
**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.**

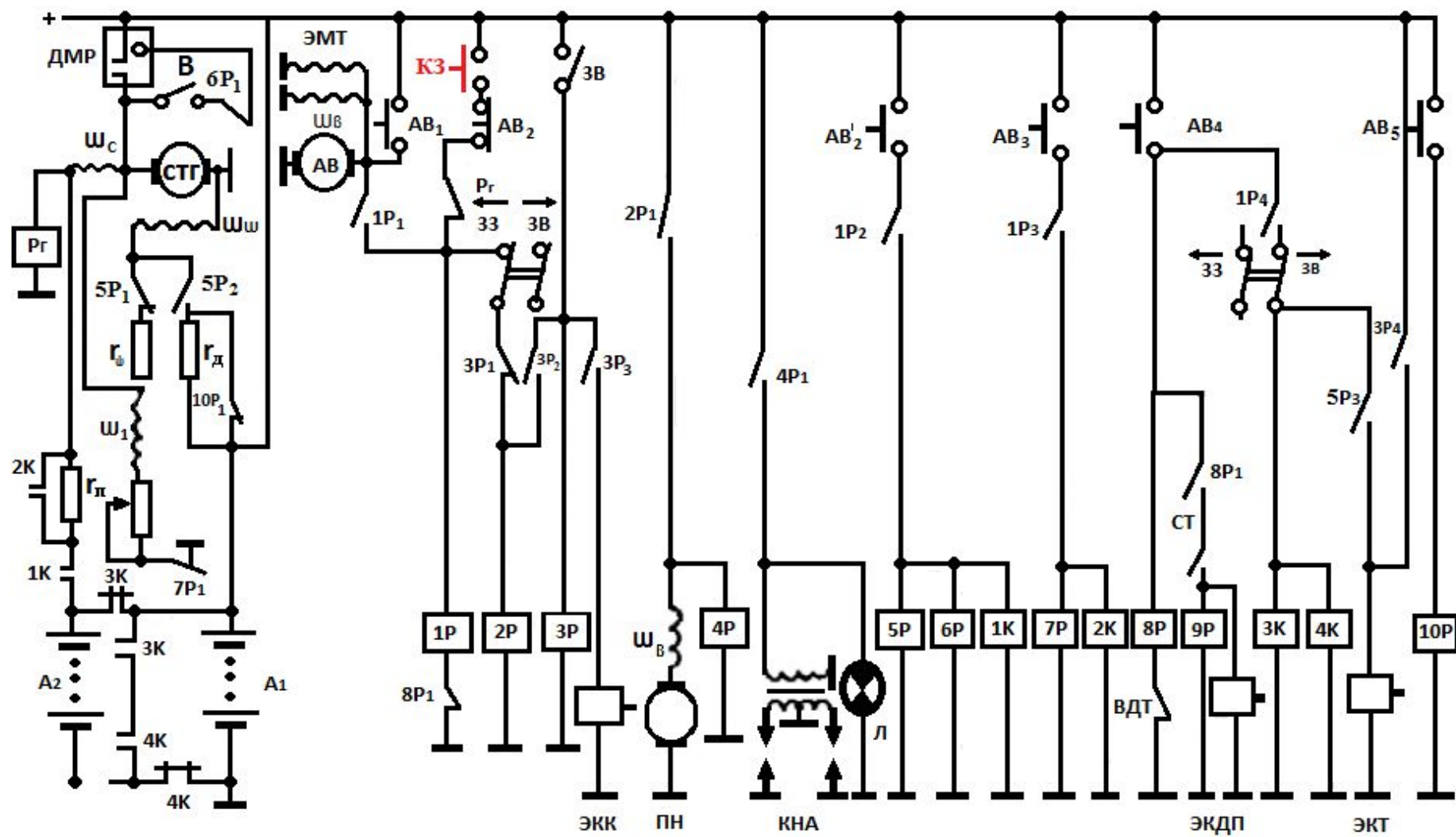
Литература на самоподготовку

- 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

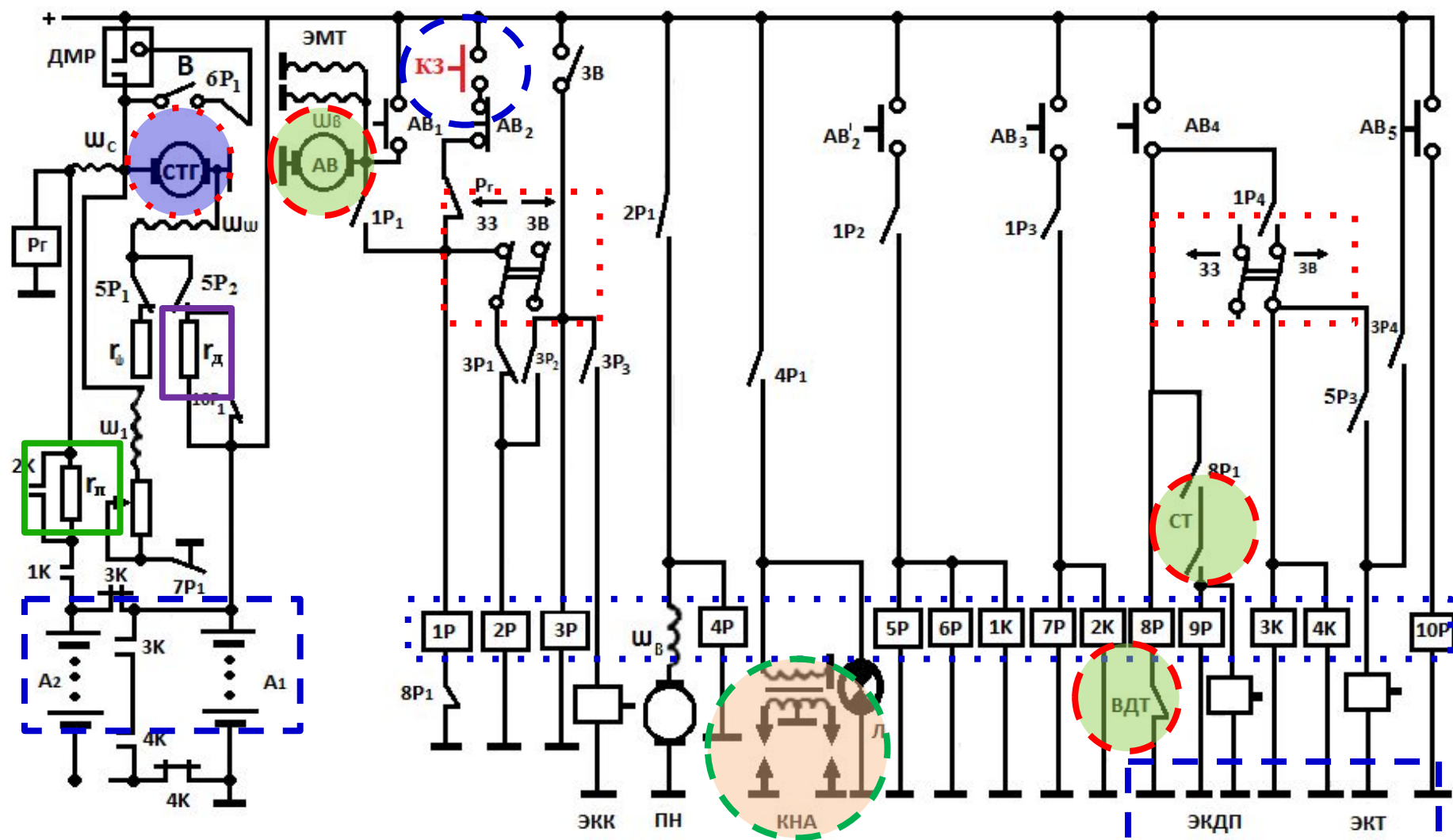
r_{Π}

добавочного сопротивления

