

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР**

**КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО  
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени С. П. КОРОЛЕВА**

# **АВТОМАТ ТЯГИ АТ-4-2**

**Лабораторная работа № 4**

**КУЙБЫШЕВ 1979**

Министерство высшего и среднего специального  
образования Р С Ф С Р  
КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ им.С.П.КОРОЛЕВА

А В Т О М А Т Т Я Г И А Т - 4 - 2

Лабораторная работа № 4

Куйбышев 1979

Составитель: Анатолий Никитович К о п т е в

Утверждено редакционно-издательским советом  
института 17.II.78 г.

## А В Т О М А Т Т Я Г И А Т - 4 - 2

Ц е л ь р а б о т ы: Изучение конструкции автомата тяги, принципа и режимов работы. Испытание автомата тяги и оценка его работоспособности.

### К р а т к и е т е о р е т и ч е с к и е с в е д е н и я

Автомат тяги является многорежимным, резервированным регулятором, работающим по отклонению. Он входит в состав автоматической бортовой системы управления АБСУ-154.

### Назначение АТ - 4 - 2

АТ-4-2 предназначена для выполнения следующих функций:

- управление приборной скоростью полета при повороте рукоятки задатника скорости на приставке ПН-3-3;
- автоматическая стабилизация приборной скорости с помощью управления тягой двигателя;
- автоматический уход на второй круг в боковой и продольной плоскостях;
- полуавтоматический уход на второй круг в продольной плоскости;
- индикация приборной скорости.

## Состав АТ-4-2

1. Блок автоматики БА-13.
2. Пилотажно-навигационная приставка ПН-3-3.
3. Указатели скорости УС-И .
4. Исполнительный механизм автомата тяги ИМАТ.

## II. Основные технические данные АТ-4-2

1. Рабочий диапазон приборных скоростей - от 180 до 990 км/ч.
2. Погрешность стабилизации скорости - не более  $\pm 5$  км/ч в диапазоне скоростей 180 + 500 км/ч и  $\pm 1\%$  в диапазоне скоростей 500 + 990 км/ч.
3. Условия эксплуатации:
  - в интервале температур от 60 до  $+60^{\circ}\text{C}$ ;
  - статическое давление от 806 до 26 мм рт.ст.;
  - ударные и линейные ускорения - 4 д.
  - вес автомата - 35 кг.

## Принцип действия АТ-4-2

Автомат измеряет разность между текущей и заданной приборными скоростями полета самолета.

Сигнал, пропорциональный этой разности, вместе со вспомогательными сигналами, характеризующими режим полета самолета (сигнал тангажа, сигнал выпуска закрылков), поступает в вычислитель, который преобразует их в соответствии с законом управления. Выходной сигнал вычислителя управляет интегрирующим приводом, перемещающим сектора газа двигателей самолета.

Изменением тяги самолетных двигателей обеспечиваются выход самолета на заданную скорость полета и стабилизация этой скорости. На рис. I представлена функциональная схема автомата.

Функционально автомат включает в себя приставку с расположенными на ней органами управления автоматом, указатели текущей приборной скорости с индексами заданной скорости и датчиками сигнала рассогласования текущей и заданной приборных скоростей ( $\Delta v$ ). вычислитель, привод и систему встроенного контроля.

