

---

**Дисциплина: «Эксплуатация и ремонт авиационного оборудования самолетов и вертолетов»**

**Тема № 11. Электрические устройства систем запуска силовых установок**

**Гр. занятие № 22. Электрические системы запуска и системы зажигания топлива двигателей АИ-24 и ТВЗ-117**

# Учебные цели занятия

## **ЗНАТЬ:**

**- системы запуска двигателей Аи-24, ТВЗ-117 их состав, программы управления, характеристики и работу.**

*Отводимое время на занятие 180 минут*

## **Учебные вопросы занятия**

- 1. Система запуска двигателя АИ-24: состав, программы управления, характеристики и работа.**
- 2. Система запуска двигателя ТВЗ-117: состав, программы управления, характеристики и работа.**
- 3. Способы запуска двигателей АИ-24 и ТВЗ-117.**

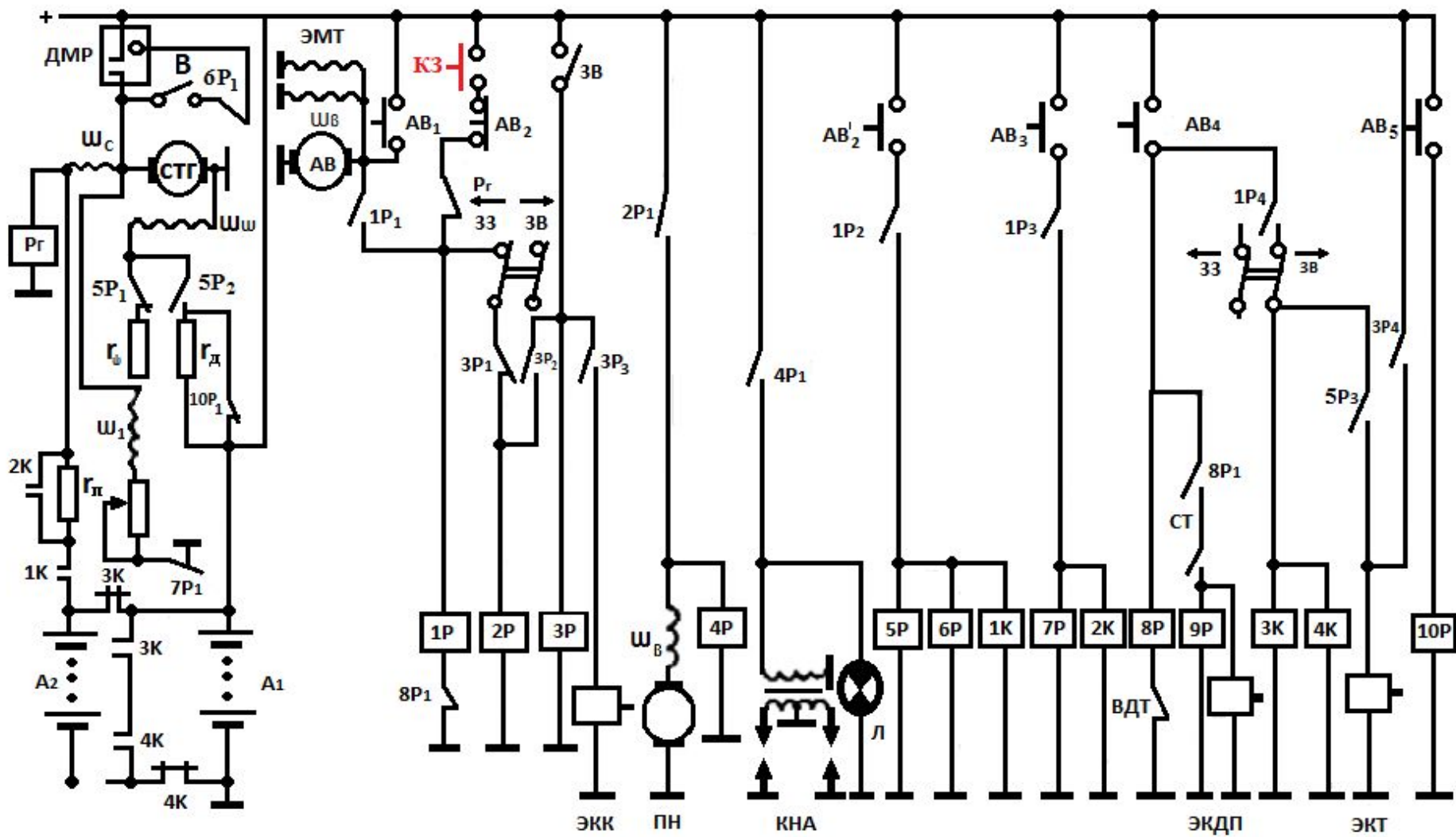
## **Литература на самоподготовку**

- 1. В.Д. Константинов, И.Г. Уфимцев, Н.В. Козлов "Авиационное оборудование самолёта" ВИ МО М. – 1970г.**
- 2. А.П. Барвинский, Ф.Г. Козлова «Электрооборудование самолёта», М. «Транспорт» - 1981г.**

## **ВОПРОС 1**

**Система запуска двигателя Аи-24: состав, программы управления, характеристики и работа**

# Упрощённая электрическая схема системы запуска



## Состав системы запуска АИ-24

аккумуляторные батареи

$A_1$  и  $A_2$

стартёр

СТГ

автомат времени

АВ

Микровыключатели автомата времени обозначены буквами  $AB$  с индексами, соответствующими номеру кулачка автомата  $AB1, AB2, \dots, AB5$ .

реле

$3P \dots 5P$

Номера реле  $P$  обозначены цифрой перед буквой, а цифра в индексе определяет номер контактной пары данного реле.

