

Военная кафедра
Цикл авиационного оборудования



Дисциплина
«Основы конструкции и прочности летательных аппаратов»

Тема № 6. Управление самолетом

Групповое занятие № 3. Особенности систем управления скоростными самолетами

Учебные цели занятия

Знать:

- **назначение и принцип действия гидроусилителя, загрузочных устройств;**
- **назначение специальных устройств системы управления;**
- **принцип действия специальных кинематических механизмов.**

Отводимое время на занятие 90 минут



Учебные вопросы занятия

- 1. Гидроусилитель**
- 2. Загрузочные устройства**
- 3. Специальные устройства системы управления**
- 4. Специальные кинематические механизмы**



Литература на самоподготовку

- 1. А.Н. Глаголев, М.Я. Гольдинов, С.М. Григоренко, Конструкция самолетов. - М.: «Машиностроение», 1975. – 342.**

ВОПРОС 1

Гидроусилитель

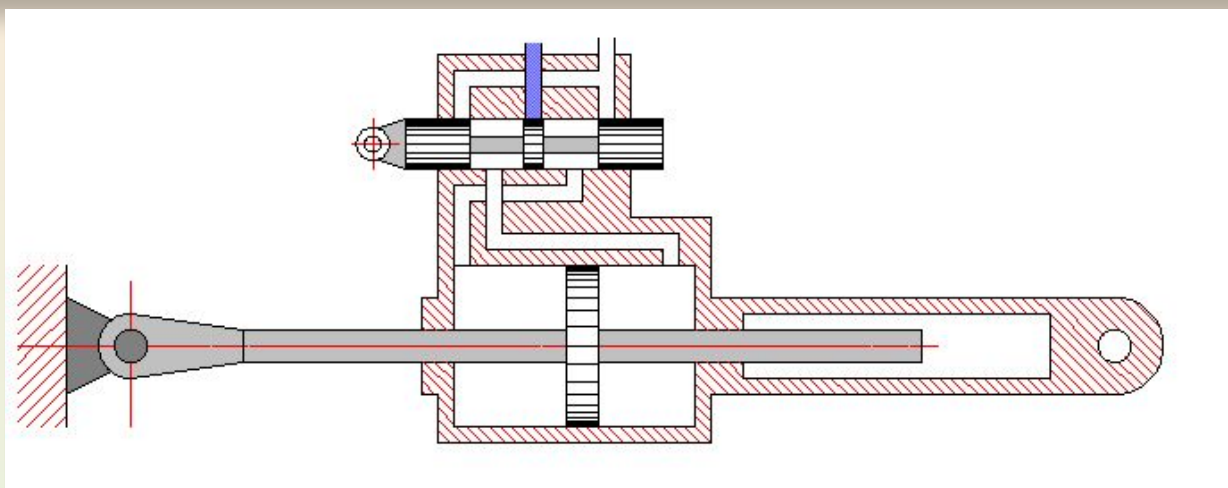
На больших скоростях и высотах значительно изменяются углы отклонения рулей, потребные для балансировки самолета.

С ростом скорости полета они уменьшаются, а с ростом высоты полета — увеличиваются.

