежурное освещение с электрощитка бортипроводника (см. фиг. 17). Схема дежурного освещения приведена на фиг. 234.

Как видно из схемы, дежурное освещение включено в схему проходного освещения, при включении которого срабатывает реле 1377 и загораются каждые четвертые лампы по ходу салона.

Дежурное освещение салона можно также использовать в полете как аварийное, так как оно подключено к аварийной сети самолета.

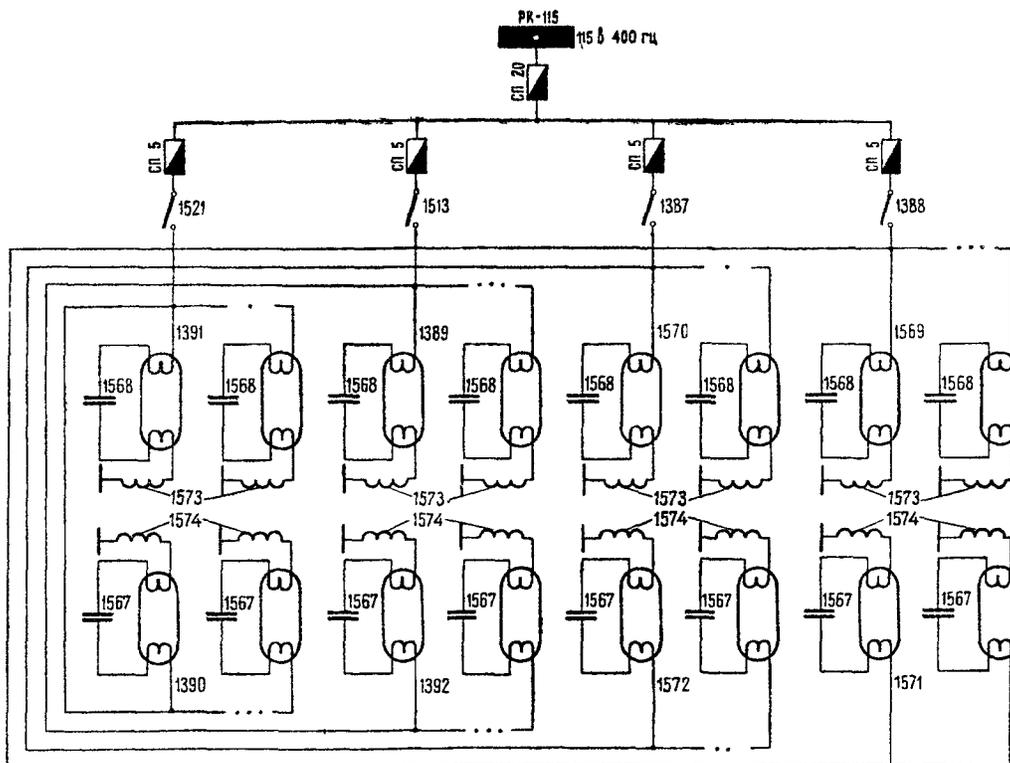
#### Проходное освещение

Проходное освещение (фиг. 235) предназначено для того, чтобы осветить проход в пассажирский салон и кабину экипажа самолета без предварительного включения бортовой сети, которое осуществляется из кабины экипажа. Для этого проходное освещение питается либо непосредственно от



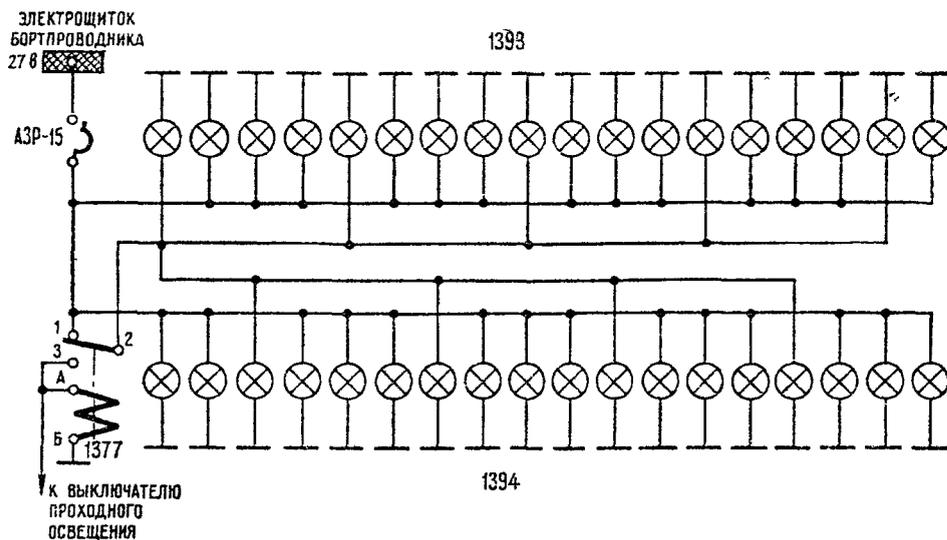
Фиг 232 Лампа дневного света ЛТБ-15 и устройство дросселя:

1 — пластина из органического стекла, 2 — лампа СМ-15 дежурного освещения, 3, 5 — патроны ламп СМ-15 и ЛТБ-15, 4 — лампа ЛТБ 15, 6 — пистон, 7 — конденсатор МБГЧ 1 2А-250-1 II, 8 — дроссель, 9 — обмоточный провод, ГОСТ 6324—52 (длина 65 м сечение провода без изоляции 0,31 мм<sup>2</sup>), 10 — кольцо, ГОСТ 8763—58 ТУ 60П-44-0,5, 11 — лакоткань ЛКСС, 12 — батиговая лента, 13 — вывод проводом МГШВТ,  $n$  — число витков,  $L$  — индуктивность,  $P$  — вес



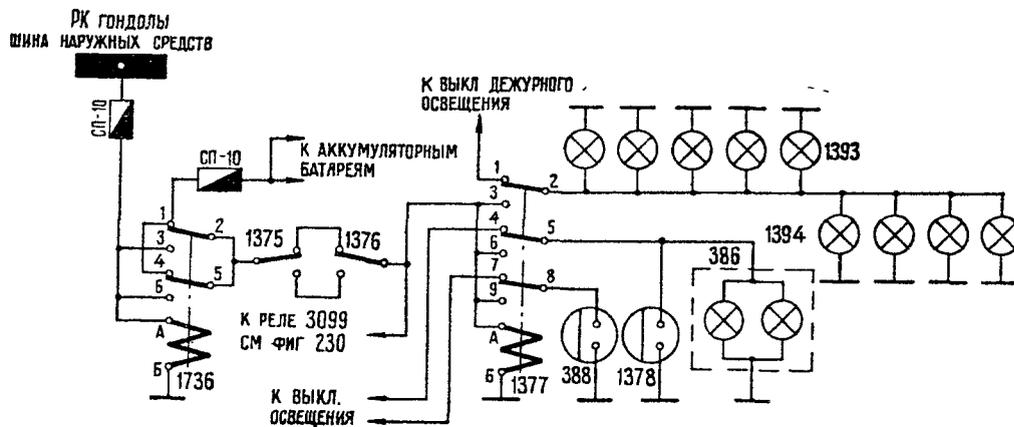
Фиг 233 Электросхема основного освещения пассажирского салона лампами ЛТБ-15:

1387, 1388, 1513, 1521 — выключатели В-200 второй, первой, третьей и четвертой группы основного освещения, 1389, 1392 — лампы третьей группы (по четыре на правом и левом бортах), 1390, 1391 — лампы четвертой группы (по четыре на левом и правом бортах); 1567, 1568 — конденсаторы МБГЧ-1 2А-250-1 ±10% (по восемнадцать на левом и правом бортах), 1569, 1571 — лампы первой группы (по пять на правом и левом бортах), 1570, 1572 — лампы второй группы (по пять на правом и левом бортах), 1573, 1574 — дроссели на правом и левом бортах



Фиг. 234. Электросхема дежурного освещения:

1377 — реле ТКЕ53ПД включения проходного освещения; 1393, 1394 — лампы СМ-15 дежурного освещения (по восемнадцать на правом и левом бортах)



Фиг. 235. Электросхема проходного освещения:

386 — плафон освещения верхней ступени лестницы; 388, 1378 — плафоны ПС-45 на потолке багажного отделения (между шпангоутами № 10—11) и над входом в пассажирский салон (между шпангоутами № 31—32); 1375, 1376 — переключатели ППГ-15К проходного освещения на шпангоутах № 31 и 7; 1377 — реле ТКЕ52ПД включения проходного освещения; 1393, 1394 — лампы СМ-15 дежурного освещения пассажирского салона; 1736 — реле ТКЕ52ПД питания схемы проходного освещения

аккумуляторных батарей, либо от шины наружных средств аэродромного обслуживания, которая оказывается под напряжением, как только к самолету подсоединяется разъем аэродромного питания по постоянному току от работающего наземного электроагрегата.