$r_{\text{Д}}$

кнопки запуска

Упрощённая электрическая схема системы запуска



Процесс запуска АИ-24 делиться на четыре ступени:

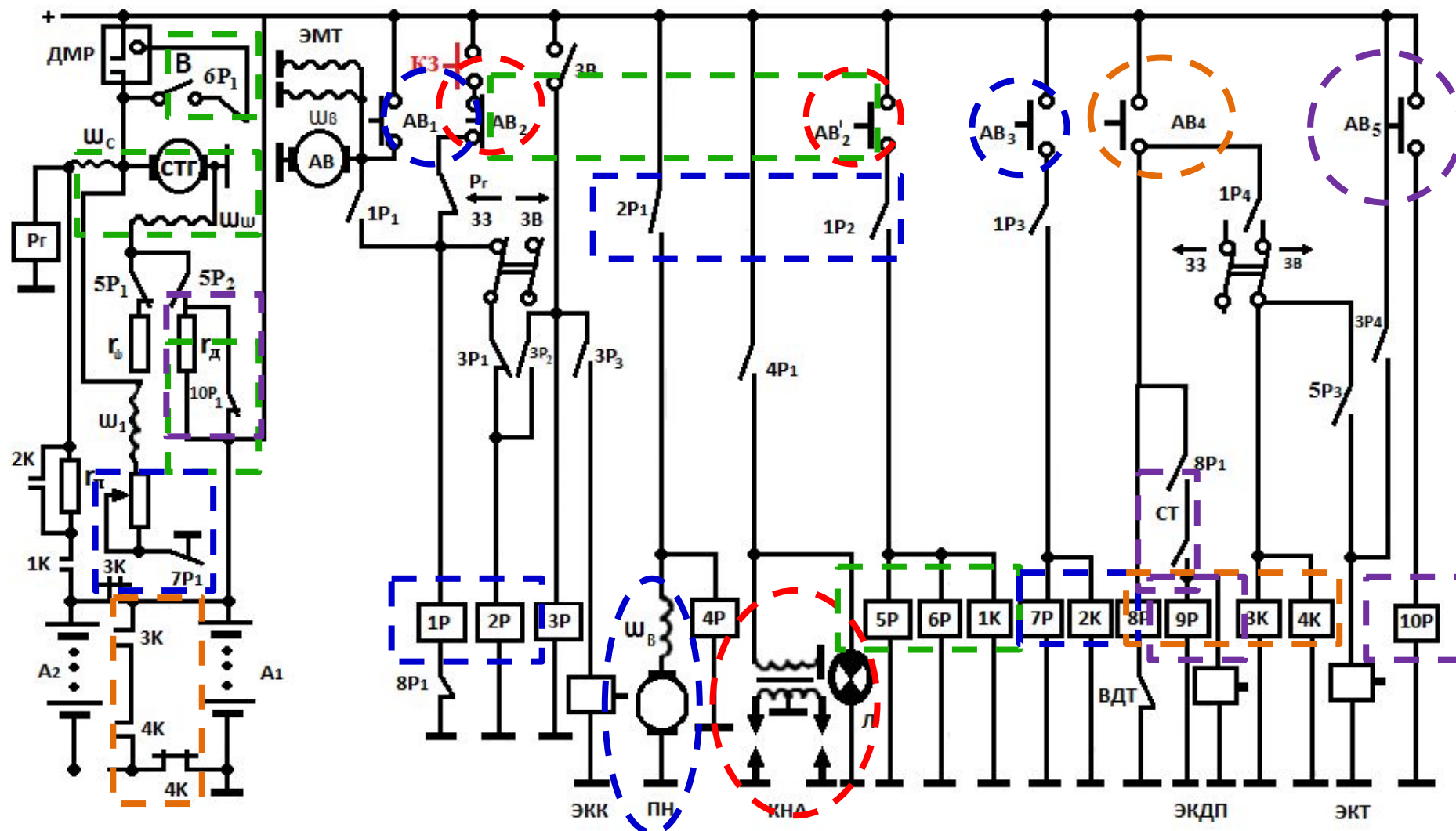
1. Источники тока A_1 и A_2 подключаются к стартеру-генератору $СТГ$ через пусковое сопротивление r_{Π}