пускового сопротивления

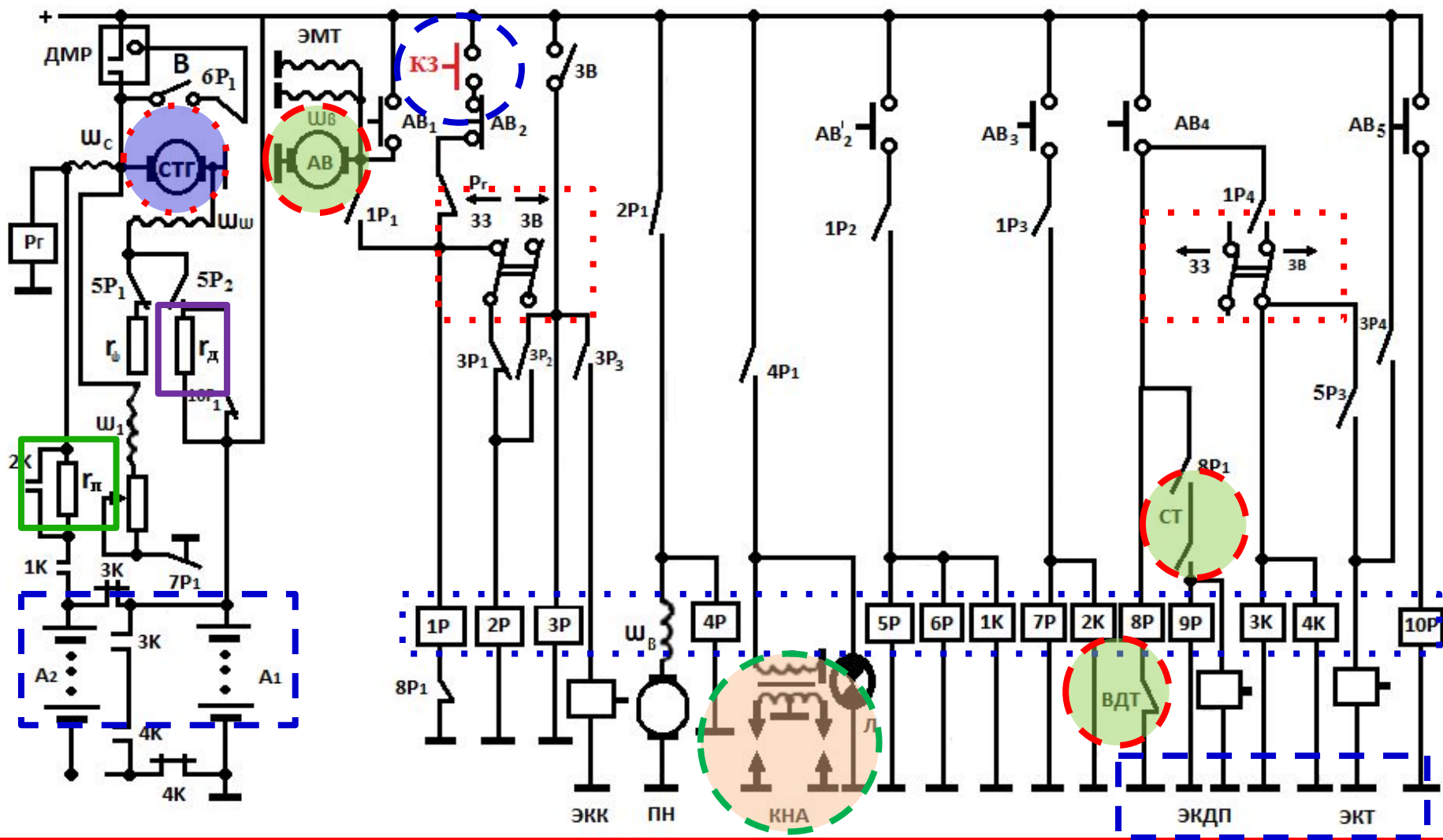
$r_{II}$

добавочного сопротивления

$r_{Д}$

кнопки запуска

# Упрощённая электрическая схема системы запуска



## Процесс запуска АИ-24 делиться на четыре ступени:

1. Источники тока  $A_1$  и  $A_2$  подключаются к стартеру-генератору  $СТГ$  через пусковое сопротивление  $r_{\Pi}$

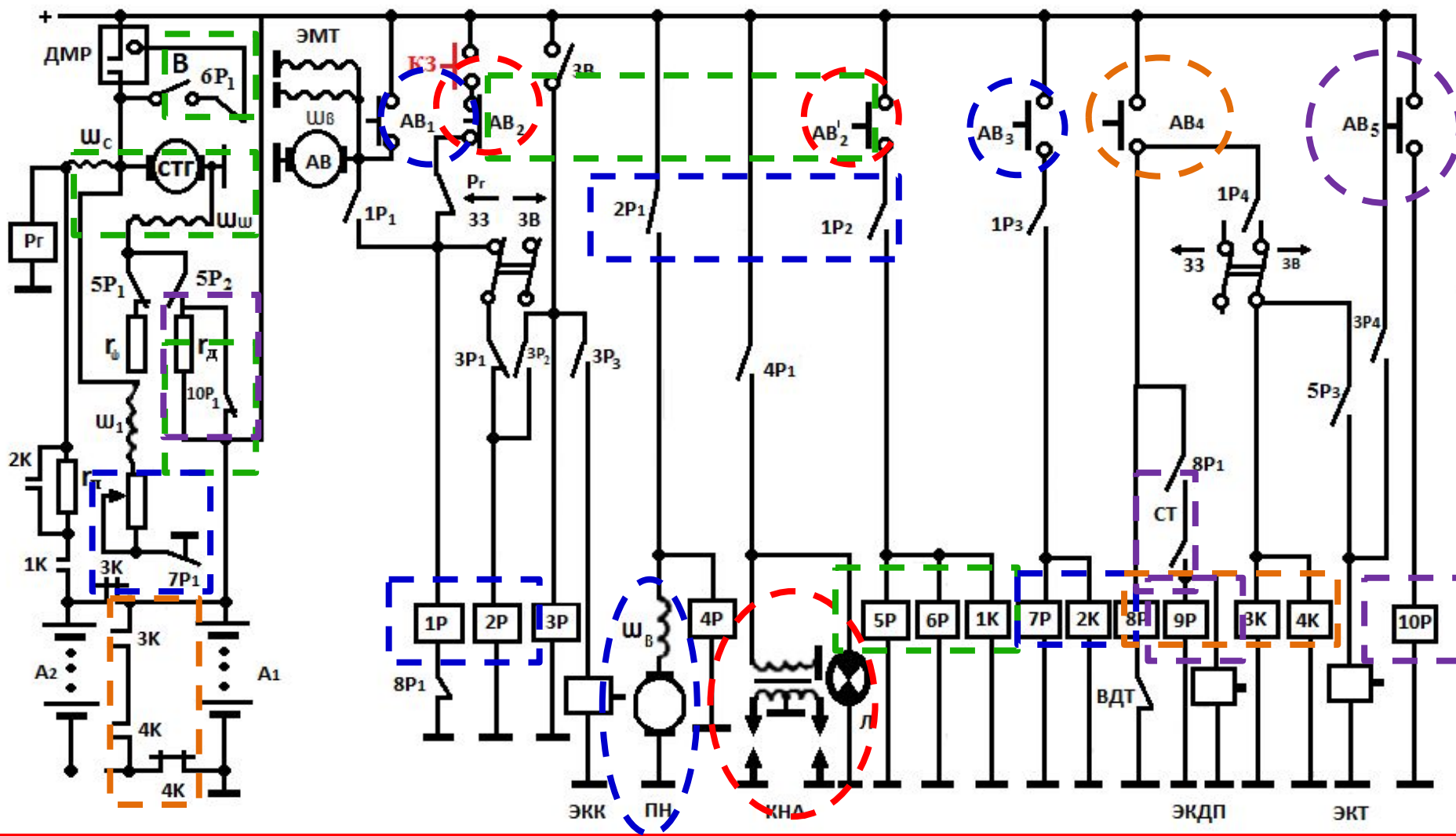
2. Шунтируется (выключается) пусковое сопротивление  $r_{\Pi}$

3. Источники тока  $A_1$  и  $A_2$  переключаются с параллельного на последовательное соединение.