Первый переключатель проходного освещения установлен у входной двери самолета (у шпангоута № 31), второй — в кабине экипажа (на шпангоуте № 7).

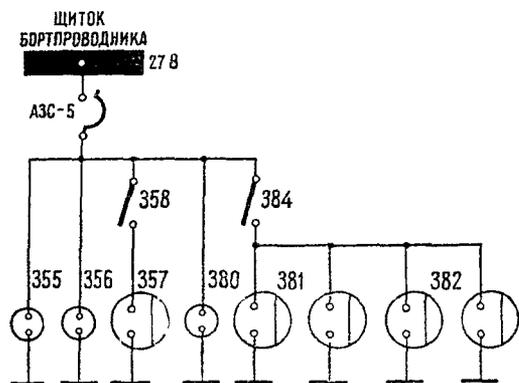
При включении проходного освещения загораются следующие светильники:

- плафон ПС-45 в кабине экипажа (см. фиг. 230);
- лампа освещения верхней ступени лестницы у входа в пассажирский салон;
- плафон над входом в пассажирский салон (между шпангоутами № 31—32);
- часть ламп дежурного освещения пассажирского салона по его ходу;
- плафон на потолке переднего багажного отсека (между шпангоутами № 10—11).

### ОСВЕЩЕНИЕ БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОТСЕКОВ

#### Освещение и розетки в гардеробе, багажном отсеке и в отсеке между шпангоутами № 40—42

Освещение отсека между шпангоутами № 34—42 (фиг. 236) осуществляется двумя плафонами ПС-45 на шпангоутах № 34—37, двумя плафонами П-39 на шпангоутах № 38—39 и плафоном П-39 на шпангоуте № 42.



Фиг. 236 Электросхема освещения отсека между шпангоутами № 34—42:

355, 356, 380 — розетки 47К на шпангоутах № 40 (две) и № 34 (или № 36); 357, 358 — плафон П-39 на шпангоуте № 42 и выключатель ВГ-15К на шпангоуте № 40; 381 — плафоны ПС-45 между шпангоутами № 34—37; 382 — плафоны П-39 между шпангоутами № 38—39; 384 — выключатель ВГ-15К плафонов на панели сигнализации вызова борТПРОВОДНИКА

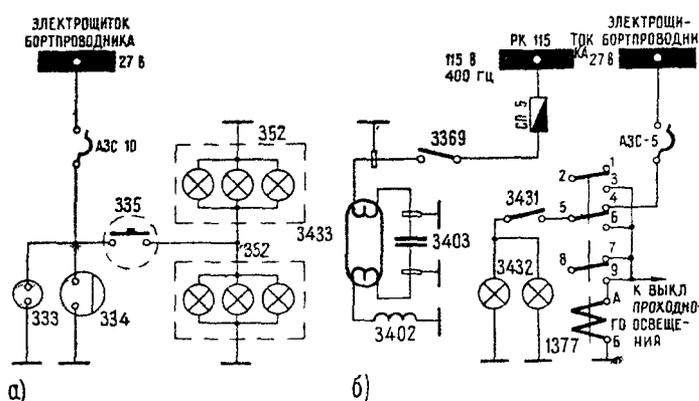
Выключатель плафона на шпангоуте № 42 размещен на шпангоуте № 40, а выключатель всех остальных плафонов — на панели сигнализации вызова борТПРОВОДНИКА (см. фиг. 207).

Розетки 47К постоянного тока установлены: две — на шпангоуте № 40 и одна — на правом борту на

шпангоуте № 34 (или на левом борту на шпангоуте № 36). Все перечисленные плафоны и розетки питаются через АЗС-5 с электрощитка борТПРОВОДНИКА.

#### Освещение туалета, отсека между шпангоутами № 31—34 и дополнительного буфета между шпангоутами № 29—31

Освещение в туалете осуществляется плафоном ПС-45, установленным на шпангоуте № 32, а также двумя специальными трехламповыми плафонами с лампами накаливания СМ-30 в каждом плафоне, которые установлены по обе стороны зеркала. Эти плафоны включаются кнопкой на шпангоуте № 32. Включение питания плафонов производится с электрощитка борТПРОВОДНИКА автоматом защиты сети АЗС-10.



Фиг. 237. Электросхема освещения туалета:

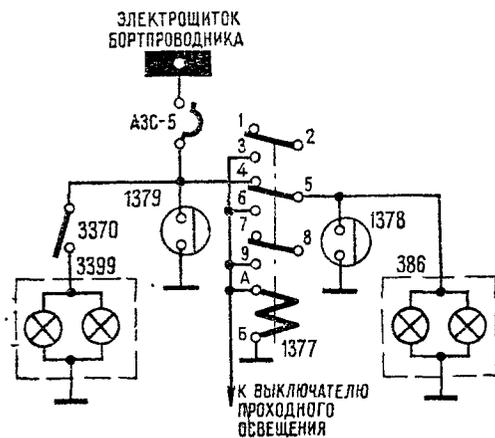
333 — розетка 47К; 334 — плафон ПС-45; 335 — кнопка Н-9; 352 — два трехламповых плафона у зеркала; 1377 — реле ТКЕ53ПД включения проходного освещения; 3369, 3433 — выключатель В-200 на электрощитке борТПРОВОДНИКА и лампа ЛТБ-15 освещения в туалете; 3402, 3403 — дроссель и конденсатор МБГЧ-1-2А-250-1-П; 3431, 3432 — выключатель ВГ-15К и лампы СМ-15 дежурного освещения в туалете

В туалете на шпангоуте № 32 установлена розетка 47К постоянного тока для подсоединения шнура пылесоса, промывочного пистолета или переносной лампы.

Электрическая схема освещения туалета и подключения розетки показана на фиг. 237, а. На некоторых сериях самолетов в туалете установлена лампа дневного света и отсутствует розетка 47К постоянного тока (см. фиг. 237, б). При включении проходного или дежурного освещения загораются только лампы 3432 (СМ-15) дежурного освещения. Выключатель 3431 («Деж. туалет») находится на панели сигнализации вызова борТПРОВОДНИКА (см. фиг. 207), а выключатель 3369 («Туалет») лампы дневного освещения — на электрощитке борТПРОВОДНИКА (см. фиг. 17).

Освещение отсека между шпангоутами № 31—34 (фиг. 238) осуществляется двумя плафонами ПС-45, один из которых установлен на шпангоуте № 31, а второй — на шпангоуте № 34; специальным двухламповым плафоном для освещения буфета (шпангоут № 32), а также специальным двухламповым плафоном для освещения верхней ступени

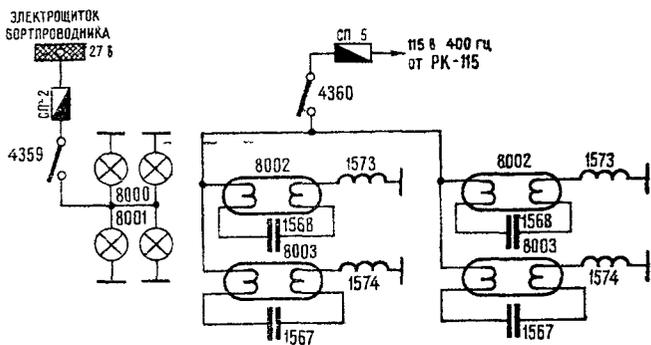
входной лестницы (шпангоут № 31). Включаются эти плафоны автоматом защиты АЗС-5 с электрощитка бортпроводника.