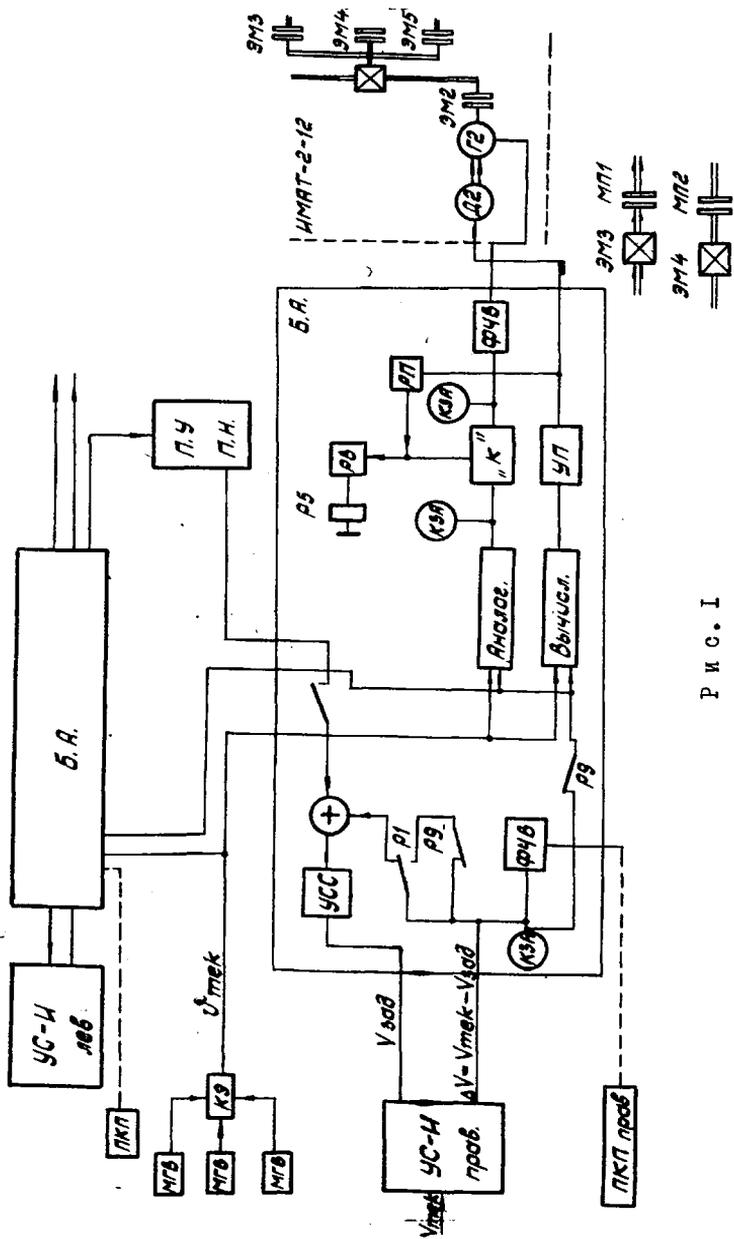


Рис. 1

Вычислитель, привод, элементы коммутации и система встроенного контроля в автомате задублированы, образуя основной (I) и резервный (II) каналы.

Указатели скорости УС-И устанавливаются на приборных досках.

Скорость может задаваться только по одному указателю.

Сигнал поступает с указателя скорости на вычислитель и с выхода вычислителя на усилитель привода. Одновременно на усилитель привода заводится сигнал скоростной обратной связи с дополнительного механизма.

Система встроенного контроля в каждом канале автомата содержит аналог, имитирующий работу вычислителя и привода автомата, компаратор (К), пороговое реле (РП), а также элементы логики, и коммутации.

Вычислитель, усилитель привода, элементы коммутации и логики, а также система встроенного контроля каждого канала конструктивно оформлены в виде блока автоматики (БА).

Кроме того, в каждом блоке (БА) установлены усилитель следящей системы (УСС) и фазочувствительный выпрямитель (ФЧВ) прибора УС-И.

Причем УСС и ФЧВ прибора УС-И лев расположены в блоке БА канала I, УСС и ФЧВ прибора УС-И прав - в блоке БА канала II.

Исполнительным механизмом; перемещающим сектора газа, служит ИМАТ, состоящий из двух каналов (основного и резервного) и общего выхода на сектора газа.

Общая часть механизма ИМАТ состоит из редуктора, блока электромагнитных порожковых муфт (ЭМ3, ЭМ4, ЭМ5), служащих для подключения секторов газа и пересиливания работающего механизма ИМАТ, аварийных фрикционных муфт пересиливания (МП1, МП2, МП3), служащих для пересиливания неисправного механизма ИМАТ.

### Режимы работы

Автомат имеет следующие режимы работы: "Подготовка", "Управление", "Уход" и "Выравнивание".

#### "Подготовка"

Режим "Подготовка" позволяет непосредственно после включения автомата в режим "Управление" стабилизировать текущую скорость полета, т.е. осуществить безрывковое включение автомата в режим "Управление".

В режим "Подготовка" автомат вводится включением тумблера "Питание" АТ на приставке. При этом происходит согласование индекса заданной скорости со стрелкой текущей скорости в приборах УС-И. Окончанием режима "Подготовка" является момент остановки индекса против стрелки, причем разница показаний индекса и стрелки не должна превышать 3 км/ч.

### "У п р а в л е н и е"

Режим "Управление" включает в себя два подрежима: "Стабилизация" и "Задание скорости".

В режим "Управление" автомат вводится по окончании режима "Подготовка" нажатием кнопки-табло "Скорость" на приставке. При этом кнопка-табло "Скорость" загорается. Автомат начинает работать в подрежиме "Стабилизация".

Подается напряжение на электромагнитные муфты ЭМ1 (или ЭМ2), ЭМ3, ЭМ4, ЭМ5 механизма ИМАТ, которые замыкают кинематику.

Сигналы  $\Delta V$  и  $V$  поступают в вычислитель, где происходит их преобразование в соответствии с законом управления, и суммарный управляющий сигнал, определяемый правой частью закона управления, поступает на ограничитель, стоящий перед усилителем привода.

Усилитель привода управляет двухфазным двигателем - генератором механизма ИМАТ.

Вал двигателя механизма ИМАТ вращается со скоростью, пропорциональной величине управляющего сигнала. Это вращение передается на сектора газа и приводит к изменению скорости полета.

