

Часть 3.

Кинематическая и электрическая схемы, конструкция электромеханизмов типа МРД-115 систем СДУ-115 и СДУ-30

3.1 Общие сведения о системах и электромеханизмах

Системы дистанционного управления СДУ-115, СДУ-30 предназначены для передачи электрическим способом сигналов управления расходом топлива АД от РУД к регулирующим органам АД. Принципиальным отличием дистанционных систем управления от систем передачи сигналов перемещения РУД с помощью тяг и тросов состоит в том, что сигналы управления от РУД передаются в зону АД электрическим способом (по проводам, а не по тягам).

Эти сигналы воспринимаются там электрическими измерительными устройствами (сельсинами или потенциометрами) и используются для управления специальными электромеханизмами (МРД), которые уже управляют непосредственно регулирующим органом расхода топлива АД (см. Рис. В1).

Это, с одной стороны, позволяет управлять автономно каждым из АД, оптимально задавая режим его работы, устраняя, в частности, погрешность в передаче сигналов управления, вносимую тягами ввиду нелинейности их характеристик при воздействии изгибных колебаний, но, с другой стороны, требует установки комплекта дополнительных приводов, устанавливаемых около каждого АД, что, естественно, увеличивает массу системы. Кроме того, для передачи от РУД и приёме в зоне АД электрических сигналов требуется установка в системе дополнительных измерительных устройств, поэтому в состав таких систем кроме самого механизма (МРД) и блока управления (БУ) входит механизм датчиков (здесь – типа МДТ) , которые преобразуют угловые перемещения РУД в электрические сигналы (потенциометры и сельсины). Такие же комплекты потенциометров и сельсинов должны входить и в состав

механизмов .

Для обеспечения требуемых показателей надёжности такие системы выполняются многоканальными (2 или 3 канала). Вопрос выбора числа каналов требует специального рассмотрения (о некоторых аспектах этой проблемы см. раздел 2.2) ввиду некоторых особенностей контроля позиционных приводов по сравнению со скоростными приводами, управляющими перемещением самих РУД по сигналам автоматов тяги. Дело в том, что в позиционных приводах, которые при отсутствии сигналов рассогласования неподвижны, не имеют основного характеристического признака состояния системы – скорости её ЭД. Это создаёт дополнительную трудность обнаружения с помощью средств ВСК отказавшего канала для его отключения, а аналогов простых и надёжных средств фиксации угловых положений валов ЭД, применительно к рассматриваемым авиационным механизмам, нет. Да и сами сельсины представляют собой довольно сложное устройство, дублирование которых затруднено, поэтому и к их надёжности предъявляются повышенные требования []. Далее рассматриваются конкретные двухканальные структуры, разработанные для самолётов класс Ан – 225 [, ,] .

Анализ такой системы удобно начать с кинематической схемы (Рис. 3.1).

В состав механизма входят 2 ЭД (М1 – электродвигатель переменного тока АДУ – 10С и М2 – электродвигатель постоянного тока последовательного возбуждения Д10 – АРУ, каждый мощностью примерно по 10 Вт); пружинная муфта ограничения момента (см. Рис.), встроенная в цепь ДПТ (М1); необратимая муфта (см. Рис.), встроенная в канал асинхронного ЭД (М2); моментно-срывная муфта (см. Рис.) асинхронного ЭД (М2) на выходе механизма, редуктора, конечных выключателей $S_1 \dots S_4$, сельсина В1 в канале переменного тока, потенциометра R1 в канале постоянного тока и пружинных механизмов, позволяющих в эксплуатации производить подстройку положений В1 и R1 при настройке системы. Более детальное описание работы этих элементов даны ниже.

Как видно из рисунка 3.1, механизм имеет 2 канала, каждый из которых через

редуктор может передавать движения выходному валу по сигнала от механизма датчиков (МДТ) и общего блока управления приводом (БУП).

Основной канал оборудован ЭД переменного тока (М1), второй канал с ДПТ (М2) считается резервным и включается в работу в случае отказа основного. Оба канала в автоматическом режиме работают в следящем режиме. При этом канал постоянного тока имеет возможность работы в ручном режиме при нажатии из кабины кнопок " Б " (больше), " М " (меньше). При нажатии этих кнопок схема следящего режима работы отключается, и для возврата работы в следящий режим необходимо вращением РУД привести в соответствие положения приводного вала МДТ и выходного вала МРД. В соответствии с требованиями ЕНЛГС привод оборудован системой встроенного контроля (см. гл. 2) , выполняющей следующие функции:

- отключает основной канал при обнаружении в нём неисправностей и подключает резервный;
- отключает и резервный канал при обнаружении в нём неисправностей (управление при этом осуществляется вручную путём поворота выходного вала через срывную муфту);
- выдаёт сигналы о неисправностях;
- осуществляет систематический переход на резервный канал при пропадании переменного тока и автоматический возврат в следящий режим при восстановлении питания.

Основные технические данные системы

- Угол поворота выходного вала (φ_c) ограничен жесткими упорами на АД в пределах $\varphi_{c \max} = 115^\circ$. При регулировке систем обеспечивается возможность дополнительного поворота РУД на $\Delta \varphi = 2^\circ$ при достижении вала МРД жестких упоров за счёт сжатия пружины моментно-срывной муфты. Этим достигается плотное прижатие выходного вала в крайнем положении.