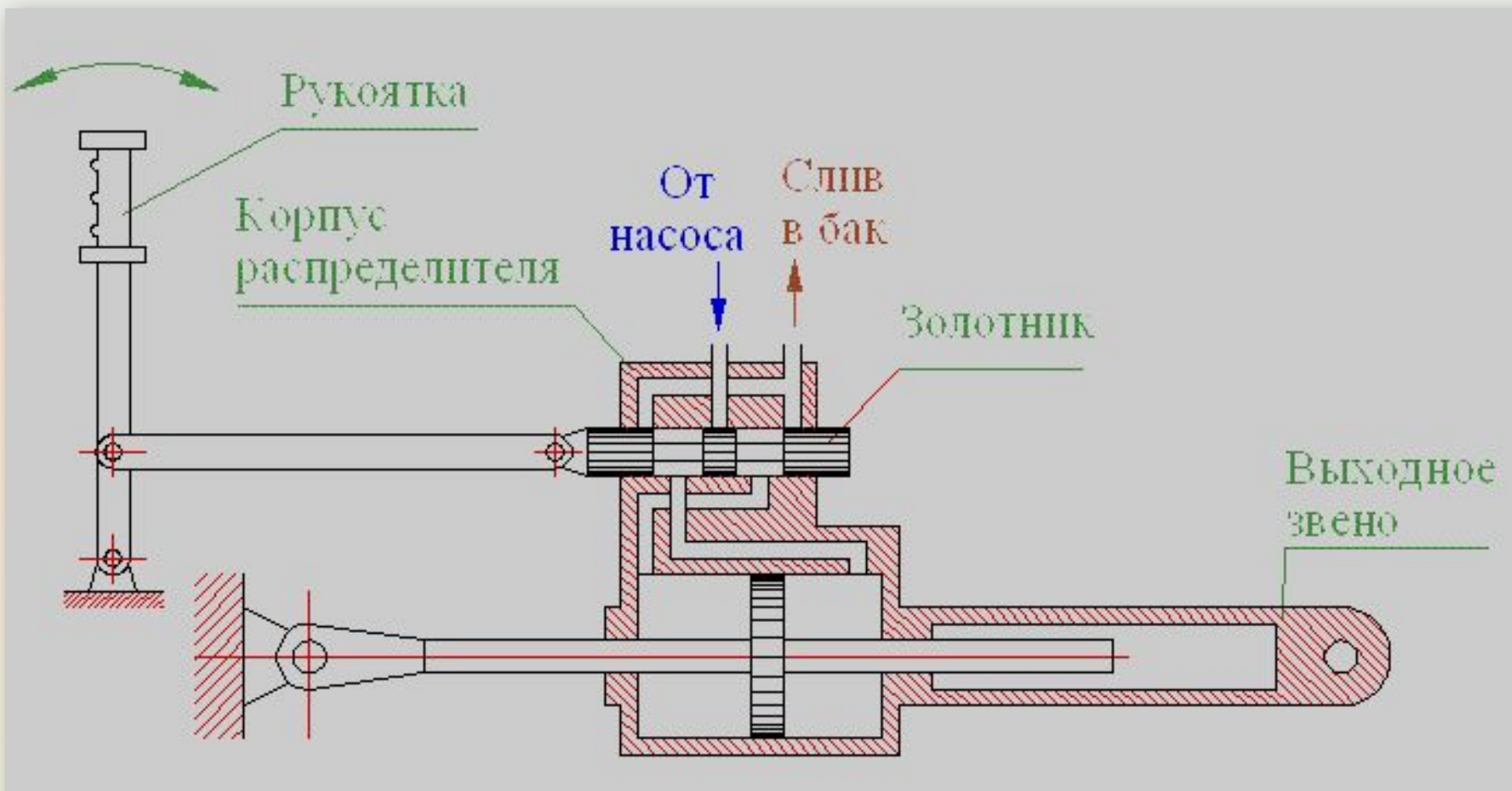
В систему управления скоростного самолета включают специальные механизмы и приводы, позволяющие преодолеть усилия на командных рычагах.

Рулевые поверхности современного самолета отклоняются с помощью специальных приводов и механизмов, из которых чаще всего используются гидравлические – гидроусилители

Гидроусилитель (бустер) представляет собой гидравлическую следящую систему и состоит из исполнительного механизма — силового цилиндра двойного действия, исполнительного штока с закрепленным на нем поршнем и распределительного следящего механизма, чаще всего золотникового типа



Устройство авиационного гидроусилителя



Золотник распределяет поток жидкости, подаваемой специальным насосом под большим давлением, направляя его в ту или иную полость силового цилиндра.

Рабочий ход золотника, необходимый для перепуска жидкости, обычно очень невелик и измеряется несколькими миллиметрами.

Поэтому практически сразу после начала перемещения летчиком командного рычага начинает перемещаться и исполнительный шток гидроусилителя.

Исполнительный шток силового цилиндра непосредственно или через промежуточные элементы проводки отклоняет рулевую поверхность, которую обслуживает данный гидроусилитель.