2. Шунтируется (выключается) пусковое сопротивление r_{Π}

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

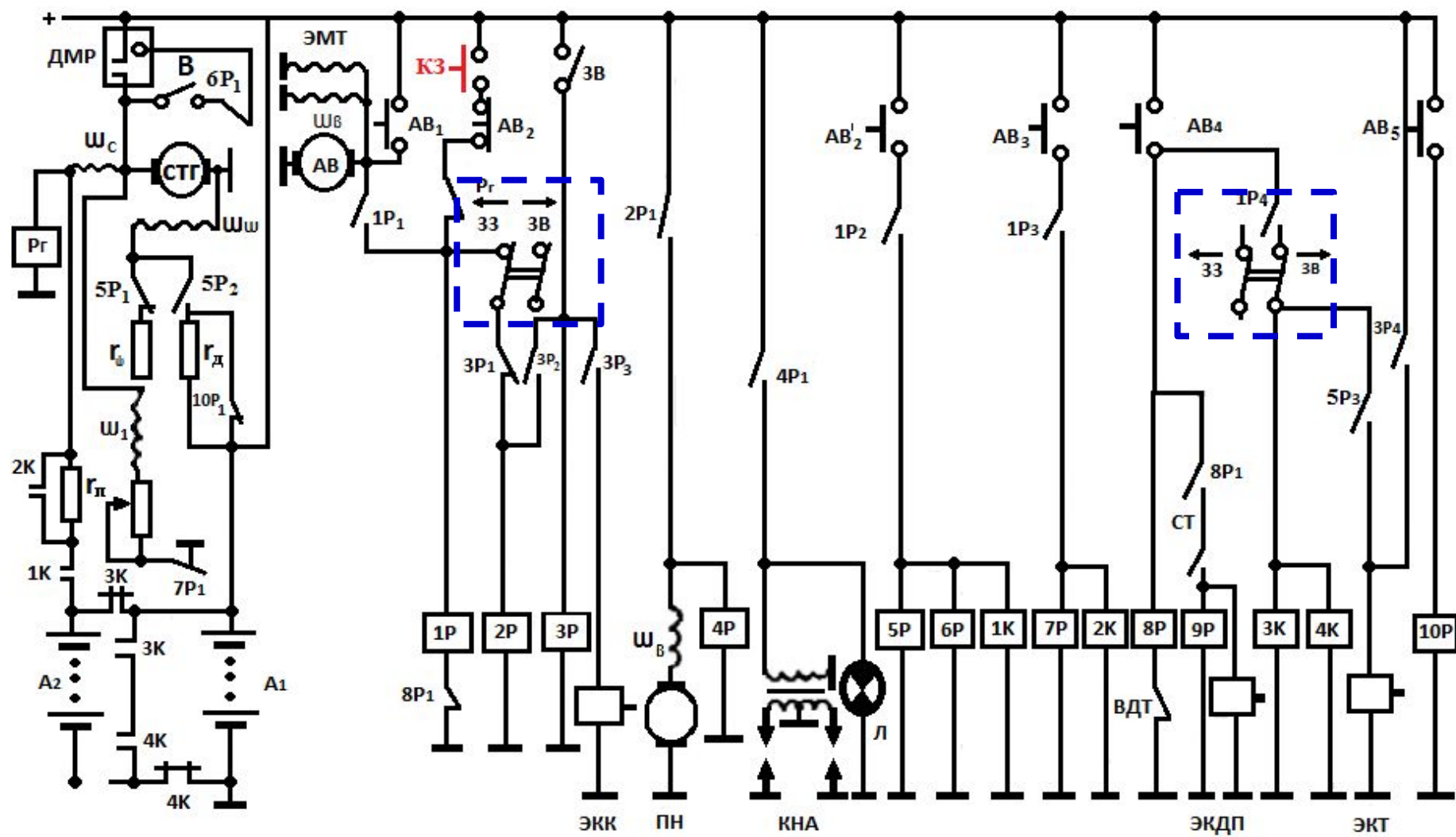
4. В цепи обмотки возбуждения $СТГ$ включается добавочное сопротивление $r_{Д}$