4. В цепи обмотки возбуждения  $СТГ$  включается добавочное сопротивление  $r_{Д}$

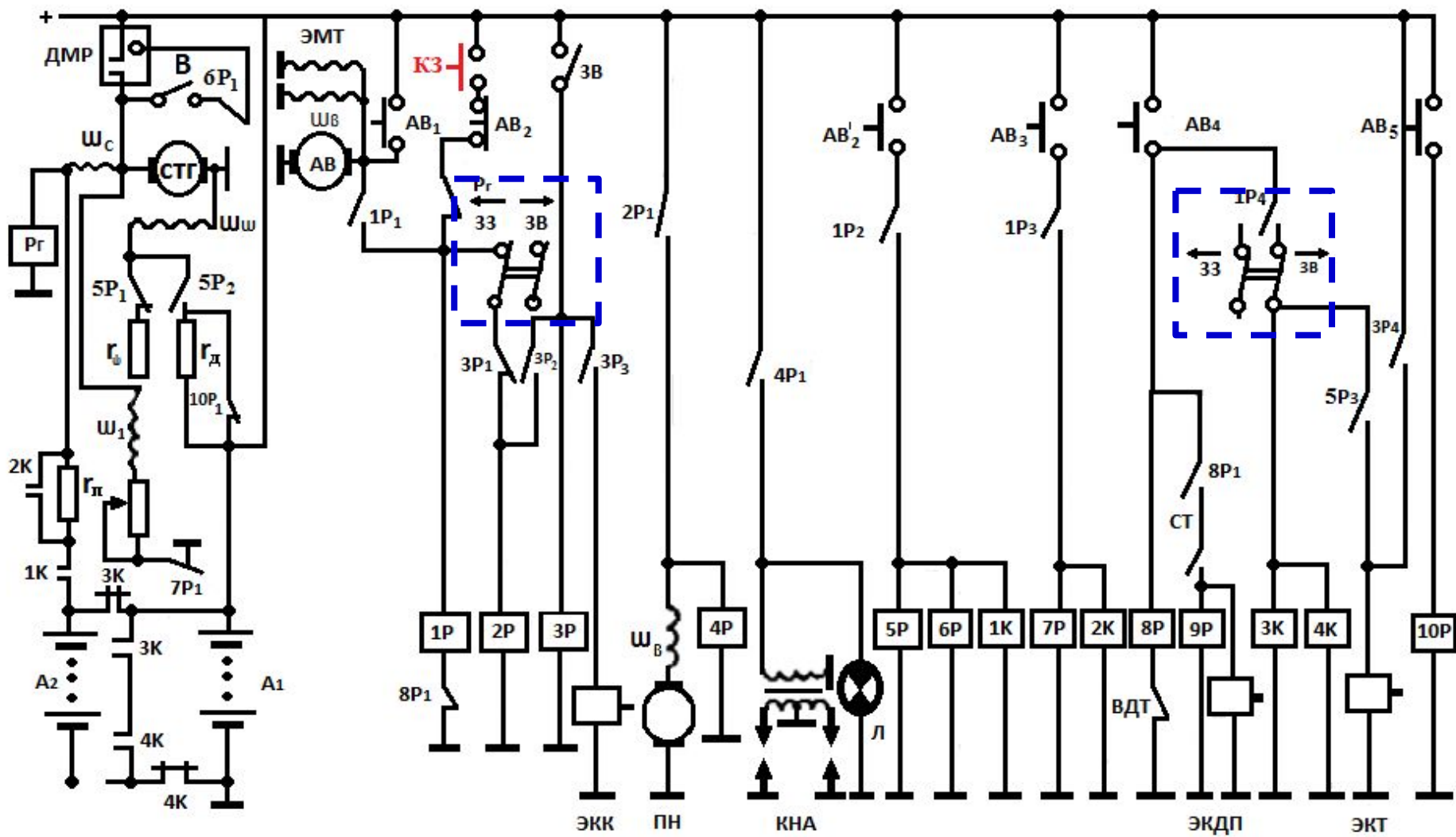


# Упрощённая электрическая схема системы запуска



**Запуск в воздухе.** Для запуска в воздухе сдвоенный выключатель ставится в положение «ЗВ» и включается выключатель «ЗВ» (запуск в воздухе). При этом включаются реле *ЗР*, *2Р*, *4Р*, пусковой насос *ПН*, электроклапан *ЭКГ* и катушка зажигания. Автомат времени не работает. Ротор турбокомпрессора вращается за счет авторотации. Электроклапан *ЭКК* включает подачу кислорода к пусковым блокам. Запуск оканчивается после выключения выключателя «ЗВ».

# Упрощённая электрическая схема системы запуска



**Запуск в воздухе.** Для запуска в воздухе сдвоенный выключатель ставится в положение «ЗВ» и включается выключатель «ЗВ» (запуск в воздухе). При этом включаются реле *ЗР*, *2Р*, *4Р*, пусковой насос *ПН*, электроклапан *ЭКГ* и катушка зажигания. Автомат времени не работает. Ротор турбокомпрессора вращается за счет авторотации. Электроклапан *ЭКК* включает подачу кислорода к пусковым блокам. Запуск оканчивается после выключения выключателя «ЗВ».