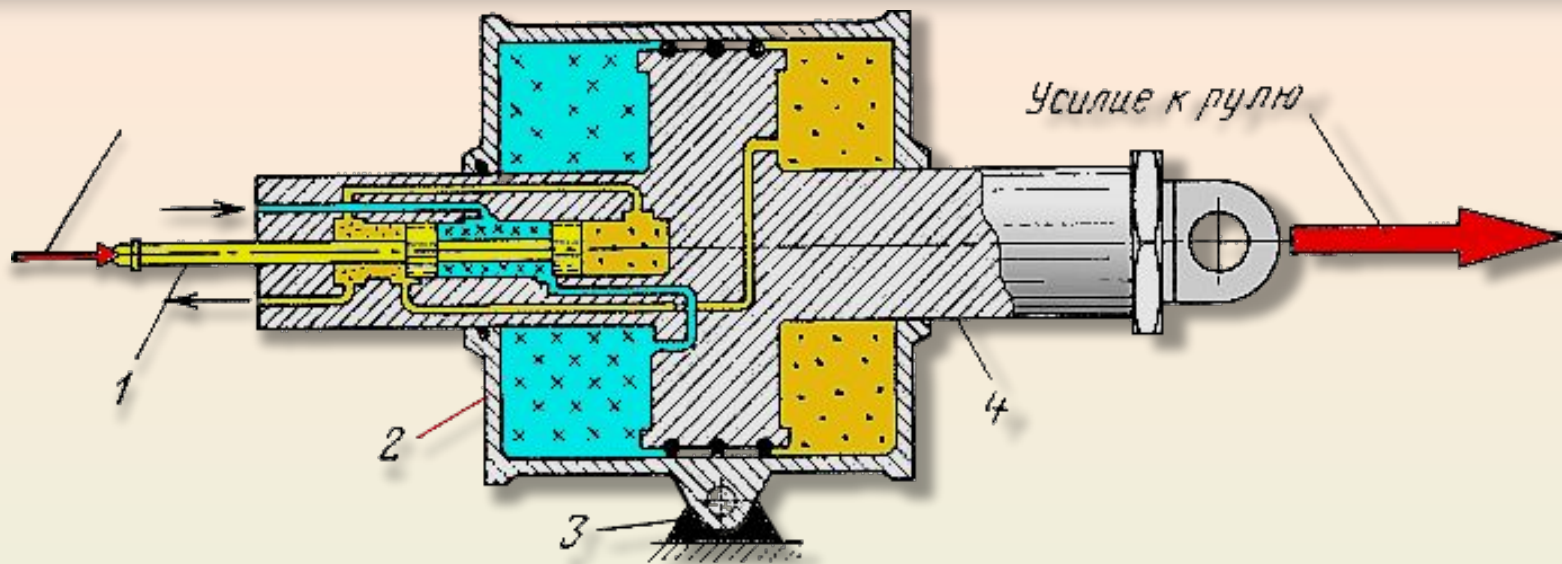


Схема работы гидроусилителя: 1 – золотник; 2 – силовой цилиндр; 3 – крепление силового цилиндра; 4 – исполнительный шток с поршнем

Гидроусилители желательно устанавливать ближе к обслуживаемой рулевой поверхности, чтобы сделать короче (а лучше вообще устранить) часть проводки управления между гидроусилителем и рулем, нагруженной большими усилиями от аэродинамических шарнирных моментов.

Движение исполнительного штока гидроусилителя должно «следить» за движением командных рычагов летчика, обеспечивая потребное направление и скорость перемещения отклоняемой рулевой поверхности.

Это обеспечивается наличием обратной связи в конструкции гидроусилителя, для осуществления которой золотник размещают на подвижном выходном элементе гидроусилителя.

К этому же элементу подсоединяют управляемую рулевую поверхность (непосредственно, или с помощью промежуточных элементов).

Если командный рычаг, управляющий золотником гидроусилителя, неподвижен, то золотник находится в нейтральном положении и жидкость не поступает в силовой цилиндр.

Перемещая командный рычаг, летчик сдвигает золотник. при этом одна из полостей силового цилиндра соединяется с питающей магистралью гидросистемы, а другая — со сливной магистралью.

Под действием разности давлений в полостях силового цилиндра, действующей на поршень, исполнительный шток начнет перемещаться, отклоняя рулевую поверхность.

Скорость перемещения исполнительного штока зависит от количества жидкости, поступающей в единицу времени в полость высокого давления силового цилиндра, т. е. фактически от площади сечения для прохода жидкости из магистрали высокого давления, созданного при перемещении золотника от нейтрального положения.