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 *TB3-117*

**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

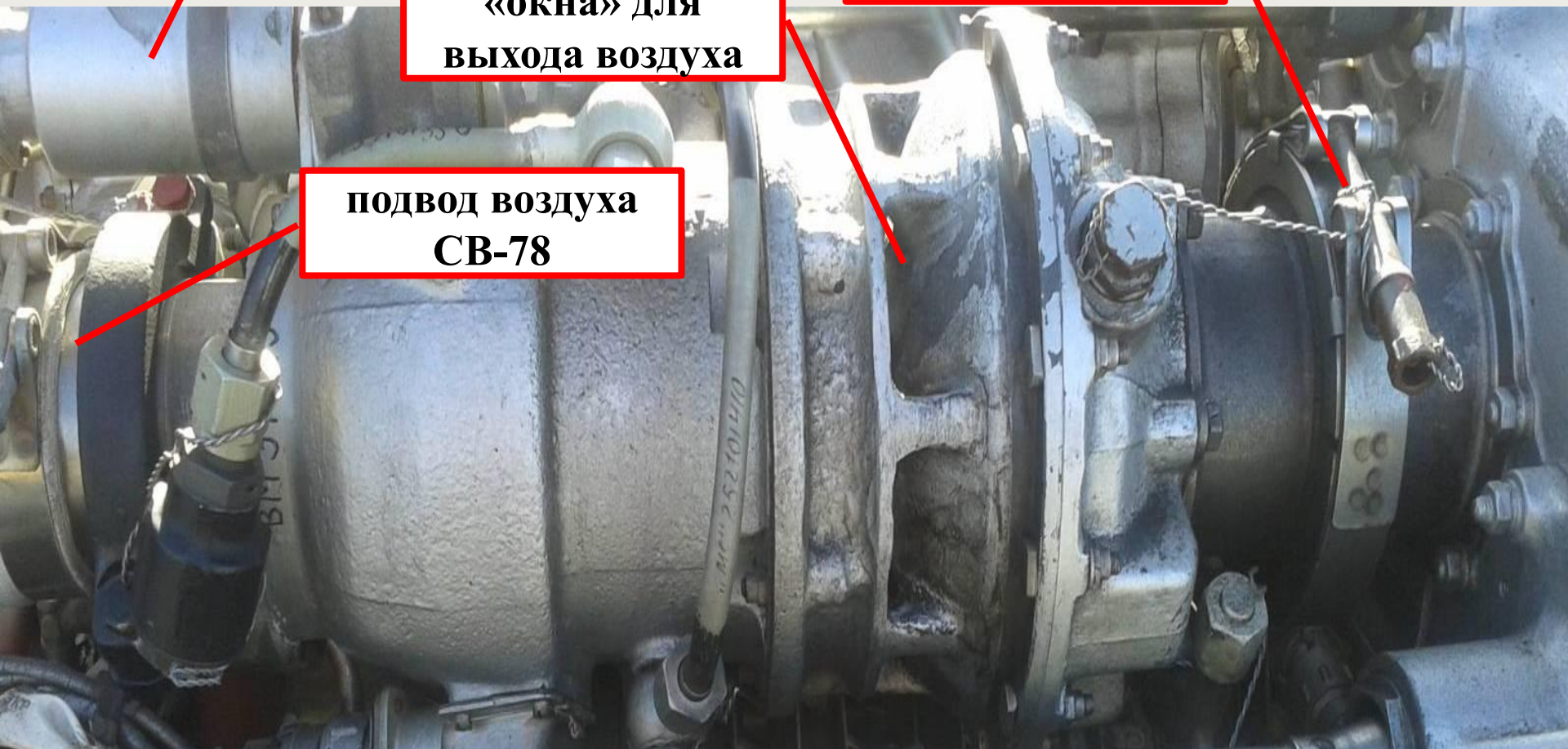
воздушный стартер *СВ-78Б*

ЭКПВ

**соединительный
фланец**

**«окна» для
выхода воздуха**

**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



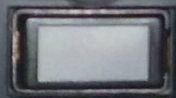
ЗАПУСК ТУРБОАГРЕГАТА

ЗАПУСК

ВЫКЛ
АИ-9В

ПРО
КРУТ

ЛОЖНЫЙ
ЗАПУСК



ДАВ НАСЛ
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

ОТКРЫТ
ЗАКР



ЗАПРАВ



КОНТР



РАСХОД



ЛЕВЫЙ



ПРАВЫЙ

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

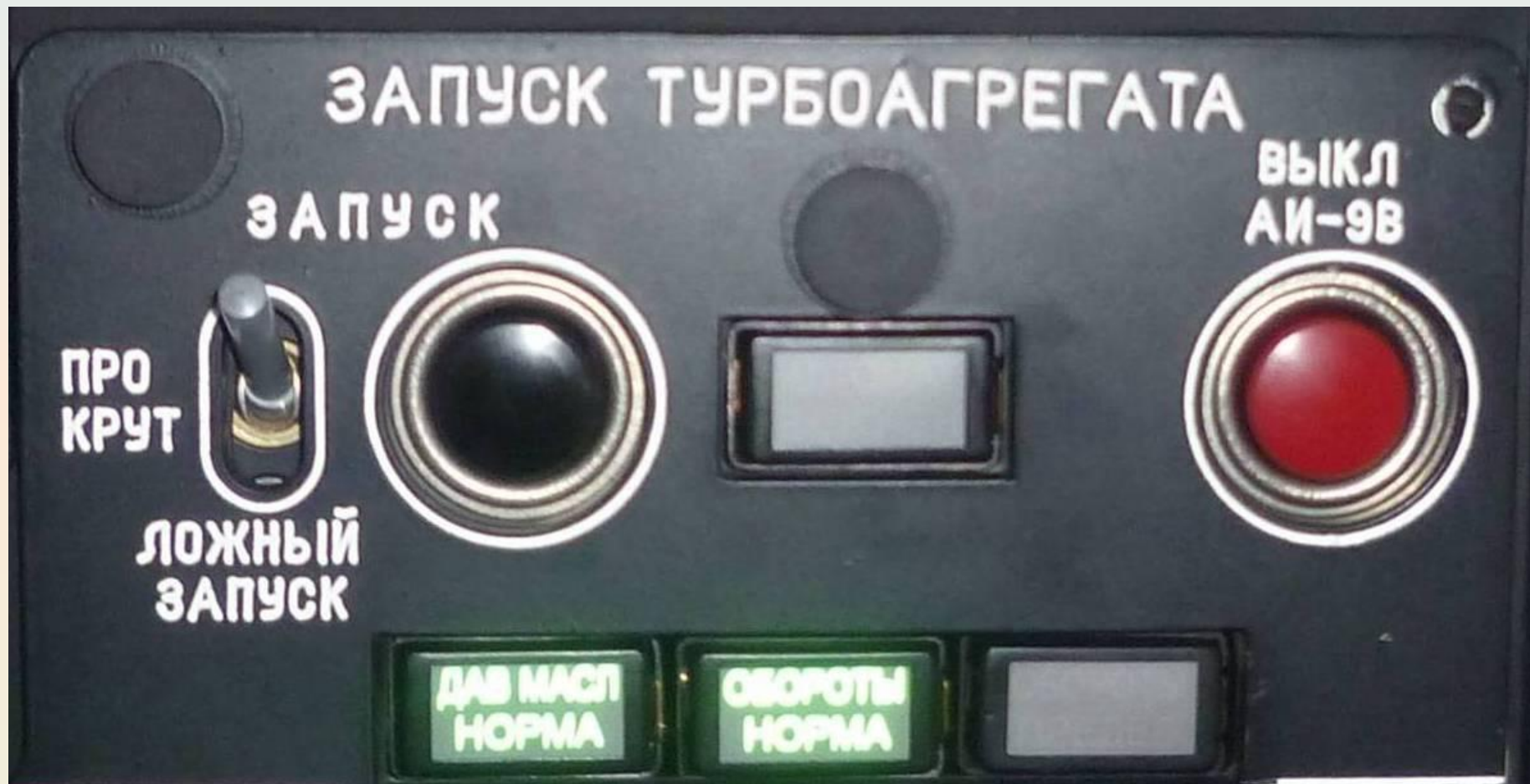


Бортовая вспомогательная силовая установка АИ-9В служит:

- 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
ЗАЖИГ

ДВИГАТЕЛИ
ЗАПУСК

ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА
ТОПЛИВОМЕР
НАСОСЫ
РАСХОД

ТОПЛИВ.
ЛЕВОГО
ПРАВОГО

ТОТКЛ

ЛОТ
ЭЛЕКТРО
МУФТА

УПРАВЛ.
ОБОРОТ

ПЕРЕКРЫВ КРАНЫ
ЛЕВЫЙ
ПРАВЫЙ

КРАН
ПЕРЕПУСК

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ СИСТЕМА
СИГНАЛИЗАЦИЯ
1 ОЧЕРЕДЬ
АВТОМАТ-РУЧН

2 ОЧЕРЕДЬ
РУЧНАЯ

ВКЛ
ОТКЛ

ВЫСОТО
МЕР

РА
КОМАН
РС 1

ФА
ЛЕВАЯ
УПРАВЛ.
СВЕТ

П
ПРАВАЯ
УПРАВЛ.
СВЕТ

СТРОЕВ
ОГНИ

АНО

ОБРУБ. ТРОС СЛГ
УПРАВЛ. ЗАМКА
ОСНОВН
ДУБЛИР

ВКЛ
ОТКЛ

ПРОТИВООБЛЕДЕНИИ СИСТЕМА
УПРАВЛЕНИЕ
ПЭУ ДВИГАТЕЛЯ
ЛЕВОГО
ПРАВОГО

АСО-28

СО-12

Состав системы запуска газотурбинного двигателя АИ-9В

стартёр-генератор СТГ-3

пусковую панель АПД-9;