Фиг. 238. Электросхема освещения отсека между шпангоутами № 31—34:

386 — плафон для освещения верхней ступени лестницы; 1377 — реле ТКЕ53ПД включения проходного освещения; 1378, 1379 — плафоны ПС-45 на шпангоутах № 31 и 34; 3370, 3399 — выключатель ВГ-15К на панели сигнализации вызова бортпроводника и плафон освещения буфета

Плафон освещения верхней ступени входной лестницы и один из плафонов ПС-45 загораются при включении проходного освещения. Выключатель 3370 освещения буфета находится на панели сигнализации вызова бортпроводника.



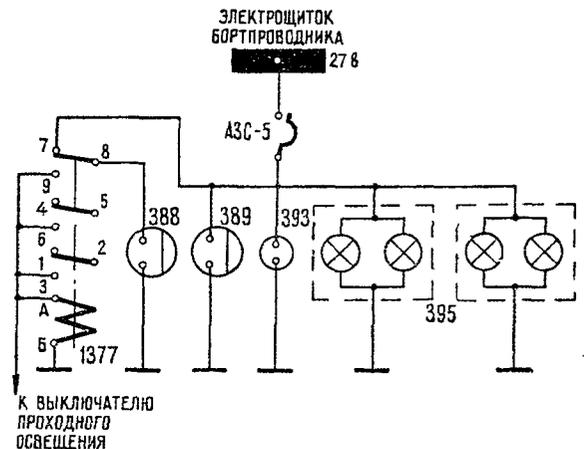
Фиг. 239. Электросхема освещения дополнительного буфета между шпангоутами № 29—31:

1567, 1568, 1573, 1574 — конденсаторы МБГЧ-2-250-1-II и дроссели; 4359, 4360 — выключатели ВГ-15К дежурного и В-200 общего освещения на панели сигнализации вызова бортпроводника; 8000, 8001 — лампы СМ-15 дежурного освещения (по две на правом и левом бортах), 8002, 8003 — лампы ЛТБ-15 дневного света (по две на правом и левом бортах)

Общее освещение дополнительных буфетов (переднего левого и переднего правого) между шпангоутами № 29—31 производится лампами дневного света (фиг. 239), дежурное освещение — лампами СМ-15. Включение освещения производится с панели сигнализации вызова бортпроводника (см. фиг. 207).

## Освещение отсека между шпангоутами № 7—11

Освещение отсека между шпангоутами № 7—11 (фиг. 240) осуществляется двумя плафонами ПС-45, установленными на потолке на шпангоутах № 8 и 10, а также двумя специальными плафонами на стенке шпангоута № 7 по левому борту с двумя лампами накаливания в каждом. Включение плафонов производится автоматом защиты АЗС-5 с электрощитка бортпроводника.



Фиг. 240. Электросхема освещения отсека между шпангоутами № 7—11:

388, 389 — плафоны ПС-45 на шпангоутах № 8 и 10, 393 — розетка 47К на шпангоуте № 7; 395 — специальные плафоны на стенке багажного отсека; 1377 — реле ТКЕ53ПД включения проходного освещения

При включении проходного освещения загорается один из плафонов ПС-45 на потолке отсека.

На шпангоуте № 7 установлена розетка 47К постоянного тока.

## Освещение отсеков носовой части фюзеляжа

Освещение отсеков носовой части фюзеляжа осуществляется следующим образом:

- в переднем отсеке на шпангоуте № 1 установлена розетка 47К постоянного тока для подключения шнура переносной лампы;

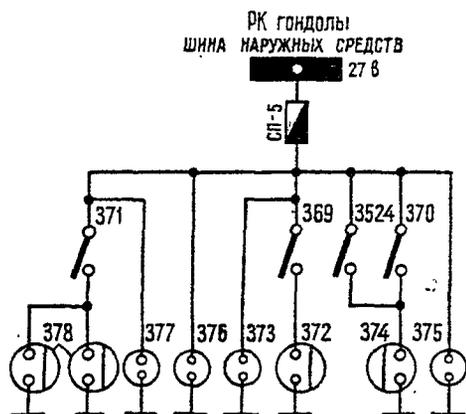
- в отсеке передней ноги установлен плафон ПСМ-51, включаемый расположенным там же выключателем, и розетка 47К постоянного тока для подключения шнура переносной лампы;

- в правом отсеке между шпангоутами № 2—4 установлены два плафона ПСМ-51, включаемые расположенным там же выключателем, и розетка 47К постоянного тока для подключения шнура переносной лампы;

- в левом отсеке между шпангоутами № 2—4 установлен плафон ПСМ-51, включаемый расположенным там же выключателем, и розетка 47К постоянного тока для подключения шнура переносной лампы.

Все перечисленное освещение питается от шины наружных средств аэродромного обслуживания через предохранитель СП-5 в РК гондолы. Таким образом, для освещения отсеков носовой части фюзеляжа нет необходимости включать всю бортсеть

самолета, достаточно лишь подключить аэродромный источник питания по постоянному току.



Фиг. 241. Электросхема освещения отсеков в носовой части фюзеляжа:

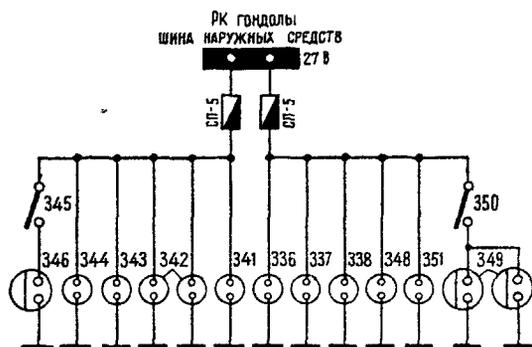
369, 372, 373 — выключатель ВГ-15К, плафон ПСМ-51 и розетка 47К в левом отсеке; 371, 377, 378 — выключатель ВГ-15К, розетка 47К и два плафона ПСМ-51 в правом отсеке; 370, 3524 — выключатели освещения ВГ-15К в отсеке передней ноги и на правом пульте; 374, 375 — плафон ПСМ-51 и розетка 47К в отсеках передней ноги; 376 — розетка 47К на шпангоуте № 1

На некоторых сериях самолета на шпангоуте № 1 установлена розетка 48К переменного тока 115 в 400 гц.

Схема освещения отсеков в носовой части фюзеляжа приведена на фиг. 241.

#### Освещение в гондолах и розетки в крыле

Для освещения левой гондолы на ее среднем силовом шпангоуте установлен плафон ПСМ-51,



Фиг. 242. Электросхема освещения в гондолах и подключения розеток в крыле:

336, 348, 351 — розетки 47К в правой гондоле; 337, 338 — розетки 47К на правом полукрыле между нервюрами № 9—9а и № 15—16; 341, 342 — розетки 47К в левой гондоле; 343, 344 — розетки 47К на левом полукрыле между нервюрами № 9—9а и № 15—16; 345, 346 — выключатель ВГ-15К и плафон ПСМ-51 освещения левого двигателя на среднем силовом шпангоуте гондолы; 349, 350 — плафоны ПСМ-51 освещения правого двигателя и турбогенератора и выключатель ВГ-15К на среднем силовом шпангоуте

включаемый установленным там же выключателем.

Для освещения правой гондолы (в том числе и отсека турбогенератора) в ней укреплены два плафона ПСМ-51, включаемые выключателем, установленным на среднем силовом шпангоуте гондолы.

Для подключения шнура переносной лампы установлены розетки 47К постоянного тока: по три — в гондолах двигателей и по две — на каждом полукрыле.

Питаются плафоны и розетки от шины наружных средств аэродромного обслуживания через предохранители СП-5 в РК гондолы.

Электросхема освещения в гондолах и подключения розеток в крыле приведена на фиг. 242.