- Время переключки привода до крайних положений составляет $\Delta t \leq 2$ сек.,

т.е. средняя скорость выходного вала $\dot{\varphi}_c = 115 / 2 = 57,5$ °/сек.

- Номинальная нагрузка на выходном валу

$$M_C = 40 \text{ кгс} \cdot \text{см} = 40 \cdot 9,8 \cdot 10^{-2} = 3,92 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- Статическая ошибка в отработке сигнала управления $\Delta \varphi \leq 1^\circ 30'$ (в основном канале) и $\Delta \varphi \leq 2^\circ$ (в резервном).

- Основной режим работы – автоматический, ПКР циклами 2 прокладки на $\Delta \varphi = 115^\circ$ и 14 переключений в диапазоне углов $\Delta \varphi = (30 \dots 100)^\circ$ за 1 час полёта. В ручном режиме – импульсное включение с прокладкой на углы $(30 \dots 100)^\circ$ с интервалами $\Delta t = 0,5 \text{ с}$.

Технические данные электродвигателей:

- асинхронный двухфазный управляемый ЭД типа АДУ – 10 с конденсаторным возбуждением, выходной мощностью 10 Вт при питании напряжением $36 \pm 4 \text{ В}$ 400 Гц и скоростью вращения $n = 6500 \text{ об/мин}$;

- двигатель постоянного тока типа Д10 – АРУ последовательного возбуждения, выходная мощность $P_2 = 10 \text{ Вт}$ при напряжении питания $27 \pm 4 \text{ В}$, момент на валу – $0,9 \text{ Н} \cdot \text{см}$, частота вращения $\omega = 1130 \text{ с}^{-1}$.

3.2. Кинематическая схема привода.

Электродвигатели основного и резервного каналов имеют различные частоты вращения ($n_2 = 6500 \text{ об/мин}$ и $n_1 = 11000 \text{ об/мин}$), поэтому для обеспечения одинаковых скоростей выходного вала при работе различных каналов их кинематические цепи имеют различные передаточные отношения от ЭД ($i_2 = 879,91$, $i_1 = 1577,52$).

При этом скорость вращения, создаваемая каналами на выходном валу составляет:

$$n_1^c = n_1 / i_1 = 11000 / 1577,52 = 6,97 \text{ об/мин или } (6,97 \cdot 360 / 60) = 41,82 \text{ }^\circ/\text{с}$$

$$n_2^c = n_2 / i_2 = 6500 / 879,91 = 7,39 \text{ об/мин или } (7,39 \cdot 360 / 60) = 44,32 \text{ }^\circ/\text{с}$$

Моментно – срывная муфта Г (см. рис. раздела 3.3) предназначена для блокировки на корпус солнечного колеса дифференциала в случае работы канала постоянного тока (от электродвигателя М1). Со стороны поводка 24

необратимая муфта передаёт вращение через ролики 23 поводку 20 в обе стороны.

При приложении крутящего момента со стороны поводка 20 происходит заклинивание роликов 23, чем обеспечивается блокировка поводка 20 на корпус 22. Заметим, что установка такой муфты в резервном канале с ДПТ (М1) не требуется, так как он оборудован муфтой торможения.

Дифференциал Д предназначен для передачи вращения на выходной вал 31 от обоих каналов:

- от основного канала через колёса 19 – 13 – сателлиты 18 – водило В0 – колёса 30 – 32

- от резервного через колёса 10 – 11 – сателлиты – водило ВО – колёса 30 – 32 – ВВ – вал ЛОВВ – выходной вал.

Вращение с солнечного колеса 30 через сателлиты 32, водило ВВ передаётся на моментно-срывную муфту А.

Моментно-срывная муфта А предназначена для обеспечения необходимого поджатия при постановке выходного вала 31 на внешние жесткие упоры объекта, а также для обеспечения вращения выходного вала вручную в случае перехода на механическое (тросовое) управление.

Вращение от водила ВВ через кронштейн 1, выполненный заодно с водилом, рычаги, ролики 2, кольцо 6 передаётся на выходной вал 31. Вращение через вал 15, зубчатое колесо 14, разрезные зубчатые колёса 35, 36 передаётся на зубчатое колесо 34 потенциометра R1 и зубчатое колесо 37 сельсина В1. Передаточное число от вала 15 к валу сельсина В1, $i = 1 : 2, 6$, а к валу R1, $i = 1 : 1, 3$.

Потенциометр R1 служит для обеспечения позиционной обратной связи в системе при автоматическом управлении по резервному каналу постоянного тока (от электродвигателя М1).

Сельсин В1 служит для обеспечения позиционной обратной связи и системе при автоматическом управлении по основному каналу переменного тока (от электродвигателя М2). На валу 15 установлен блок кулачков 16, которые при

вращении своими выступами через рычаги 33 воздействуют на кнопки концевых выключателей S1, S2, S3, S4.

Микровыключатели S1 и S2 предназначены для выдачи сигналов во внешние цепи.

Микровыключатели S3 и S4 включены в цепи обмоток возбуждения электродвигателя Д – 10АРУ и предназначены для его отключения при ручном электрическом управлении в крайних положениях выходного вала после установки его на внешние жесткие упоры.