систему зажигания

электроклапан пускового топлива

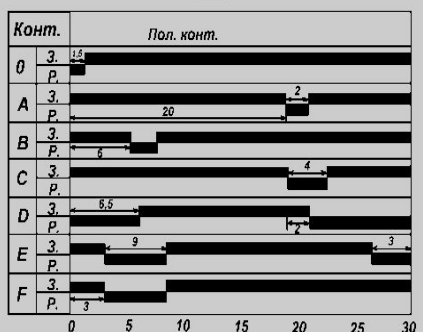
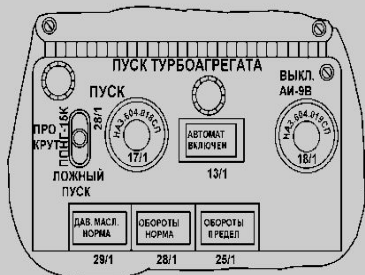
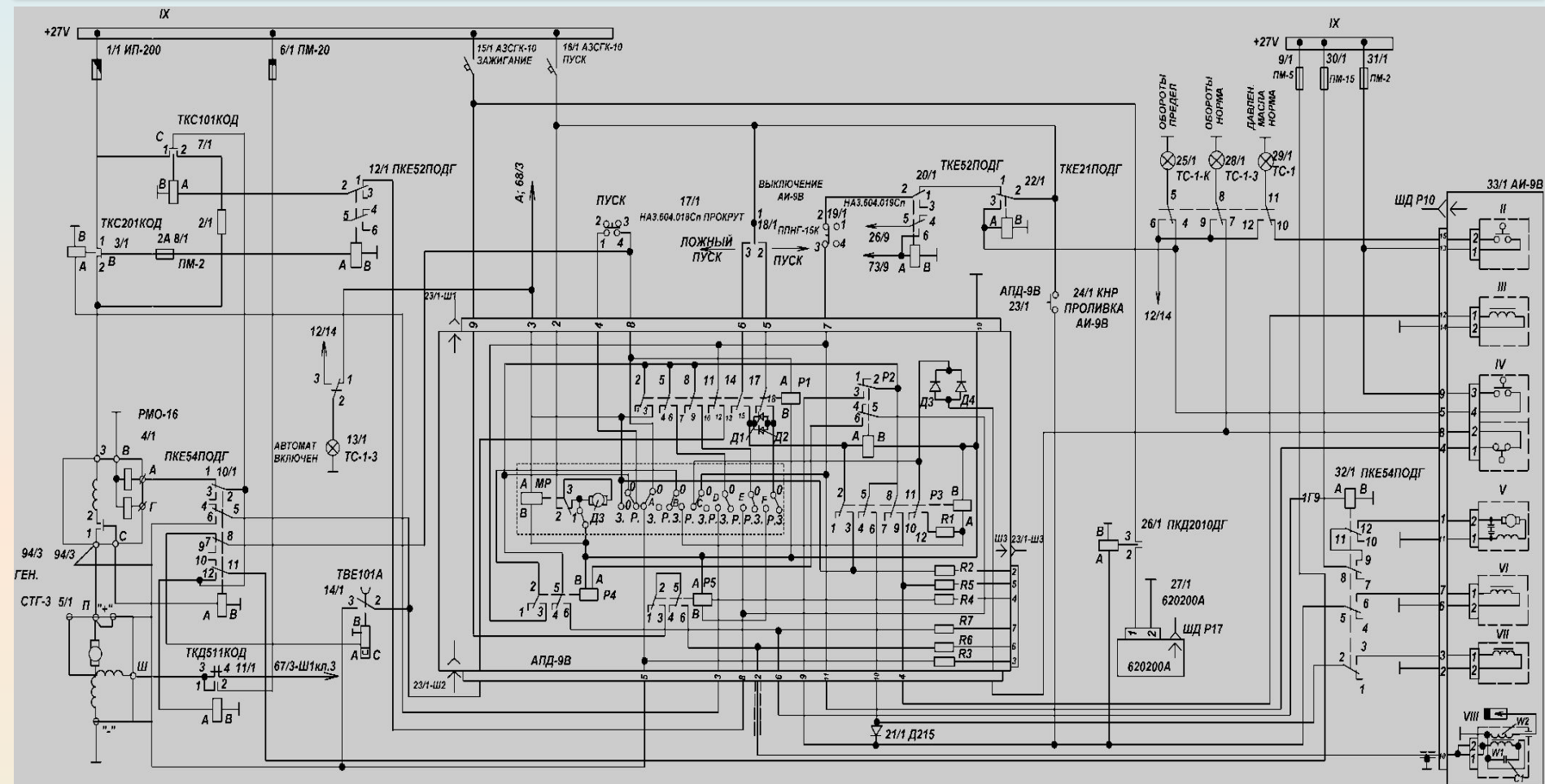
электроклапан основного топлива

аппаратуру управления и коммутации

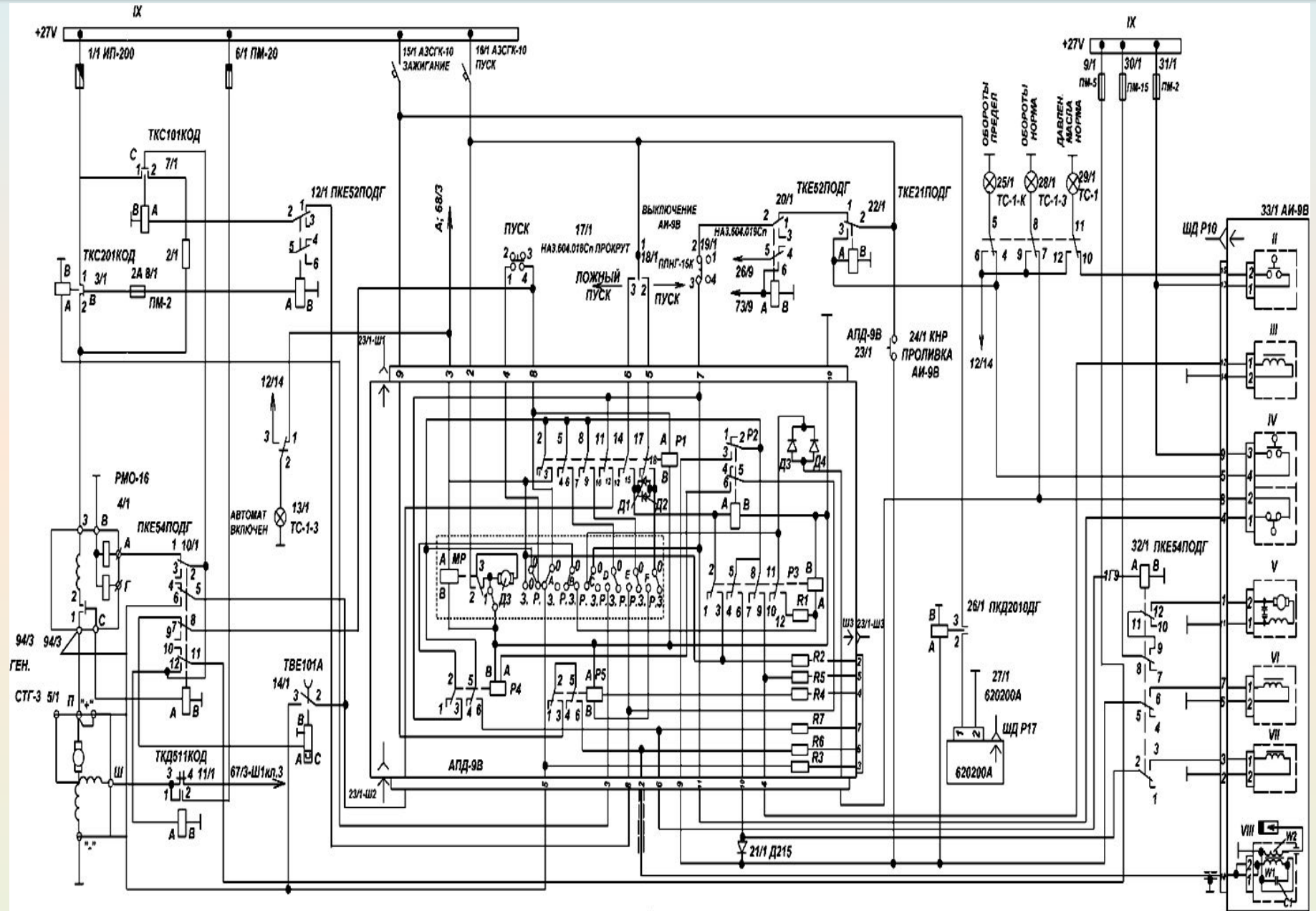
**Контроль работы двигателя АИ-9В осуществляется
по следующим параметрам:**