В подрежим "Задание скорости" автомат вводится поворотом рукоятки "Скорость" на приставке.

При этом индекс заданной скорости одного из приборов УС-И начинает перемещаться по шкале в сторону больших скоростей при повороте рукоятки в направлении "+" и в сторону меньших скоростей при повороте рукоятки в направлении "-". В соответствии с этим в вычислитель поступает сигнал  $\Delta V$ , приводящий к изменению скорости полета.

Индекс имеет две скорости перемещения в зависимости от величины угла поворота рукоятки "Скорость".

Когда летчик отпускает рукоятку "Скорость", она возвращается пружиной в нулевое положение и прекращается перемещение индекса

заданной скорости. Происходит выход самолета на скорость, установленную летчиком по индексу, и стабилизация этой скорости.

### "У х о д "

В режим "Уход" автомат вводится подачей команды " + " 27 В. При этом происходит отключение вычислителя от усилителя привода, и в усилитель привода подается сигнал, по которому двигатель механизма ИМАТ с максимальной скоростью перемещает сектор газа до положения "Максимальный газ", после чего автомат переходит в режим "Подготовка".

### " В ы р а в н и в а н и е "

В режим "Выравнивание" автомат вводится подачей команды "+" 27 В. При этом происходит отключение вычислителя от усилителя привода и в усилитель привода поступает сигнал, по которому двигатель механизма ИМАТ с определенной постоянной скоростью перемещает сектор газа до положения "Минимальный газ", после чего автомат переходит в режим "Подготовка".

Режимы "Уход" и "Выравнивание" могут быть прекращены нажатием на приставке кнопки-табло "Скорость", после чего автомат перейдет в режим "Управление", или нажатием одной из кнопок на секторах газа СГ1 и СГ3 после чего автомат перейдет в режим "Подготовка".

### Закон формирования сигналов управления

Закон управления секторами газа:

$$(T_d v + 1) \rho \sigma_{c.2} = -K_{AT} \frac{T_d v \rho + 1}{T_f \rho + 1} \Delta V_{np} + K_{\delta} \rho \frac{T_d \delta \rho + 1}{(T_f \rho + 1)(T_r \rho + 1)} v + K_{\delta} \sigma_{\delta},$$

- где  $\sigma_{c.2}$  — угол отклонения сектора газа, град;  
 $\Delta V_{np}$  — величина отклонения приборной скорости полета самолета от заданной, м/с;  
 $v$  — текущее значение угла тангажа, град;  
 $\sigma_{\delta}$  — угол отклонения закрылков, град;

- $K_{AT} = 0,35$  - коэффициент передачи автомата по отклонению скорости от заданной,  $\frac{2-с. 2/с}{M/с}$ ;
- $K_{\dot{\alpha}} = 1,25$  - коэффициент передачи по первой производной от угла тангажа,  $\frac{2-с. 2/с}{M/с}$ ;
- $T_{g\dot{\alpha}} = 10$  - постоянная времени дифференцирования по скорости, с;
- $T_{g\dot{\alpha}} = 5,5$  - постоянная времени дифференцирования по тангажу, с;
- $T_{\phi} = 3$  - постоянная времени фильтра автомата, с;
- ~~$T_1 = 1$  - постоянная времени фильтра тангажа, с;~~
- $K_3$  - коэффициент передачи по углу отклонения закрылков,
- $\rho$  - оператор дифференцирования,  $[1/с] \frac{2-с. 2}{2-с. 2}$ ;

### П о р я д о к   в ы п о л н е н и я   р а б о т ы

Лабораторные работы выполняются по таблицам, в которых определены объем работ и порядок их проведения.

В наименовании таблицы отражено краткое содержание эксперимента.

Правила работы с таблицами приведены в конце лабораторной работы № I.

### К о н т р о л ь н ы е   в о п р о с ы

1. Назначение автомата тяги АТ-4-2.
2. Закон управления.
3. Состав автомата тяги АТ-4-2.
4. Режимы работы.

### С о д е р ж а н и е   о т ч е т а

1. Назначение АТ-4-2.
2. Блок-схема АТ-4-2.

3. Закон управления.
4. Результаты испытаний.
5. Выводы и заключение по работе.

Составитель: Анатолий Никитович Контев

АВТОМАТ ТЯГИ АТ - 4 - 2

Лабораторная работа № 4

Редактор Э.А.Г р я з н о в а  
Техн.редактор Н.М.К а л е н я к  
Корректор С.С.Р у б а н

Подписано в печать 10.02.79 г. Формат 60x84/1/16.  
Бумага оберточная белая. Печать оперативная.  
Усл. п.л. 0,7. Уч.-изд.л. 0,6. Тираж 500 экз.  
Заказ № 1854 . Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт им. С.П.Королева, г.Куйбышев,  
ул. Молодогвардейская, 151.

Областная типография им. В.П.Мяги, г. Куйбышев,  
ул. Венцека, 60.