#### Основные данные применяемых плафонов

Основные данные плафонов ПС-45, ПСМ-51 и П-39 и их светораспределение приведены в табл. 27 и 28.

Таблица 27

Основные данные плафонов

| Шифр   | Основные характеристики [ламп накаливания] |               |               | Стекло                        | Вес <sup>2</sup> |
|--------|--|---------------|---------------|-------------------------------|------------------|
|        | Тип  | Напряж- ние в | Мощ- ность вт |                               |                  |
| ПС-45  | СМ-25 (патрон 1Ш-15)                       | 28            | 20            | —                             | 90               |
| ПСМ-51 | СМ-24 (патрон 1Ш-15)                       | 28            | 20            | Бесцветное, прозрачное        | 112              |
| П-39   | СМ-15                                      | 26            | 10            | Гранулированное, матовый опал | 135              |

Таблица 28

Светораспределение плафонов

| Угол с осью светильника град | Сила света, св |        |      |
|------------------------------|----------------|--------|------|
|                              | ПС-45          | ПСМ-51 | П-39 |
| 0                            | 115            | 16     | 9,1  |
| 10                           | 100            | 18     | 9,0  |
| 20                           | 68             | 21     | 8,7  |
| 30                           | 45             | 22     | 8,1  |
| 40                           | 28             | 22     | 7,4  |
| 50                           | 19             | 22     | 6,0  |
| 60                           | 12             | 22     | 5,0  |
| 70                           | 7              | 21     | 3,5  |

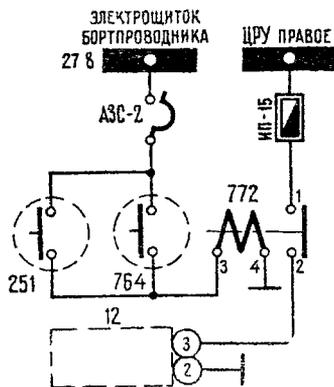
## 56. ЭЛЕКТРОБЫТОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### НАСОС ЭЦН-104

Насос ЭЦН-104 предназначен для подачи под давлением промывочной жидкости из специального бака в унитаз туалета. Схема управления насосом показана на фиг. 243.

Силовая цепь насоса включается контактором 772 (КМ-50ДВ), который установлен в правом ЦРУ.

Обмотка контактора управляется или кнопкой 764 (205К) при нажатии педали унитаза ногой, или нажатием на кнопку 251, установленную в туалете. Насос установлен на правом борту между шпангоутами № 31—32.



Фиг. 243. Электросхема управления насосом ЭЦН-104:

12 — центробежный насос ЭЦН-104; 251, 764 — кнопки 5К и 204К включения насоса в туалете и на шпангоуте № 34, 772 — контактор КМ-50ДВ включения насоса

Питание электродвигателя насоса производится от правого ЦРУ через предохранитель ИП-15, а цепи управления насосом — от электрощитка борТПРОВОДНИКА через автомат защиты АЗС-2.

Насос ЭЦН-104 приводится во вращение электродвигателем Д-100, который представляет собой четырехполюсный серийный электродвигатель постоянного тока.

#### Основные данные

|   |                  |
|---|------------------|
| Напряжение питания по постоянно-му току | 27 в ± 10%       |
| Потребляемый ток                        | не более 14,5 а  |
| Мощность                                | 370 вт           |
| Производительность                      | 1000 л/час       |
| Вес                                     | не более 3,85 кг |

#### УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОКИПЯТИЛЬНИК УЭК-2

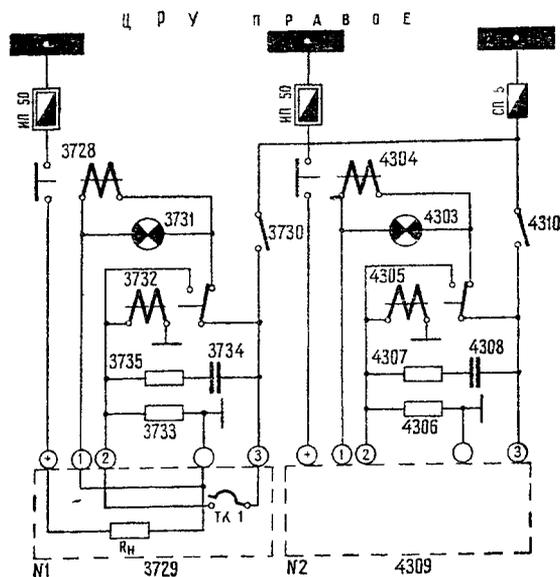
Самолеты Ан-24 могут выпускаться с двумя дополнительными буфетами (передний левый и передний правый). В этом варианте в правом дополнительном буфете (между шпангоутами № 29—31) устанавливаются два электрокипяtilьника.

Универсальный электрокипяtilьник УЭК-2 используется для кипячения жидкости, заварки кофе, сохранения жидкости в горячем состоянии и хранения жидких пищевых продуктов в охлажденном состоянии.

#### Основные данные

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Номинальное напряжение питания | 27 в          |
| Потребляемая мощность          | 1300 вт ± 10% |
| Общий объем                    | 9,5 л         |
| Объем кипяtilьника             | 7,8 л         |
| Объем термоса для сухого льда  | 7,5 л         |
| Объем кофеварки                | 5,5 л         |
| Минимально допустимые объемы:  |               |
| для кипячения воды             | 1,5 л         |
| для приготовления кофе         | 3 л           |
| Время закипания жидкости       | 35—40 мин     |

Схема включения электрокипяtilьников приведена на фиг. 244. Электрокипяtilьники УЭК-2 № 1 и 2 включены на шину правого ЦРУ через пре-



Фиг. 244. Электросхема включения электрокипяtilьников УЭК-2 № 1 и 2:

3728, 4304 — контакторы КМ-50ДВ включения электрокипяtilьников; 3729, 4309 — электрокипяtilьники УЭК-2 № 1 и 2, 3730, 4310 — выключатели ВГ-15К электрокипяtilьников; 3731, 4303 — лампы СЛМ-61 сигнализации включения электрокипяtilьников, 3732, 4305 — реле ТКЕ2ПДТ выключения электрокипяtilьников; 3733, 4306 — сопротивления МЛТ2 620ом, 3734, 4308 — конденсаторы БМ2-200 0,03; 3735, 4307 — сопротивления МЛТ2-100ом

дoхранители ИП-50, цепи управления — через предохранитель СП-5. Выключатели электропитания и лампы сигнализации включены на панели включения электрокипяtilьников, установленной на правом борту между шпангоутами № 30—31. При закипании жидкости в электрокипяtilьнике срабатывает предохранительный термоконтакт ТК-1, замыкающий цепь реле выключения электрокипяtilьника. Контактными этого реле разрывается цепь питания контактора, в результате чего автоматически прекращается питание нагревательного элемента в электрокипяtilьнике и выключается сигнальная лампа.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА САМОЛЕТЕ