- ✓ **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.**

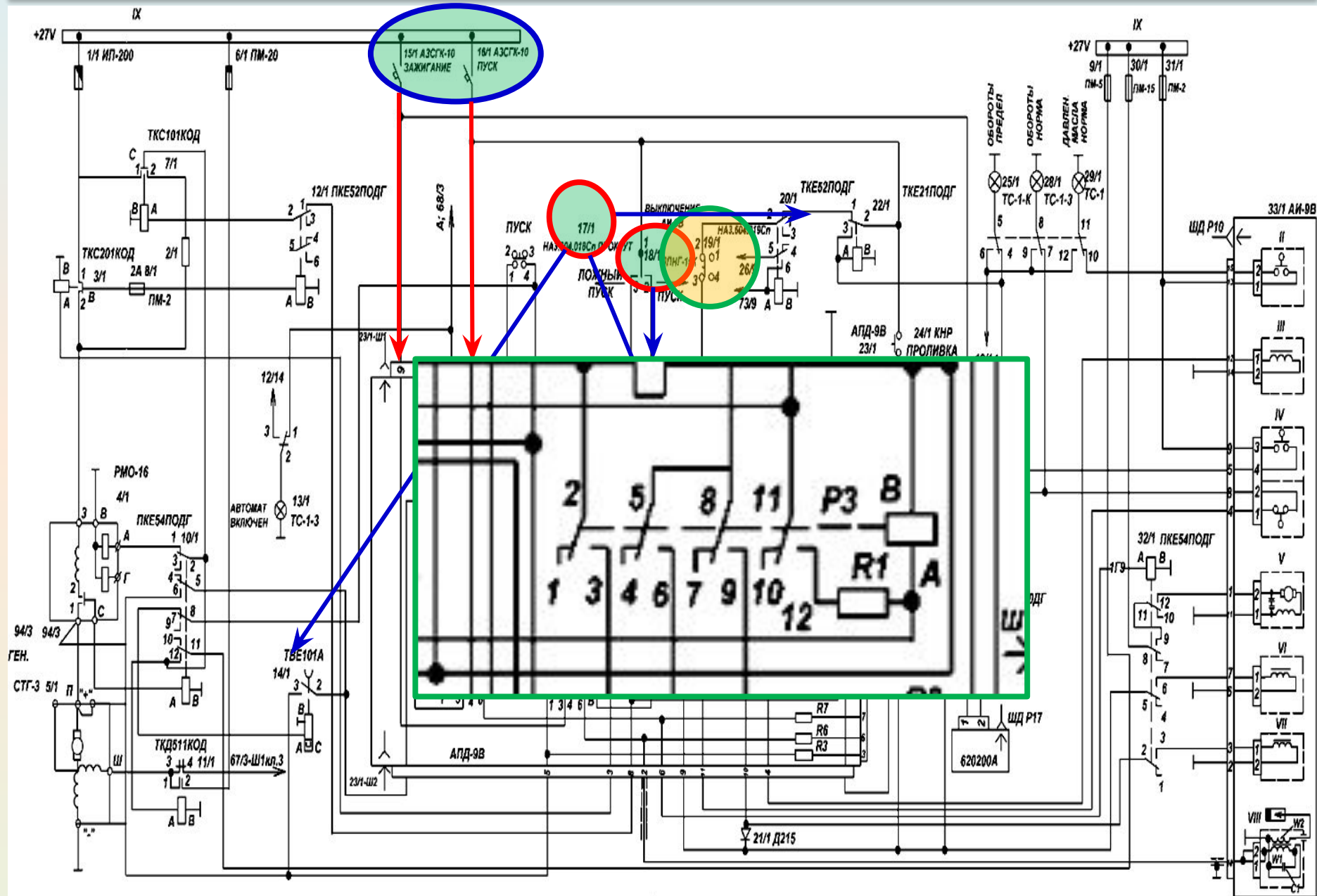
Принципиальная электрическая схема пуска двигателя АИ-9В



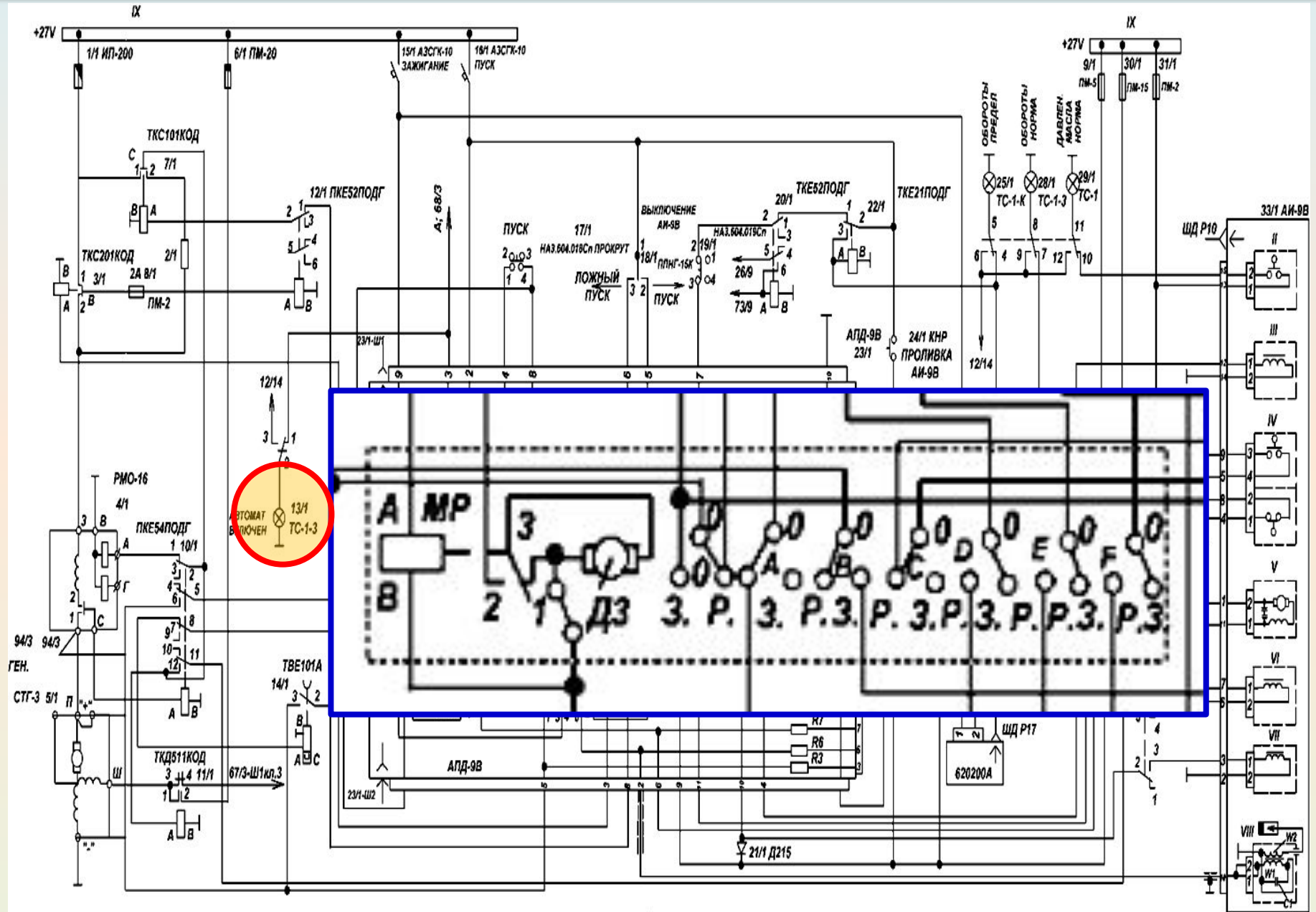
Принципиальная электрическая схема пуска двигателя АИ-9В