## **ВОПРОС 2**

**Система запуска двигателя ТВЗ-117:  
состав, программы управления,  
характеристики и работа.**

## **Состав системы запуска *ТВЗ-117***

**вспомогательный газотурбинный  
двигатель *АИ-9В***

**воздушный стартер *СВ-78Б***

**система зажигания *СК-22-2А*  
со свечами *СП-26ПЗ***

**пусковая панель *АПД-78А***

**блок электромагнитных клапанов**

**аппаратура управления и коммутации**

**щиток запуска двигателя**

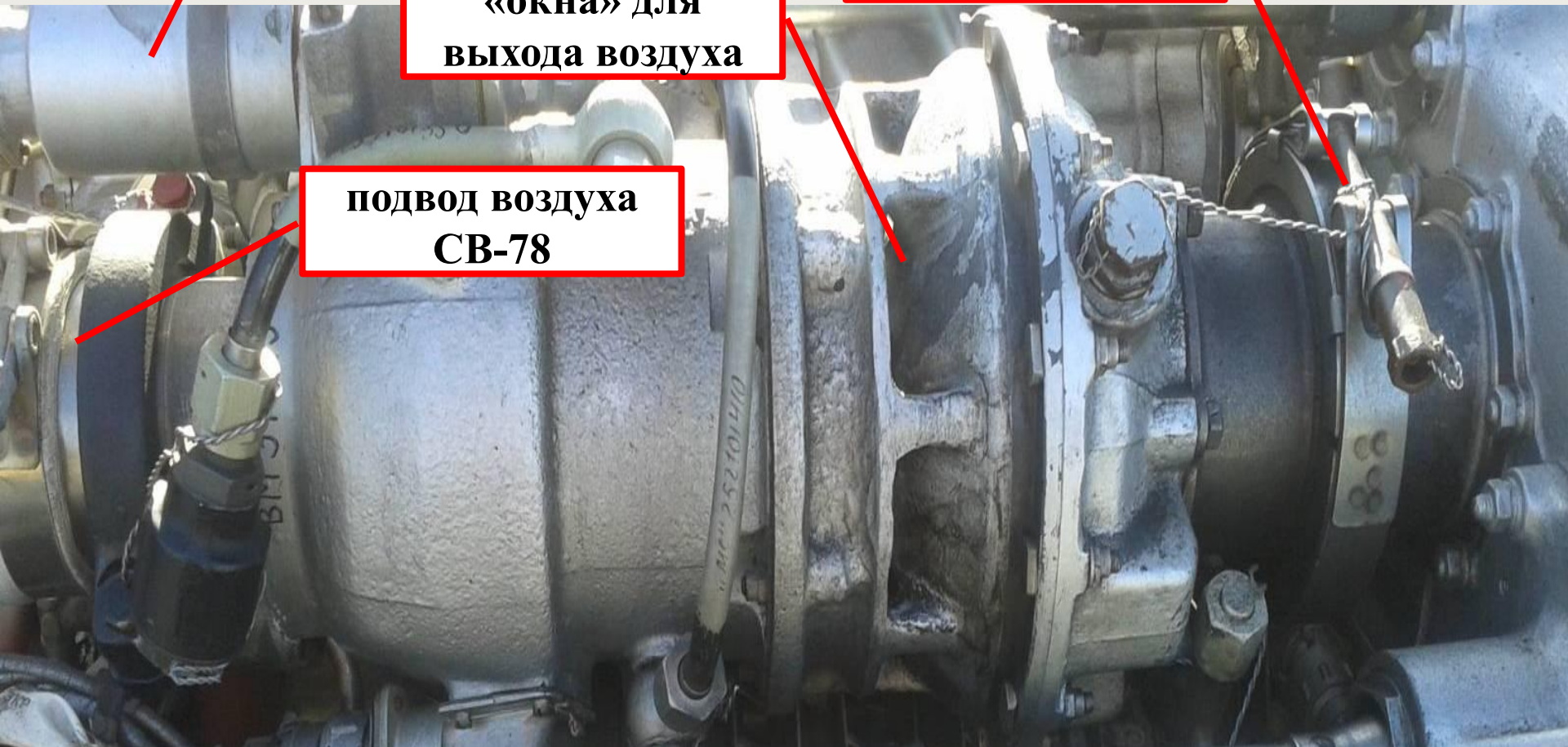
# воздушный стартер СВ-78Б

ЭКПВ

«окна» для  
выхода воздуха

соединительный  
фланец

подвод воздуха  
СВ-78



## На щитке запуска двигателей, размещены:

- ✓ табло **”Автомат. Включено”**;
- ✓ выключатель рода работы **”Прокрутка-Запуск”**;
- ✓ выключатель очередности запуска **”Запуск двигателей левый-правый”**;
- ✓ кнопка **”Запуск”**;
- ✓ кнопка **”Прекращение запуска”**.

**Схемой предусмотрена блокировка запуска при включении тормоза НВ**



### КОНТРОЛЬ ДАТЧИКОВ



ОГНЕТУШЕНИЕ



КОНТРОЛЬ ДАТЧИКОВ

КОНТРОЛЬ ПИРОПАТРОНОВ



### ЗАПУСК ТУРБОАГРЕГАТА

ЗАПУСК

ВЫКЛ АИ-9В

ПРОКРУТ

ЛОЖНЫЙ ЗАПУСК



ДАВ МАСЛ НОРМА

ОБОРОТЫ НОРМА

### ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЕЙ

ЗАПУСК ЛЕВ ↔ ПРАВ

ВНИМАНИЕ НЕ ПРОИЗВОДИ ЗАПУСКА ДРУГОГО ДВИГАТЕЛЯ ДО ОТКЛЮЧЕНИЯ АВТОМАТА

ПРЕКРАЩ ЗАПУСКА ПРОВЕРКА ЗАЖИГАН ЛЕВ ↔ ПРАВ

ПРОКРУТ

ТЕМПЕР ГАЗОВ АГРЕГАТ

ДАВЛ ВОЗДУХА АИ-9В

ТОПЛИВНАЯ ПЕРЕКРЫВ КРАНЫ ЛЕВЫЙ | ПРАВЫЙ

СИСТЕМА КОЛЬЦЕВ | ПЕРЕ БАКОВ | ПУСК

ОТКРЫТЬ ЗАКР



ЗАПРАВ



НАСОСЫ БАКОВ

# ЗАПУСК ТУРБОАГРЕГАТА

ЗАПУСК

ВЫКЛ  
АИ-9В

ПРО  
КРУТ

ЛОЖНЫЙ  
ЗАПУСК

ДАВ МАСЛ  
НОРМА

ОБОРОТЫ  
НОРМА

# ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЕЙ

ЗАПУСК  
ЛЕВ ↔ ПРАВ

ВНИМАНИЕ  
НЕ ПРОИЗВОДИ ЗАПУСКА  
ДРУГОГО ДВИГАТЕЛЯ ДО  
ОТКЛЮЧЕНИЯ АВТОМАТА

ПРЕКРАЩ ЗАПУСКА  
ПРОВЕРКА ЗАЖИГАН  
ЛЕВ ↔ ПРАВ

ПРОКРУТ

## Панель запуска двигателей ТВЗ - 117



# Панель запуска двигателей ТВЗ - 117



**Бортовая вспомогательная силовая установка АИ-9В  
служит:**

- для бортового питания воздушной системы запуска двигателей ТВЗ-117ВМ на земле и в полете;**
- для питания бортсети вертолета постоянным током при проверке оборудования на земле;**
- для питания бортсети вертолета постоянным током в полете в случае отказа основных генераторов.**

**Питание воздушной системы запуска двигателей и бортсети постоянным током обеспечивается на земле и в полете до высоты 4000 м над уровнем моря в пределах температур наружного воздуха от -60 °С до +60 °С.**