| Тип   | Напряже-<br>ние<br><i>в</i> | Мощ-<br>ность<br><i>вт</i> | Световой<br>поток<br><i>лм</i> | Сила<br>света<br><i>св</i> | Тип<br>цоколя | Диаметр<br>баллона<br><i>мм</i> | Полная<br>длина<br><i>мм</i> | Арматура, в которой установ-<br>лена лампа                     |
|---|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------|---------------------------------|------------------------------|--|
| СМ-15   | 26                          | 10                         | 80                             | —                          | 2Ш-15         | 20                              | 37                           | П-39, лампы дежурного освеще-<br>ния пассажирского салона      |
| СМ-24   | 28                          | 20                         | 264                            | —                          | 1Ш-15         | 26                              | 51                           |  |
| СМ-25   | 28                          | 20                         | 200                            | —                          | 1Ш-15         | 26                              | 51                           | ХС-57  |
| СМ-28-5 (вибропроч-<br>ный вариант лампы<br>СМ-29)  | 28                          | 5                          | 34                             | —                          | 2Ш-15         | 15                              | 36                           | ПСМ-51   |
| СМ-28-10 (вибропроч-<br>ный вариант лампы<br>СМ-15) | 28                          | 10                         | 68                             | —                          | 2Ш-15         | 20                              | 37                           | ПС-45  |
| СМ-28-24  | 28                          | 24                         | —                              | —                          | 2ФД30-1       | —                               | —                            | ВЛС-45   |
| СМ-28-60  | 28                          | 60                         | —                              | —                          | —             | —                               | —                            | П-39, лампы дежурного ос-<br>вещения пассажирского салона      |
| СМ-28-70  | 28                          | 70                         | —                              | 1 700                      | 2ФШ-20        | 33                              | 70                           | Хвостовой огонь (с самолета,<br>серии 20-01)                   |
| СМ-29   | 28                          | 5                          | 38                             | —                          | 2Ш-15         | 15                              | 36                           | ОСС-61   |
| СМ-30   | 28                          | 4,8                        | 40                             | —                          | 1Ш-9          | 11                              | 30                           | БАНО-57  |
| СМ-31   | 28                          | 2,8                        | 18                             | —                          | 1Ш-9          | 11                              | 30                           | ВЛС-45   |
| СМ-37   | 28                          | 1,4                        | 8                              | —                          | 1-ЦБ          | 5,5                             | 17,2                         | СК, СЛЦ-51, СЛЦН, ЛК-56,<br>специальные плафоны освеще-<br>ния |
| СМ-39   | 28                          | —                          | —                              | —                          | —             | —                               | —                            | ЛКС, СЛЦ-51  |
| СМФ-3   | 28                          | 600                        | —                              | 400 000                    | —             | 204                             | 100                          | СТ, С-1, С-2, АПН, СВ,<br>СВ-1, АГЛ, АГП                       |
| ПЖ-25   | 24                          | 220                        | —                              | 200 000                    | 1Ф-С34        | 61                              | 110                          | СЛМ  |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ РЕЛЕ И КОНТАКТОРОВ

Для обозначения типов реле и контакторов приняты буквенно-цифровой код, определяющий их основные конструктивно-технические данные.

На первом месте стоит буква, условно обозначающая номинальное напряжение в цепи обмотки управления аппаратом:

- М — менее 1 в;
- Ш — 6 в (шесть);
- П — 15 в (пятнадцать);
- Т — 27 в (тридцать);

- С — 115 в (сто);
- Д — 200 в (двести).

На втором месте стоит буква, обозначающая назначение аппарата:

- К — контактор или коммутационное реле;
- Т — токовое реле;
- Д — детекторное реле;
- Н — реле напряжения;
- В — реле времени;
- П — реле или контактор с питанием цепи управления переменным током.

На третьем и четвертом местах стоят буквы и цифры, обозначающие величину номинального тока (при индуктивной нагрузке) в цепи контактов. Буква обозначает разряд:

- Е — единицы;
- Д — десятки;
- С — сотни;
- Т — тысячи.

Цифра указывает количество единиц данного разряда. Если ток в цепи контактов менее 1 а, то на третьем месте стоит буква «Н» (ноль целых), а цифра обозначает ток в десятых долях ампера. Например:

Н5 — 0,5 а; Е1 — 1 а; Д — 25 а; С4 — 400 а; Т1 — 1000 а.

На пятом и шестом местах стоят две цифры или цифра и буква «П», обозначающие количество и вид контактов аппарата. Цифра, стоящая на пятом месте, обозначает количество независимых нормально-закрытых (НЗ) контактов. Отсутствие данных контактов обозначается цифрой «0». Цифра, стоящая на шестом месте, обозначает количество независимых нормально-открытых (НО) контактов. Отсутствие данных контактов обозначается цифрой «0». Цифра, стоящая на пятом месте, и буква «П», стоящая на шестом месте, обозначают количество переключающих контактов. Ниже показаны примерные обозначения контактов.

| Сочетание контактов   | Обозначение контактов |                |         |
|---|-----------------------|----------------|---------|
|   | По схеме аппарата     |                | По коду |
|   | одинарный разрыв      | двойной разрыв |         |
| Один нормально-закрытый (НЗ) контакт  |                       |                | 10'     |
| Один нормально-открытый (НО) контакт  |                       |                | 01      |
| Один переключающий контакт  |                       |                | 1П      |
| Один независимый нормально-закрытый (НЗ) и один независимый нормально-открытый (НО) контакт |                       |                | 11      |

На седьмом месте стоит буква, обозначающая режим работы данного аппарата:

- Д — длительный;
- К — кратковременный;
- И — импульсный.

Примечание Буква «А», стоящая на седьмом месте, на тех типах аппаратов, где она есть, обозначает кратковременный режим работы обмотки в течение 8 мин.

На восьмом месте стоит цифра, условно обозначающая максимально допустимую (длительно) температуру окружающей среды:

- 0 — до 60° С;
- 1 — до 100° С;
- 2 — до 200° С;
- 3 — до 300° С;
- 4 — до 400° С.

На девятом и десятом местах могут стоять буквы, условно обозначающие разновидность данного аппарата по конструктивному выполнению и особенностям использования, например:

- Г — герметизированный;
- У — особо ударопрочный и т. д.

### Примеры обозначений

1. ТКЕ52ПД — реле с номинальным напряжением в цепи обмотки управления 27 в, коммутационное, номинальный ток (при индуктивной нагрузке) в цепи контактов 5 а, два переключающих контакта, длительный режим работы.
2. ТДЕ210 — реле с номинальным напряжением в цепи обмотки управления 27 в, детекторное, номинальный ток (при индуктивной нагрузке) в цепи контактов 2 а, один нормально-закрытый контакт.
3. ТКД103ДА — контактор с номинальным напряжением в цепи обмотки управления 27 в, номинальный ток в цепи контактов 10 а, три нормально-открытых контакта, длительный режим работы.
4. ТПЕ21ПДА — реле с номинальным напряжением в цепи обмотки управления 27 в, управление питается переменным током (через выпрямители, встроенные в реле), номинальный ток в цепи контактов 2 а, один переключающий контакт, длительный режим работы.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЕЛЕ И КОНТАКТОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА САМОЛЕТЕ