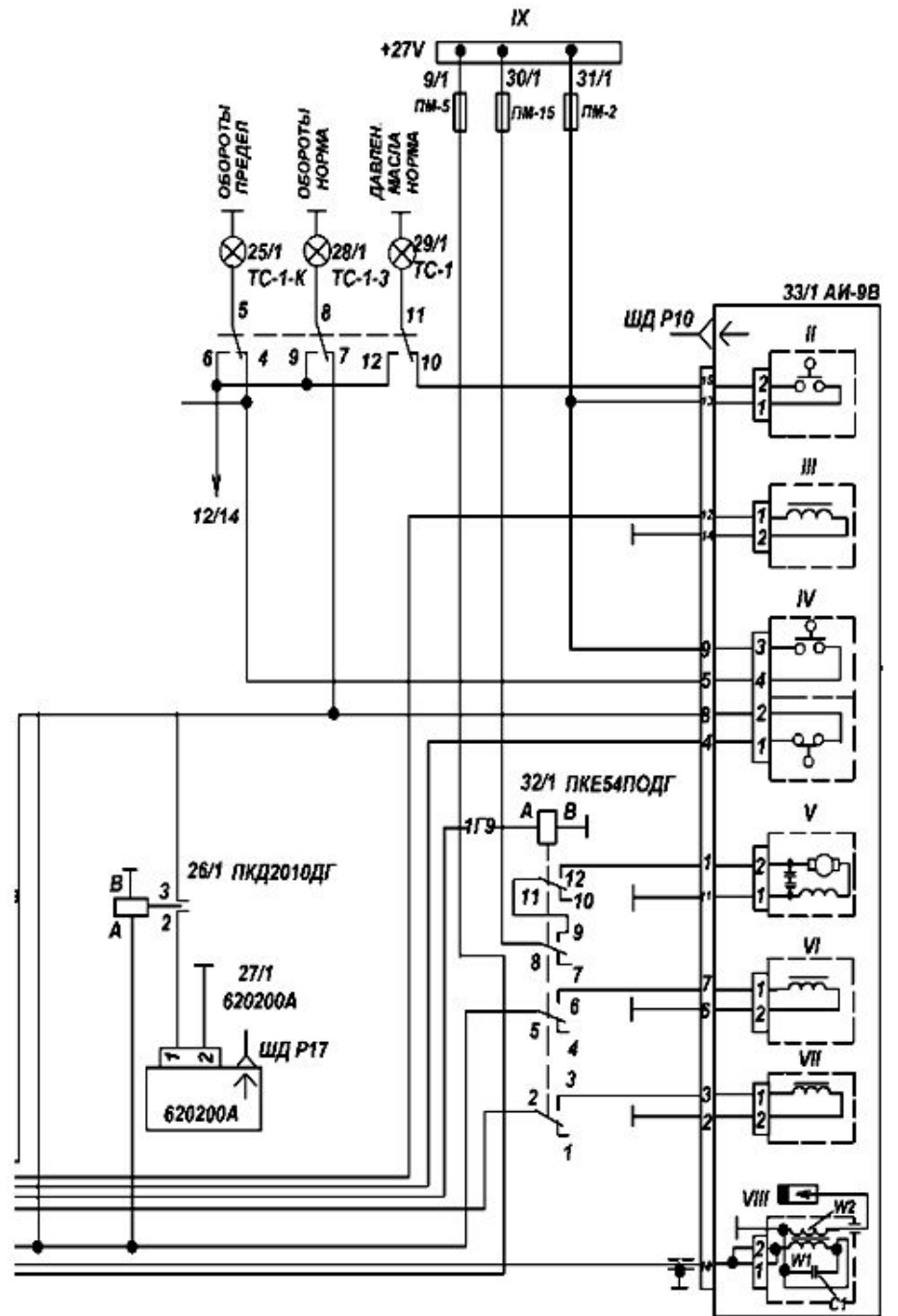
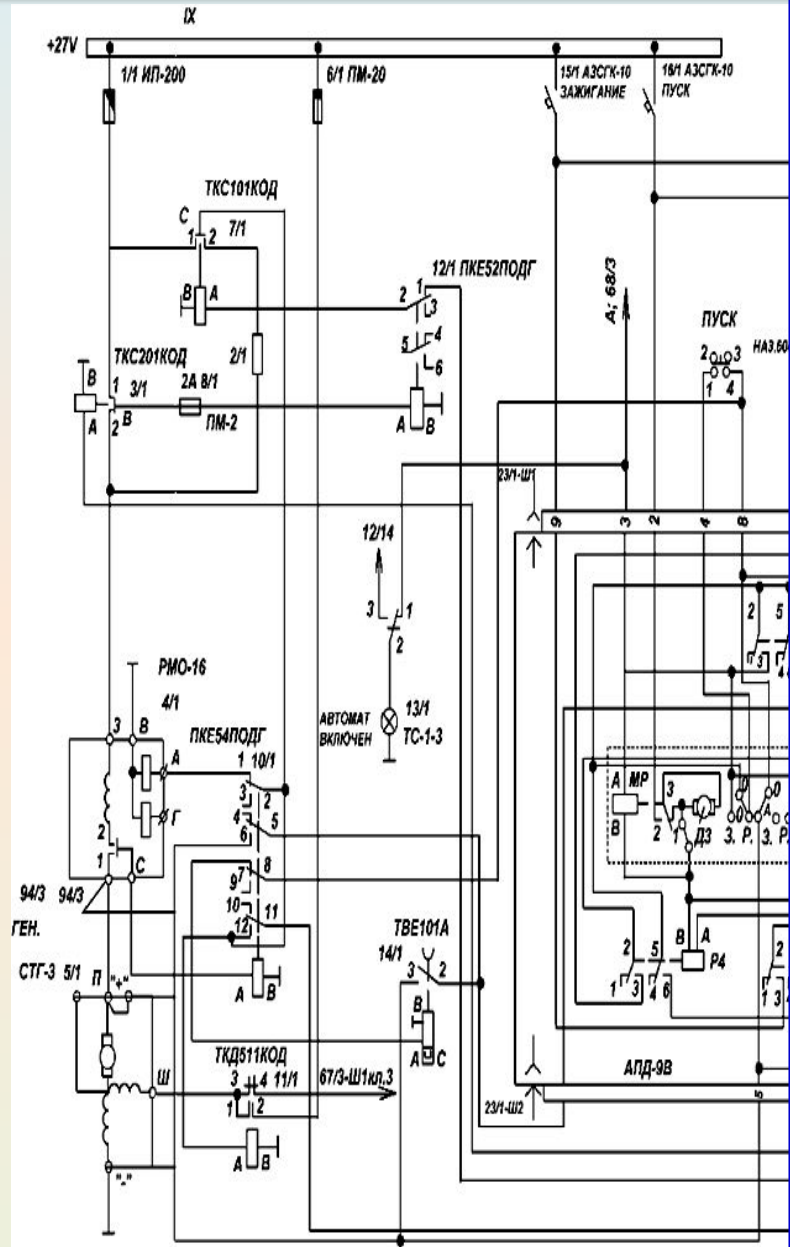
Принципиальная электрическая схема пуска двигателя АИ-9В