# Панель запуска АИ-9В





# Система управления АД: «ШАГ - ГАЗ»

Ручка управления  
шагом НВ и  
коррекцией АД

РУД





# Приборы контроля работы СУ

Шаг НВ



Обороты  
НВ

Обороты  
Двигателей

**АЗС системы  
запуска**

**ЗАПУСК**  
ТУРБОАГРЕГАТ | ДВИГАТЕЛИ  
ЗАЖИГ | ЗАПУСК | ЗАПУСК | ЗАЖИГ

**ТОПЛИВНАЯ СИСТЕ**  
ТОПЛИ | НАСОСЫ ТОПЛИВ.  
ВОМЕР | РАСХОД ЛЕВОГО | ПРАВОГО

**ЛОТ**  
Ц | ЭЛЕКТРО  
МУФТА

УПРАВЛ | ПЕРЕКРЫВ КРАНЫ | КРАН  
ОБОРОТ | ЛЕВЫЙ | ПРАВЫЙ | ПЕРЕПУС

**ПРОТИВОПОЖАРНАЯ СИСТЕМА**  
СИГНА | 1 ОЧЕРЕДЬ | 2 ОЧЕРЕДЬ  
ЛИЗАЦ | АВТОМАТ-РУЧН | РУЧНАЯ

ВКЛ  
↑  
↓  
ОТКЛ

**РА**  
КОМАН  
| ВЫСОТО |  
МЕР | РС 1 | Р

**ФАРЫ**  
ЛЕВАЯ | ПРАВАЯ  
УПРАВЛ | СВЕТ | УПРАВЛ

СТРОЕВ  
ОГНИ | АНО

ОБРУБ. ТРОС СЛГ | ВКЛ  
УПРАВЛ. ЗАМКА | ↑  
ОСНОВИ | ДУБЛИР | ОТКЛ

**ПРОТИВООБЛЕДЕНИИ СИСТ**  
УПРАВ | ПЭУ ДВИГАТ  
ЛЕНИЕ | ЛЕВОГО | ПРАВОГО | СО-12

АСО-2В

## **Состав системы запуска газотурбинного двигателя АИ-9В**

**стартёр-генератор СТГ-3**

**пусковую панель АПД-9;**

**систему зажигания**

**электроклапан пускового топлива**

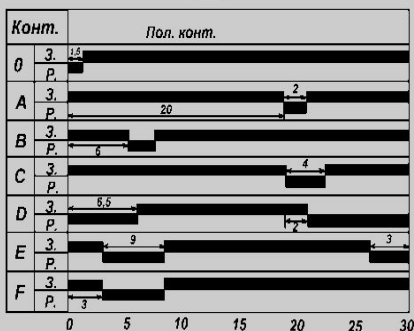
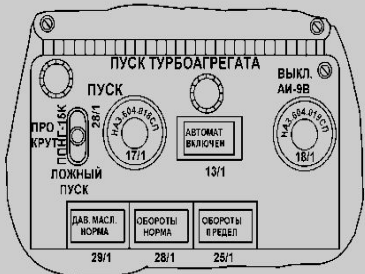
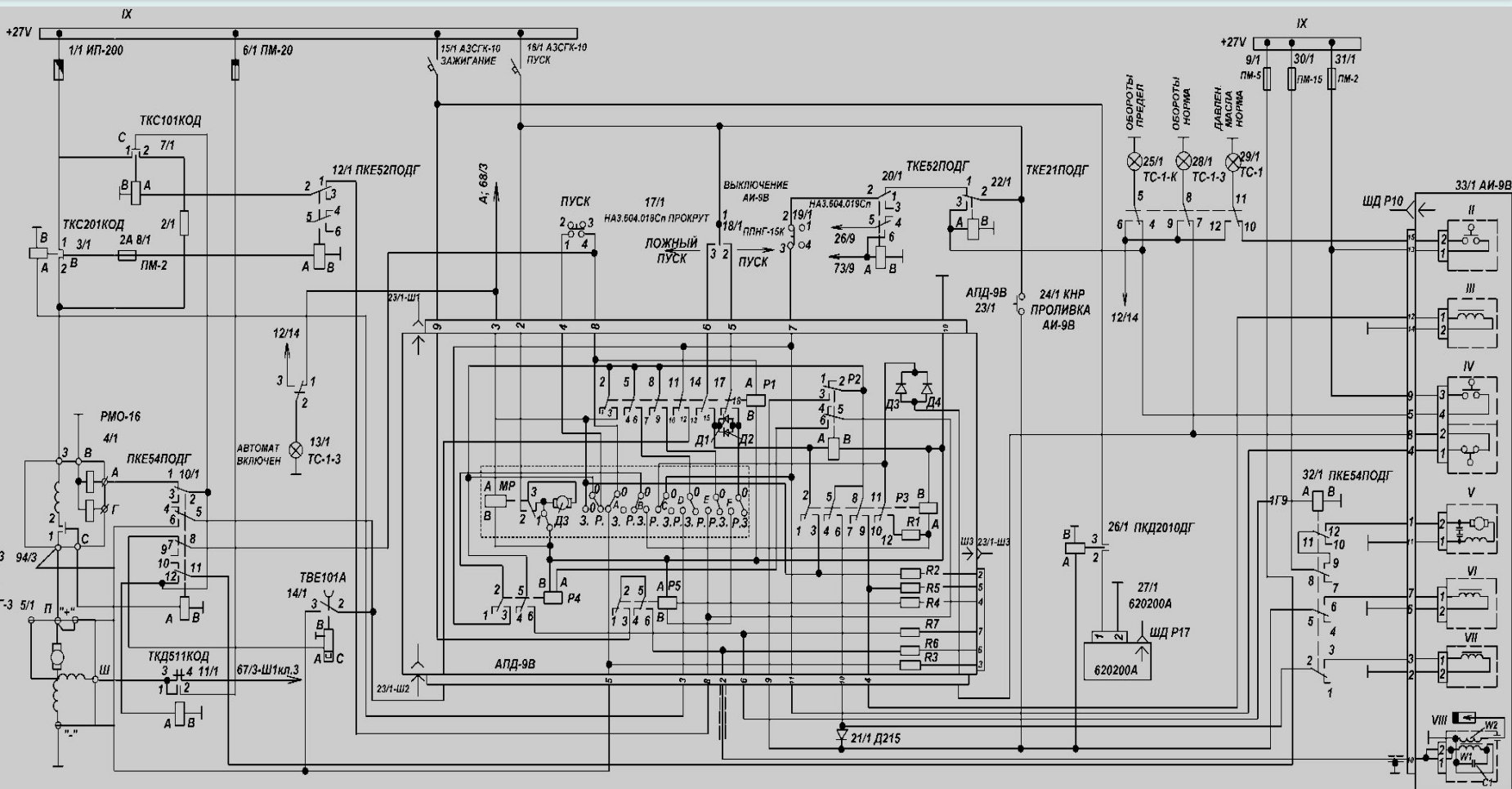
**электроклапан основного топлива**