| Тип      | Данные в цепи управления        |                                  |                                |                                      | Данные в контактной цепи |                                   |                                       | Ток в цепи вспомогательного вывода <i>a</i> | Вес <i>кг</i> |
|----------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---------------|
|          | Номинальное напряжение <i>b</i> | Напряжение срабатывания <i>b</i> | Напряжение отключения <i>b</i> | Ток во включенном состоянии <i>a</i> | Номинальный ток <i>a</i> | Ток перегрузки за 45 сек <i>a</i> | Максимальный разрываемый ток <i>a</i> |   |               |
| КМ-50Д   | 24—30                           | Не более 20                      | Не более 5                     | 0,5                                  | 50                       | 100                               | 400                                   | —   | 0,2           |
| КМ-100Д  | 24—30                           | Не более 20                      | Не более 5                     | 0,45                                 | 100                      | 200                               | 800                                   | 5   | 0,32          |
| КМ-200Д  | 24—30                           | Не более 20                      | Не более 5                     | 0,5                                  | 200                      | 400                               | 1600                                  | 5   | 0,5           |
| КМ-400Д  | 24—30                           | Не более 20                      | Не более 5                     | 0,6                                  | 400                      | 800                               | 3200                                  | 5   | 1,0           |
| КМ-600Д  | 24—30                           | Не более 20                      | Не более 5                     | 0,65                                 | 600                      | 1200                              | 4800                                  | 5   | 1,65          |
| КМ-50    | 18—30                           | Не более 14                      | Не более 3                     | 1,0                                  | 50                       | 150                               | 400                                   | —   | 0,19          |
| КМ-100   | 18—30                           | Не более 14                      | Не более 3                     | 2,5                                  | 100                      | 300                               | 800                                   | 5   | 0,3           |
| КМ-200   | 18—30                           | Не более 14                      | Не более 3                     | 3                                    | 200                      | 600                               | 1600                                  | 5   | 0,48          |
| КМ-400   | 18—30                           | Не более 14                      | Не более 3                     | 4                                    | 400                      | 1000                              | 3200                                  | 5   | 0,85          |
| КМ-600   | 18—30                           | Не более 14                      | Не более 3                     | 5                                    | 600                      | 1200                              | 4800                                  | 5   | 1,15          |
| КП-50Д   | 24—30                           | Не более 20                      | Не более 5                     | 0,4                                  | 50                       | 100                               | 400                                   | —   | 0,35          |
| КП-100Д  | 24—30                           | Не более 20                      | Не более 5                     | 0,5                                  | 100                      | 200                               | 800                                   | —   | 0,5           |
| КП-200Д  | 24—30                           | Не более 20                      | Не более 5                     | 0,4                                  | 200                      | 400                               | 1000                                  | —   | 0,85          |
| КП-400Д  | 24—30                           | Не более 20                      | Не более 5                     | 0,6                                  | 400                      | 800                               | 2000                                  | —   | 1,4           |
| ТКД103ДА | 24—30                           | 18                               | 5                              | 0,17                                 | 10                       | —                                 | —                                     | —   | 0,155         |
| ТКД133ДТ | 24—30                           | —                                | —                              | 0,4                                  | 10                       | —                                 | —                                     | —   | 0,2           |
| ТКД233ДТ | 24—30                           | —                                | —                              | 0,4                                  | 25                       | —                                 | —                                     | —   | 0,39          |
| ТКД511А  | 24—30                           | —                                | —                              | 1,32                                 | 50                       | —                                 | —                                     | —   | 0,32          |
| ТКС111ДТ | 24—30                           | —                                | —                              | 0,4                                  | 100                      | —                                 | —                                     | —   | 0,44          |
| ТКС133ДТ | 24—30                           | 20                               | 5                              | 0,6                                  | 100                      | —                                 | —                                     | —   | 1,4           |
| ТКС611А  | 24—30                           | —                                | —                              | 6,2                                  | 600                      | —                                 | —                                     | —   | 2,7           |
| ТКЕ21ПД  | 24—30                           | 18                               | 5                              | 0,092                                | 2                        | —                                 | 4                                     | —   | 0,035         |
| ТКЕ52ПД  | 24—30                           | 18                               | 5                              | 0,15                                 | 5                        | —                                 | 20                                    | —   | 0,09          |
| ТКЕ53ПД  | 24—30                           | 18                               | 5                              | 0,17                                 | 5                        | —                                 | 20                                    | —   | 0,12          |
| ТКЕ56ПД  | 24—30                           | 18                               | 5                              | 0,22                                 | 5                        | —                                 | 20                                    | —   | 0,24          |
| ТКЕ52ПК  | 18—30                           | 18                               | 5                              | 0,29                                 | 5                        | —                                 | 20                                    | —   | 0,09          |
| ТКЕ56ПК  | 18—30                           | 18                               | 5                              | 0,41                                 | 5                        | —                                 | 20                                    | —   | 0,24          |
| ТДЕ210   | 24—30                           | 18                               | 8                              | 0,035                                | 2                        | —                                 | 8                                     | —   | 0,045         |
| ТПЕ21ПДА | 24—30                           | 20                               | 8                              | 0,05                                 | 2                        | —                                 | —                                     | —   | 0,09          |
| ТВЕ101В  | 24—30                           | —                                | —                              | —                                    | 1                        | —                                 | —                                     | —   | 0,37          |

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНЦЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА САМОЛЕТЕ

| Тип                |                   | Давление на кнопку в момент срабатывания <i>кг</i> | Ход кнопки до момента срабатывания <i>мм</i> | Дополнительный ход кнопки после срабатывания <i>мм</i> | Дифференциальный ход <i>мм</i> | Допустимый ток (индуктивная нагрузка) <i>a</i> | Вес <i>кг</i> |
|--------------------|-------------------|--|--|--|--------------------------------|--|---------------|
| Старое обозначение | Новое обозначение |  |  |  |                                |  |               |
| ДП-702             | ДП-702            | До 8   | 3,5  | 8  | 1,5                            | 5  | 0,22          |
| КВ-20              | В-602             | До 0,45  | 0,5  | 0,5  | 0,4                            | 4  | 0,01          |
| КВ-9А              | Д-703             | До 0,45  | 1,0  | 0,5  | 0,7                            | 5  | 0,009         |
| КВ2-200            | А822              | До 1,5   | 0,7  | 0,4  | 0,12                           | 4  | 0,045         |
| ВК2-140Г           | А802Д             | До 1,2   | 1,0  | 5,5  | 0,9                            | 8  | 0,055         |
| ВК2-140В-2         | А802В             | До 1,5   | 1,0  | 5,5  | 0,6                            | 8  | 0,07          |
| ВК2-140Р           | —                 | Не менее 2,5                                       | 0,5—1,2                                      | 4,5  | 0,5                            | 5  | 0,105         |

### Система обозначения микровыключателей

Для обозначения типов микровыключателей принят буквенно-цифровой код, определяющий их основные конструктивно-технические данные.

На первом месте стоит буква, обозначающая тип микровыключателя. Дополнительная буква «К» обозначает, что микровыключатель заключен в дополнительный металлический кожух.

Две первые цифры указывают на номер электрической характеристики микровыключателя.

#### Например:

80 — микровыключатель рассчитан на напряжение 15—30 в постоянного тока или напряжение 15—220 в переменного тока, коммутирует постоянный ток от 0,2 до 8 а индуктивной нагрузки или до 15 а

омической нагрузки, либо переменный ток от 0,2 до 4 а индуктивной нагрузки или до 8 а омической нагрузки;

82 — микровыключатель рассчитан на напряжение 15—30 в постоянного тока или напряжение 15—220 в переменного тока, коммутирует постоянный ток от 0,2 до 5 а индуктивной нагрузки или до 10 а омической нагрузки, либо переменный ток от 0,2 до 3 а индуктивной нагрузки или до 5 а омической нагрузки.

Третья цифра указывает на способ подсоединения монтажных проводов: 1 — при помощи пайки; 2 — при помощи винта.

Буква после цифр обозначает конструкцию приводного элемента и способ крепления микровыключателя.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 5

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ АВТОМАТОВ ЗАЩИТЫ СЕТИ

| Тип    | Ток срабатывания за время менее 30 мин<br>а | Время срабатывания при двукратном токе при 20°С<br>сек | Предельный разрываемый ток короткого замыкания<br>а | Вес не более<br>г | Усилие на рукоятку          |                     |
|--------|---|--|---|-------------------|-----------------------------|---------------------|
|        |   |  |   |                   | при ручном отключении<br>кг | при включении<br>кг |
| АЗР-6  | 8,4   | Не более 60  | 120   | 160               | 0,8—2,2                     | 1—2,8               |
| АЗР-10 | 14  | Не более 60  | 200   | 160               | 0,8—2,2                     | 1—2,8               |
| АЗР-15 | 21  | Не более 60  | 300   | 160               | 0,8—2,2                     | 1—2,8               |
| АЗР-20 | 26,8  | Не более 80  | 400   | 160               | 0,8—2,2                     | 1—2,8               |
| АЗР-25 | 33,5  | Не более 80  | 500   | 160               | 0,8—2,2                     | 1—2,8               |
| АЗР-30 | 40,2  | Не более 80  | 600   | 160               | 0,8—2,2                     | 1—2,8               |
| АЗР-40 | 53,6  | Не более 80  | 800   | 160               | 0,8—2,2                     | 1—2,8               |
| АЗР-50 | 67  | Не более 120   | 1000  | 160               | 0,8—2,2                     | 1—2,8               |
| АЗС-2  | 2,7   | 25—120   | 1000  | 90                | 0,3                         | До 4,5              |
| АЗС-5  | 6,75  | 20—60  | 1000  | 90                | 0,3                         | До 4,5              |
| АЗС-10 | 13,5  | 15—45  | 1000  | 90                | 0,3                         | До 4,5              |
| АЗС-15 | 19,5  | 15—45  | 1500  | 90                | 0,3                         | До 4,5              |
| АЗС-20 | 26  | 20—60  | 1500  | 90                | 0,3                         | До 4,5              |
| АЗС-25 | 32,5  | 20—60  | 1500  | 90                | 0,3                         | До 4,5              |
| АЗС-30 | 39  | 20—60  | 1500  | 90                | 0,3                         | До 4,5              |
| АЗС-40 | 52  | 25—80  | 1500  | 90                | 0,3                         | До 4,5              |
| АЗС-50 | 65  | 25—80  | 1500  | 90                | 0,3                         | До 4,5              |