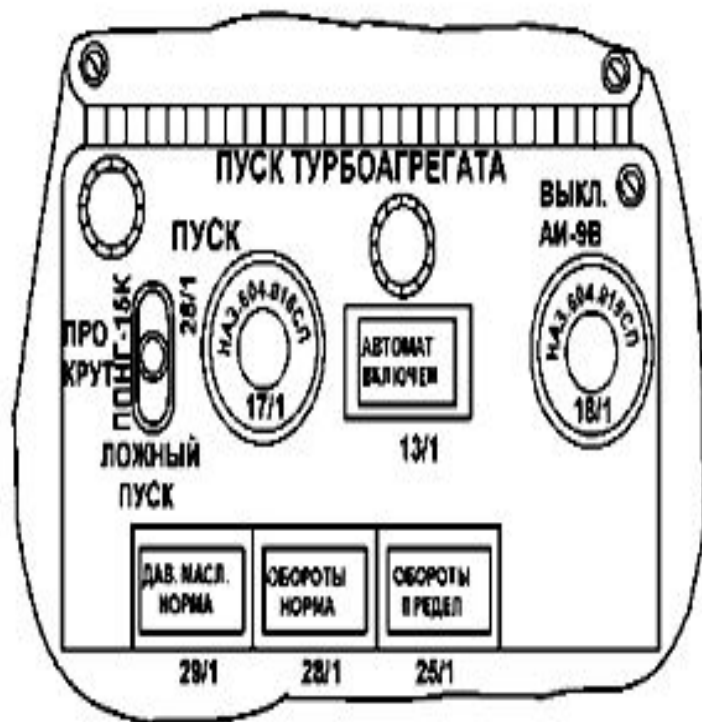
Принципиальная электрическая схема пуска двигателя АИ-9В



Принципиальная электри



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.

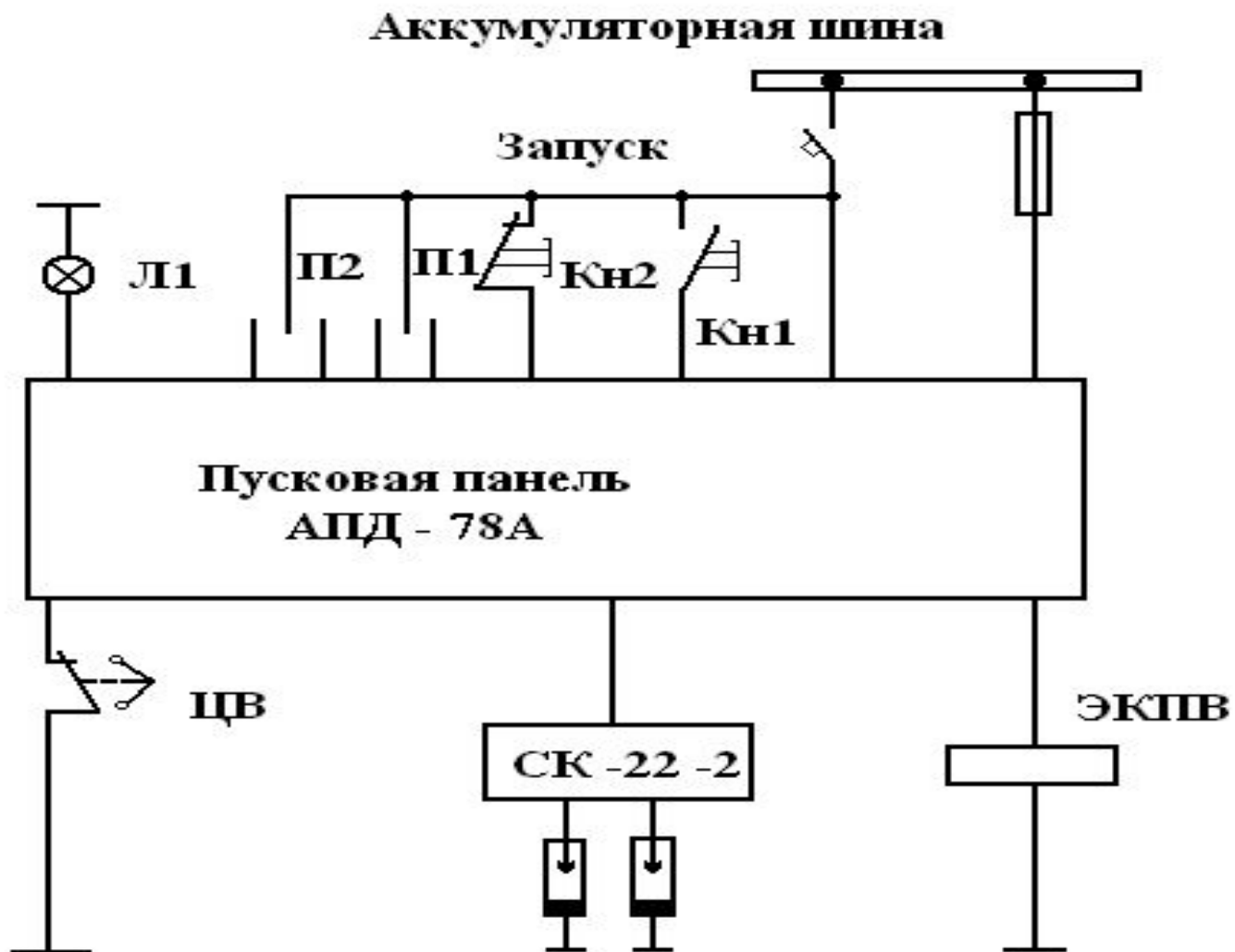
Термометр ТСТ-282С состоит из измерителя ТСТ-2; термопары Т-82К.

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 стартёр типа СТГ - самый распространённый способ запуска ГТД).

Двигатель ТВЗ–117 запуск с помощью воздушного стартёра типа СВ.

АПА

Авиационный Подвижный электроАгрегат