**аппаратуру управления и коммутации**

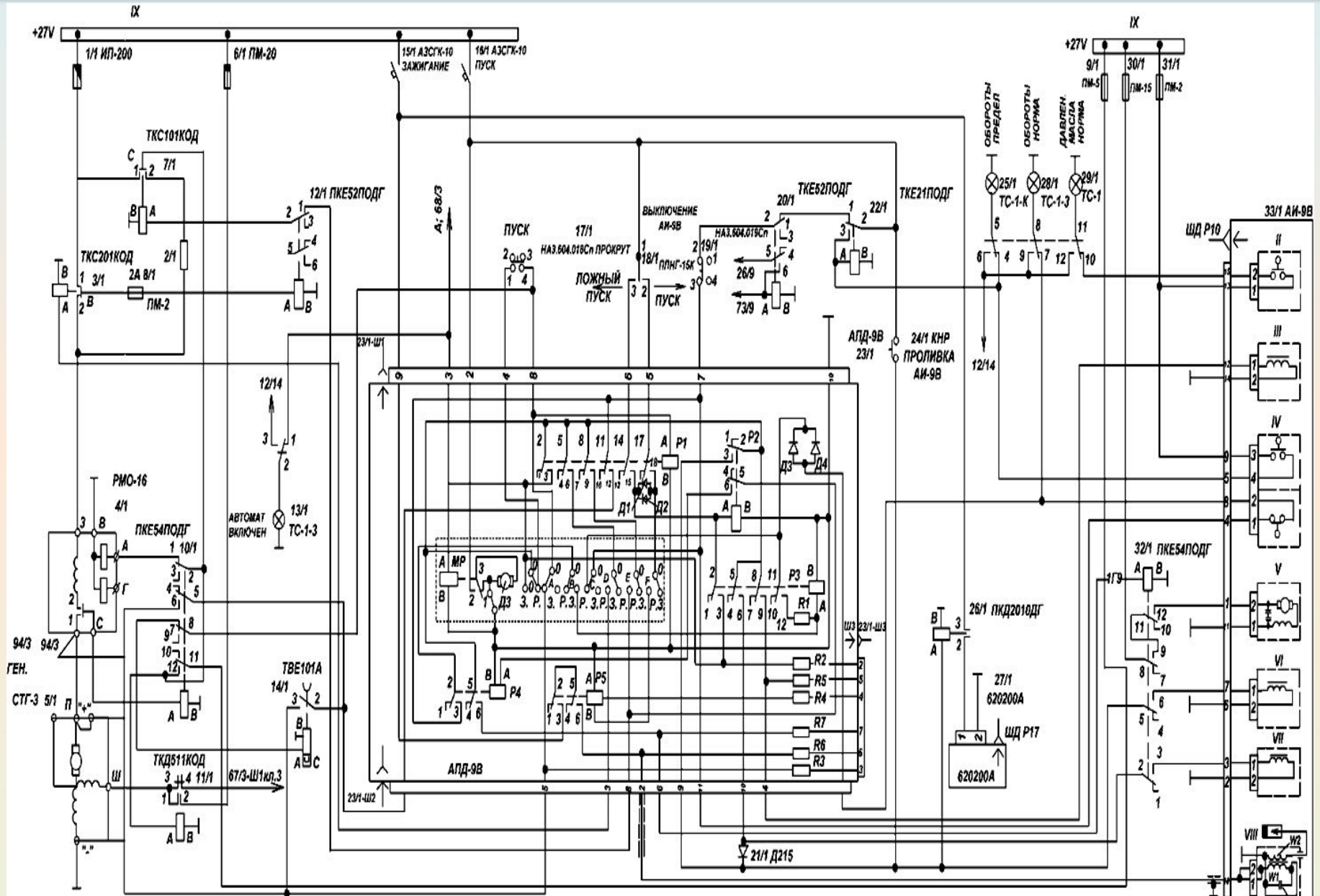
**Контроль работы двигателя АИ-9В осуществляется  
по следующим параметрам:**

- ✓ **давлению масла;**
- ✓ **выходу двигателя на рабочие обороты;**
- ✓ **температуре выходящих газов за турбиной;**
- ✓ **давлению воздуха в магистрали отбора воздуха для запуска основных двигателей ТВЗ-117ВМ;**
- ✓ **превышению предельно допустимой частоты вращения двигателя;**
- ✓ **мощности генератора СТГ-3.**

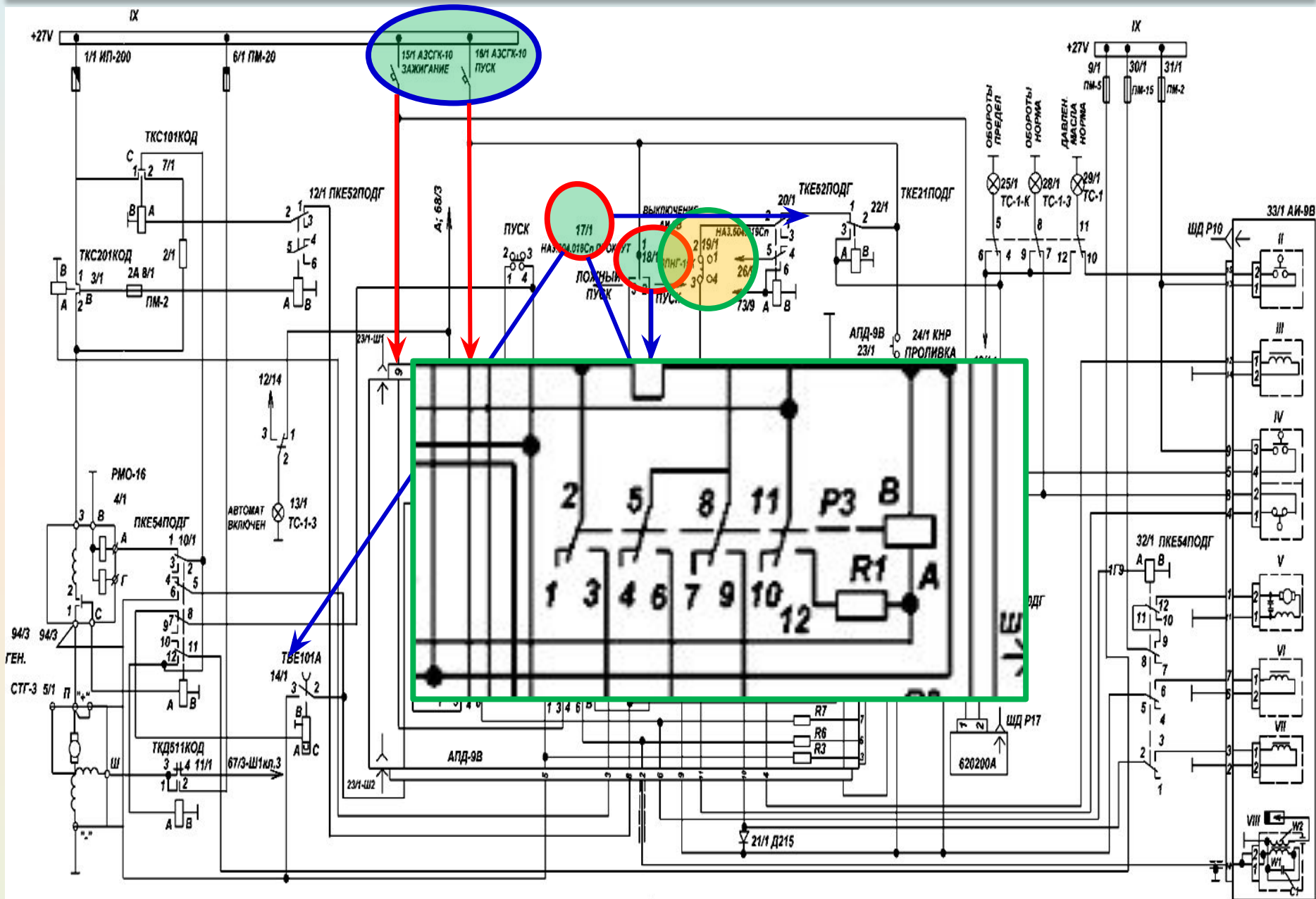
# Принципиальная электрическая схема пуска двигателя АИ-9В