### ПРИЛОЖЕНИЕ 6

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА САМОЛЕТЕ

| Тип   | Номинальный длительный ток<br>а | Предельный разрываемый ток в а |                             | Вес<br>г | Тип      | Номинальный длительный ток<br>а | Предельный разрываемый ток в а |                             | Вес<br>г |
|-------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------|----------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------|
|       |                                 | постоянный ток 27 в            | переменный ток 200 в 400 гц |          |          |                                 | постоянный ток 27 в            | переменный ток 200 в 400 гц |          |
| СП-1  | 1                               | 150                            | 400                         | 3        | ИП-50    | 50                              | 3 500                          | 450                         | 50       |
| СП-2  | 2                               | 150                            | 400                         | 3        | ИП-75    | 75                              | 4 500                          | 450                         | 50       |
| СП-5  | 5                               | 750                            | 400                         | 3        | ИП-100   | 100                             | 6 700                          | 950                         | 88       |
| СП-10 | 10                              | 1000                           | 500                         | 3        | ИП-150   | 150                             | 7 100                          | 950                         | 94       |
| СП-15 | 15                              | 1000                           | 500                         | 3        | ИП-200   | 200                             | 9 500                          | —                           | 110      |
| СП-20 | 20                              | 1200                           | 500                         | 3        | ИП-250   | 250                             | 10 500                         | —                           | 116      |
| ИП-5  | 5                               | 250                            | 900                         | 20       | ПВ-80АС  | 80                              | —                              | —                           | 21       |
| ИП-10 | 10                              | 750                            | 1100                        | 25       | ПВ-100АС | 100                             | —                              | —                           | 21       |
| ИП-15 | 15                              | 1800                           | 1200                        | 25       | ТП-400   | 400                             | 11 200                         | —                           | 26       |
| ИП-20 | 20                              | 1800                           | 1200                        | 25       | ТП-600   | 600                             | 11 200                         | —                           | 55       |
| ИП-30 | 30                              | 2200                           | 1200                        | 25       |          |                                 |                                |                             |          |

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОММУТАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОЙ НА САМОЛЕТЕ

| Тип         | Расшифровка типа  | Рабочее напряжение<br>в                          | Допустимый ток<br>(омиическая нагрузка)<br>а       | Вес<br>г |
|-------------|---|--|--|----------|
| В-45        | Выключатель однополюсный  | До 30  | 35   | 33       |
| 2В-45       | Выключатель двухполюсный  | До 30  | 20   | 80       |
| ПП-45       | Переключатель перекидной однополюсный                                       | До 30  | 35   | 38       |
| ППН-45      | Переключатель перекидной однополюсный с нейтралью                           | До 30  | 35   | 38       |
| ПН-45М      | Переключатель нажимной однополюсный   | До 30  | 35   | 38       |
| ВН-45М      | Выключатель нажимной однополюсный   | До 30  | 35   | 35       |
| 2ПП-45      | Переключатель перекидной двухполюсный                                       | До 30  | 20   | 85       |
| 2ПН-20      | Переключатель нажимной двухполюсный   | До 30  | 20   | 85       |
| 2ППН-45     | Переключатель перекидной двухполюсный с нейтралью                           | До 30  | 20   | 85       |
| П2НПН-45    | Переключатель с двумя нажимными и одним перекидным положениями с нейтралью  | До 30  | 20   | 60       |
| 3ППН-45     | Переключатель перекидной трехполюсный с нейтралью                           | До 30  | 20   | 85       |
| 2ПП-250     | Переключатель перекидной двухполюсный                                       | До 250   | 2  | 85       |
| 11П1Н       | Переключатель галетный на 11 положений и одно направление                   | До 35 переменного тока и до 500 постоянного тока | До 0,1 переменного тока и до 0,02 постоянного тока | 62       |
| ВГ-15К      | Выключатель однополюсный герметичный  | До 30  | 0,1—15   | 40       |
| 2ВГ-15К     | Выключатель двухполюсный герметичный  | До 30  | 0,1—15   | 70       |
| ППГ-15К     | Переключатель перекидной однополюсный герметичный                           | До 30  | 0,1—15   | 40       |
| ППНГ-15К    | Переключатель перекидной однополюсный с нейтралью, герметичный              | До 30  | 0,1—15   | 45       |
| ПНГ-15К     | Переключатель нажимной однополюсный герметичный                             | До 30  | 0,1—15   | 45       |
| ВНГ-15К     | Выключатель нажимной однополюсный герметичный                               | До 30  | 0,1—15   | 38       |
| 2ППГ-15К    | Переключатель перекидной двухполюсный герметичный                           | До 30  | 0,1—15   | 76       |
| 2ПНГ-15К    | Переключатель перекидной двухполюсный с нейтралью, герметичный              | До 30  | 0,1—15   | 75       |
| 2ВНГ-15К    | Переключатель нажимной двухполюсный герметичный                             | До 30  | 0,1—15   | 75       |
| П2НПГ-15К   | Переключатель с двумя нажимными и одним перекидным положениями, герметичный | До 30  | 0,1—15   | 70       |
| 3ППНГ-15К   | Переключатель перекидной трехполюсный с нейтралью, герметичный              | До 30  | 0,1—15   | 100      |
| ТВ1-4       | Тумблер (выключатель) четырехполюсный                                       | До 220   | 5  | —        |
| 5К          | Кнопка с нормально-разомкнутыми контактами                                  | До 30  | 5  | 20       |
| 204К        | Кнопка с нормально-разомкнутыми контактами                                  | До 30  | 20   | 12       |
| 205К        | Кнопка с нормально-разомкнутыми контактами и со щелчком при включении       | До 30  | 20   | 15       |
| В65141030   | Кнопка однополюсная с нормаль но-закрытыми контактами                       | До 50  | 1  | 52       |
| ГР3604004СП | Кнопка двухполюсная переключающая   | До 27 постоянного тока и до 127 переменного тока | 5  | 27       |
| КФЛ-37      | Кнопка флюгирования   | 6—30   | 1  | 300      |

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ЩЕТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОБОРУДОВАНИИ САМОЛЕТА

| Тип электрической машины   | Марка щетки | Размеры щетки<br>мм | Минимально допустимая высота щетки<br>мм | Количество щеток шт. | Нажимное усилие на щетку<br>Г |
|----------------------------|-------------|---------------------|--|----------------------|-------------------------------|
| Стартер-генератор СТГ-18ТМ | МГС-7И      | 10×20×26            | 18                                       | 18                   | 850—1000                      |
| Генератор ГС-24А           | МГС-7       | 10×20×25,5          | 20                                       | 18                   | 850—1000                      |