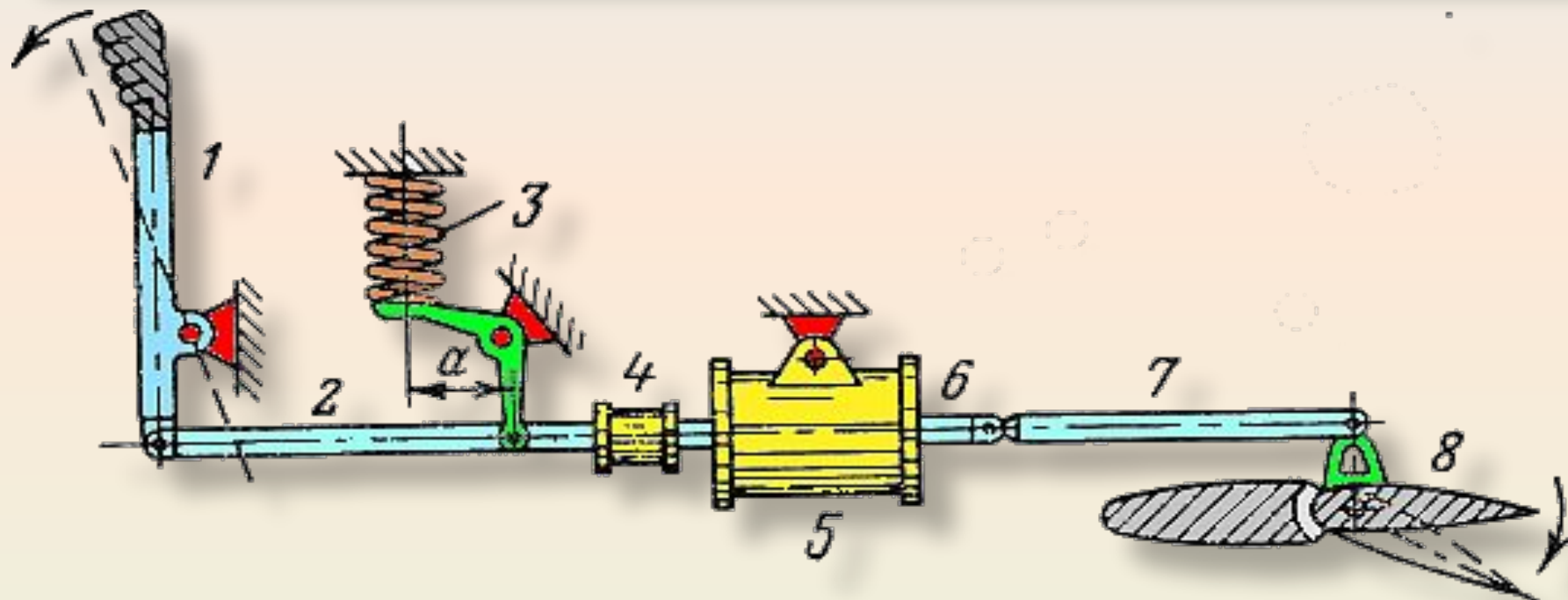
Чем больше скорость перемещения командного рычага, тем дальше отойдет золотник от нейтрального положения, тем больше будет сечение для прохода и выхода жидкости из силового цилиндра, и тем быстрее будет перемещаться исполнительный шток.

Усилие, создаваемое воздействием воздушного потока на отклоненную рулевую поверхность, уравнивается давлением жидкости на поршень силового цилиндра и передается через узлы крепления силового цилиндра на конструкцию самолета.

При такой схеме включения гидроусилителя усилия, действующие со стороны рулевой поверхности, на командные рычаги летчика не проходят. Поэтому эта схема включения гидроусилителя называется необратимой.

Если гидроусилитель включают в систему управления так, что через дополнительные тяги и качалки часть усилий с рулей может проходить на командные рычаги и восприниматься летчиком в виде нагрузки, действующей на командные рычаги, то такие схемы включения гидроусилителя называются обратимыми.

В настоящее время гидроусилители в подавляющем большинстве случаев включают по необратимой схеме



Необратимая схема включения гидроусилителя: 1 – командный рычаг; 2, 7 – тяги; 3 – загрузочная пружина; 4 – золотник гидроусилителя; 5 – силовой цилиндр; 5 – шток гидроусилителя; 8 – рулевая поверхность

Свободно перемещая командные рычаги, летчик может, особенно на больших скоростях полета, отклонить рулевые поверхности так, что возникнут перегрузки, недопустимые для него и самолета.

Поэтому в проводку управления современного скоростного самолета включают специальные загрузочные механизмы для имитации усилий на командных рычагах, возрастающих по мере увеличения угла отклонения руля и при увеличении скорости полета.