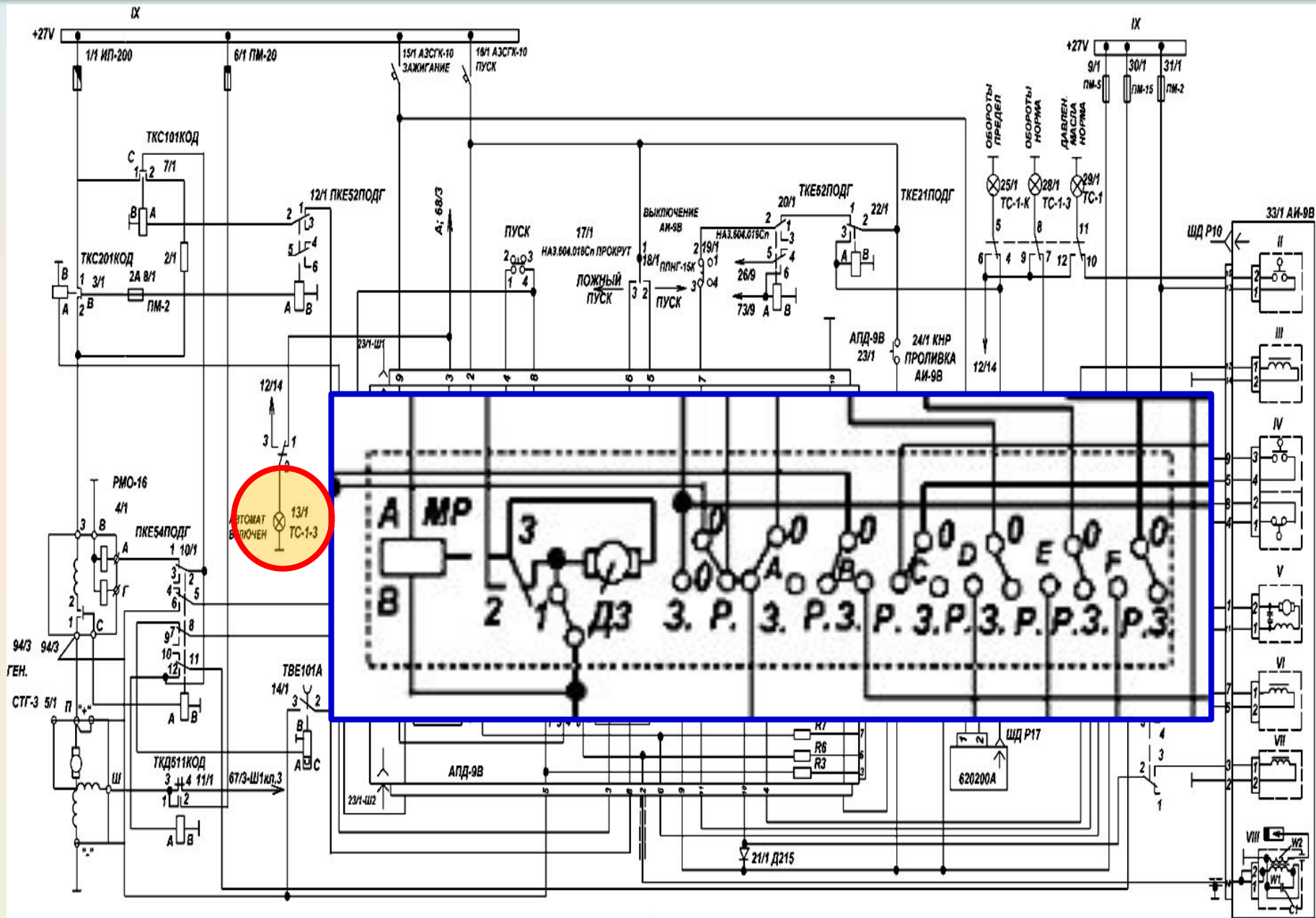
# Принципиальная электрическая схема пуска двигателя АИ-9В



# Принципиальная электрическая схема пуска двигателя АИ-9В



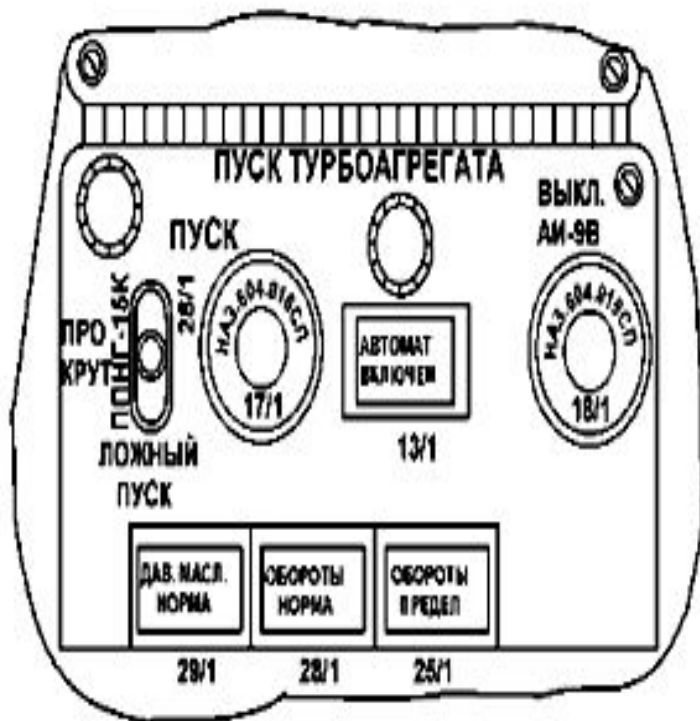
# Принципиальная электрическая схема пуска двигателя АИ-9В