Продолжение

| Тип электрической машины                         | Марка щетки | Размеры щетки<br>мм | Минимально допустимая высота щетки<br>мм | Количество щеток шт. | Нажимное усилие на щетку<br>Г |
|--|-------------|---------------------|--|----------------------|-------------------------------|
| Генератор ГО16ПЧ8                                | МГС-7       | 7×14×25             | 15                                       | —                    | —                             |
| Преобразователь ПТ-1000Ц                         | МГС-8       | 8×16                | —  | 4                    | 460—550                       |
| Преобразователь ПО-750 2-й серии:                |             |                     |  |                      |                               |
| — по постоянному току                            | МГС-8       | 8×16×23             | 16                                       | 4                    | —                             |
| — по переменному току                            | МГС-8       | 6,5×8×16            | 8  | 4                    | —                             |
| Преобразователь ПТ-125Ц                          | МГС-7       | 5×6,5×16            | 12                                       | 4                    | 120—160                       |
| Насос 463 (электродвигатель МВ-280)              | МГС-8       | 5×10                | —  | 4                    | 300—350                       |
| Электромеханизм МП-100М (электродвигатель Д-4ГА) | А-12        | 4×5×7               | —  | 2                    | —                             |
| Вентилятор ДВ-3                                  | А-8         | 3,5×6×12,5          | 10                                       | 2                    | —                             |
| Электромеханизм МП-5 (электродвигатель Д-2А)     | —           | 3×4×6,5             | 5,5                                      | —                    | 65—80                         |
| Электромеханизм МВР-2В (электродвигатель Д-38Т)  | А-12        | 5×6,5×12            | 10                                       | 2                    | 160—200                       |
| Электромеханизм МЗК-2                            | МГС-5       | 4×5×7               | 6  | 2                    | 110—150                       |
| Электромеханизм МЗК-3 (электродвигатель Д-40Т)   | МГС-5       | 5×6,5×13            | 9  | 2                    | 170—230                       |
| Электрический указатель поворота ЭУП-53          | МГС-7       | 4,2×3,5×10          | 6,8                                      | 2                    | —                             |
| Токсъемник ТС-6                                  | —           | —                   | 16                                       | —                    | —                             |

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  | <i>Стр.</i> |  | <i>Стр.</i> |
|--|-------------|--|-------------|
| <b>Глава I. Общие сведения о системе электрооборудования и его монтаже</b> . . . . .                                   | 3           | 31. Электрический индукционный тахометр ИТЭ-2  | 146         |
| 1. Общие сведения . . . . .  | 3           | 32. Измеритель крутящего момента . . . . .   | 147         |
| 2. Монтаж электросети . . . . .  | 7           | 33. Аппаратура контроля вибраций ИВ-41А . . . . .  | 147         |
| <b>Глава II. Энергетика постоянного тока</b> . . . . .   | 20          | 34. Термометр ТСТ-29 . . . . .   | 149         |
| 3. Схема распределения электроэнергии . . . . .  | 20          | 35. Тахометр ТЭ-40М . . . . .  | 149         |
| 4. Агрегаты системы постоянного тока и их размещение . . . . .   | 23          | <b>Глава XI. Электрооборудование систем шасси, закрылков, управления самолетом и гидросистемы</b> . . . . .                    | 150         |
| 5. Схема энергетика постоянного тока . . . . .   | 44          | 36. Электрооборудование шасси . . . . .  | 150         |
| <b>Глава III. Энергетика переменного тока</b> . . . . .  | 46          | 37. Электрооборудование закрылков . . . . .  | 153         |
| 6. Схема распределения электроэнергии . . . . .  | 46          | 38. Электрооборудование системы управления самолетом . . . . .   | 155         |
| 7. Агрегаты системы переменного тока и их размещение . . . . .   | 48          | 39. Электрооборудование гидросистемы . . . . .   | 156         |
| 8. Схема энергетика переменного тока . . . . .   | 69          | <b>Глава XII. Электрооборудование противообледенительных и обогревных устройств</b> . . . . .                                  | 158         |
| <b>Глава IV. Системы запуска двигателей и газотурбинной установки</b> . . . . .  | 73          | 40. Противообледенители воздушных винтов и обтекателей их втулок, обогрев лопаток ВНА и воздухозаборников двигателей . . . . . | 158         |
| 9. Общие сведения о запуске двигателей . . . . .   | 73          | 41. Противообледенители крыла, оперения и обогрев ТГ-16 . . . . .  | 163         |
| 10. Агрегаты системы запуска и их размещение . . . . .   | 74          | 42. Обогрев стекол фонаря кабины экипажа . . . . .   | 163         |
| 11. Электросхема запуска двигателей . . . . .  | 81          | 43. Обогрев приемников воздушного давления . . . . .   | 166         |
| <b>Глава V. Система регулирования температуры и коррекции оборотов двигателя АИ-24. Система впрыска воды</b> . . . . . | 92          | 44. Обогрев часов и астрокомпасов . . . . .  | 167         |
| 12. Агрегаты системы регулирования температуры и коррекции оборотов и их размещение . . . . .                          | 92          | <b>Глава XIII. Электрооборудование систем кондиционирования воздуха и наддува</b> . . . . .                                    | 167         |
| 13. Работа системы ПРТ и коррекции оборотов . . . . .  | 99          | 45. Кондиционирование воздуха . . . . .  | 167         |
| 14. Система впрыска воды . . . . .   | 103         | 46. Наддув . . . . .   | 168         |
| <b>Глава VI. Флюгирование воздушного винта АВ-72 двигателя АИ-24</b> . . . . .   | 103         | <b>Глава XIV. Сигнализация</b> . . . . .   | 169         |
| 15. Агрегаты системы и их размещение . . . . .   | 103         | 47. Сигнализатор обледенения . . . . .   | 169         |
| 16. Электросхема системы флюгирования . . . . .  | 107         | 48. Сигнализация положения шасси и закрылков . . . . .   | 173         |
| <b>Глава VII. Топливная система</b> . . . . .  | 111         | 49. Сигнализация положения дверей, люков и наличия фиксаторов . . . . .  | 174         |
| 17. Общие сведения . . . . .   | 111         | 50. Сигнализация разгерметизации кабины . . . . .  | 175         |
| 18. Агрегаты системы и их размещение . . . . .   | 113         | 51. Сигнальные патроны (ракеты) . . . . .  | 176         |
| 19. Электросхема топливной системы . . . . .   | 124         | 52. Сигнализация вызова бортпроводника . . . . .   | 177         |
| <b>Глава VIII. Противопожарная система</b> . . . . .   | 128         | 53. Табло для оповещения пассажиров . . . . .  | 178         |
| 20. Общие сведения . . . . .   | 128         | <b>Глава XV. Освещение. Электробытовое оборудование</b> . . . . .  | 178         |
| 21. Агрегаты системы и их размещение . . . . .   | 130         | 54. Наружное освещение . . . . .   | 178         |
| 22. Электросхема системы пожаротушения . . . . .   | 131         | 55. Внутреннее освещение . . . . .   | 183         |
| <b>Глава IX. Система регулирования температуры масла АРТМ-52</b> . . . . .   | 133         | 56. Электробытовое оборудование . . . . .  | 194         |
| 23. Агрегаты системы и их размещение . . . . .   | 133         | <b>Приложения. 1. Технические данные ламп накаливания, применяемых на самолете</b> . . . . .                                   | 196         |
| 24. Работа системы . . . . .   | 137         | 2. Система обозначения реле и контакторов . . . . .  | 196         |
| <b>Глава X. Приборы контроля за работой силовой установки</b> . . . . .  | 140         | 3. Технические данные реле и контакторов, применяемых на самолете . . . . .  | 198         |
| 25. Расходомер топлива . . . . .   | 140         | 4. Технические данные концевых выключателей, применяемых на самолете . . . . .   | 198         |
| 26. Масломер МЭС-1857В . . . . .   | 143         | 5. Технические данные автоматов защиты сети . . . . .  | 199         |
| 27. Электрический моторный индикатор ЭМИ-ЗРТИ . . . . .  | 144         | 6. Технические данные предохранителей, применяемых на самолете . . . . .   | 199         |
| 28. Трансформатор Тр 115/36 в . . . . .  | 145         | 7. Технические данные коммутационной аппаратуры управления, применяемой на самолете . . . . .                                  | 200         |
| 29. Термометр выходящих газов ИТГ-2А . . . . .   | 145         | 8. Щетки электрических машин, применяемых в оборудовании самолета . . . . .  | 200         |
| 30. Указатель положения рычагов топливных агрегатов УПРТ-2 . . . . .   | 146         |  |             |

Издательский редактор *Н. П. Гурвич*

Техн. ред. *А. Я. Дубинская*

Г-77800

Подписано в печать 17/IX 1970 г.

Учетно-изд. л. 29,10

Формат бумаги 60×90/8

14,63 бум. л.—~~29~~25 печ. л., в т. ч. бандероль вкл.

Бесплатно

Заказ 6611

Московская типография № 8 Главполиграфпрома  
Комитета по печати при Совете Министров СССР,  
Хохловский пер., 7. Тип. зак. 1233