## Панель запуска АИ - 9В



## Циклограмма пуска АИ-9



## **Пояснение к слайду 16**

### **«Принципиальная электрическая схема пуска двигателя АИ-9В»:**

- I. Циклограмма пуска АИ-9В (Конт. - контакт; Пол. Конт. - положение контакта; а - замкнут; б - разомкнут);**
- II. Датчик сигнализации давления;**
- III. Клапан останова;**
- IV. Сигнализатор частоты вращения;**
- V. Насос топливный пусковой;**
- VI. Клапан пусковой топлива;**
- VII. Клапан подачи топлива;**
- VIII. Катушка зажигания и свеча;**
- IX. Шина аккумуляторная.**

## **Приборы контроля АИ-9В.**

**1. Манометр ДИМ-3 предназначен для измерения избыточного давления воздуха за двигателем АИ-9В.**

**Манометр ДИМ-3 состоит из индуктивного датчика ИД-3; указателя УИ1-3.**

**Датчик ИД-3 установлен на переднем левом подкосе редукторной рамы, а указатель УИ1-3 - на средней панели электропульты.**

**2. Термоэлектрический термометр ТСТ-282С предназначен для дистанционного измерения температуры выходящих газов за турбиной двигателя АИ-9В.**

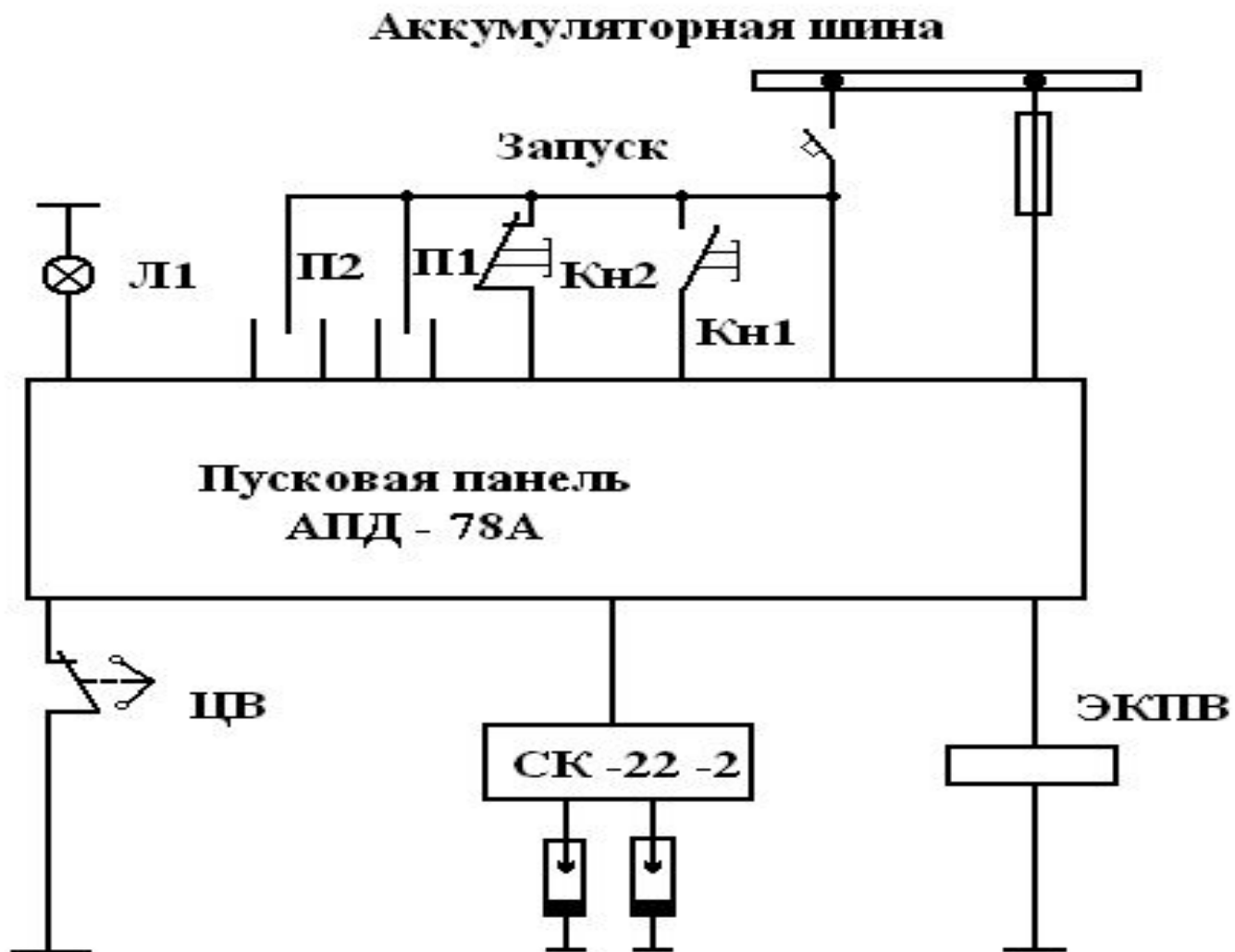
**Термометр ТСТ-282С состоит из измерителя ТСТ-2; термопары Т-82К.**

**Измеритель ТСТ-2 установлен на средней панели электропульты, а термопара Т-82К - на двигателе АИ-9В.**

## Панель запуска двигателей ТВЗ - 117



## Упрощённая схема запуска двигателя ТВЗ-117 ( Ми-24)



## **ВОПРОС 3**

**Способы запуска двигателей АИ-24, ТВЗ-117**

## **Способы запуска двигателей**

### **Основной**

**- Запуск двигателя от аэродромного источника питания (АПА-5Д или стационарного источника электропитания на стартовой площадке)**

### **Резервный**

**- Запуск двигателя от бортовых аккумуляторов.**

**Запуск от АКБ производится в исключительных случаях, так как это может привести к преждевременному выходу их из строя.**



**По способу раскрутки ротора двигателя:**

**АИ–24 запуск с помощью электростартера (однокаскадный запуск стартер типа СТГ - самый распространённый способ запуска ГТД).**

**Двигатель ТВЗ–117 запуск с помощью воздушного стартера типа СВ.**

# АПА

## Авиационный Подвижный электроАгрегат