ВОПРОС 2

Загрузочные устройства

В сложных загрузочных устройствах величина усилий, действующих на командные рычаги при их отклонении, изменяется в зависимости от V и H полета ЛА

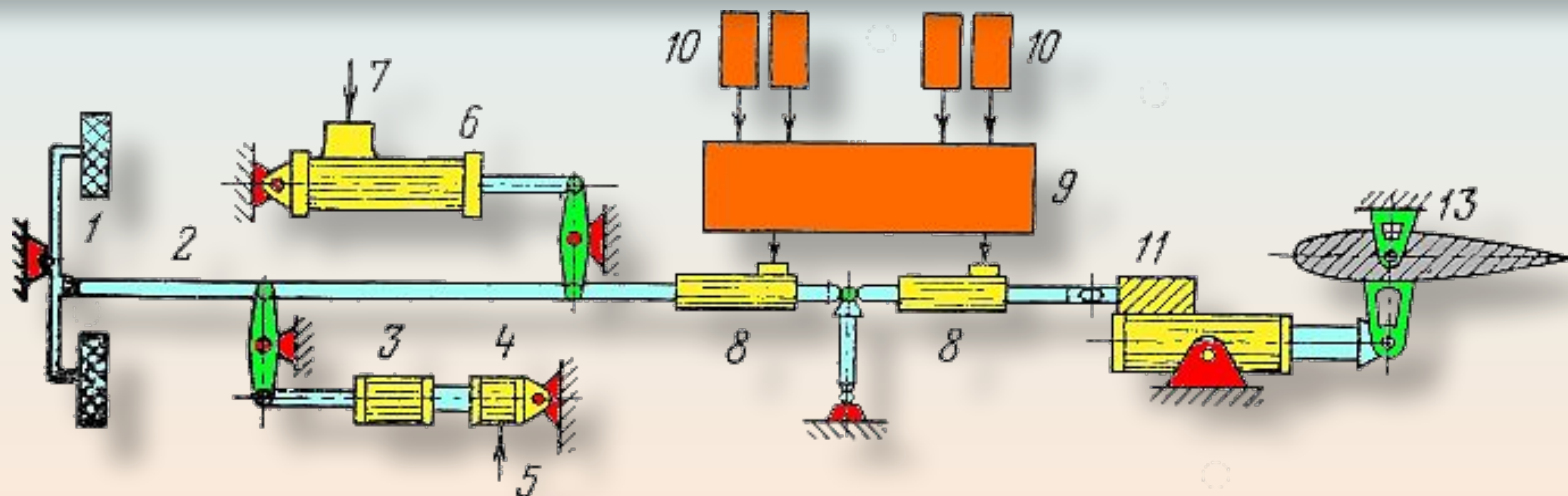


Схема управления рулём направления самолета Ту-134: 1 – педали ножного управления; 2 – тяги проводки управления; 3 – загрузочный механизм; 4 – механизм триммерного эффекта; 5 – сигнал управления МТЭ от летчика; 6 – рулевая машина автопилота; 7 – сигнал управления РМ от блоков АП; 8 – раздвижные тяги демпфера рыскания; 9 – управляющие блоки демпфера; 10 – датчики угловых скоростей; 11 – золотник гидроусилителя; 12 – силовой цилиндр гидроусилителя; 13 – руль направления

Принципиально это достигается установкой механизма, автоматически изменяющего величину плеча качалки к загрузочному механизму в зависимости от высоты и скорости полета самолета.

С увеличением высоты полета это плечо уменьшается, имитируя уменьшение загрузки командных рычагов.

С увеличением скорости полета величина изменяемого плеча увеличивается, при этом увеличивается и нагрузка командного рычага.

ВОПРОС 3

**Специальные устройства системы
управления**

Специальные устройства системы управления улучшают характеристики устойчивости и управляемости самолета, особенно на больших высотах полета

С увеличением высоты полета и при сохранении скорости полета ухудшается ответная реакция самолета на отклонение рулей.

Это затрудняет пилотирование самолета, ухудшает характеристики его устойчивости, ослабляет эффект затухания колебаний самолета.

Летчик, пытаясь парировать возникшие колебания, может усилить их.

Поэтому в цепи управления устанавливают специальные автоматы демпфирования и стабилизации полета, которые автоматически, без участия летчика, воздействуют на рулевые поверхности, отклоняя их так, чтобы улучшить эти характеристики.

Исполнительные механизмы таких автоматов часто выполняют в виде раздвижных тяг.

Длина такой тяги автоматически изменяется при перемещении ее штока в зависимости от поведения самолета, оцениваемого специальным чувствительным устройством (например, датчиками угловых скоростей вращения самолета и др.)

Для управления самолетом на очень больших высотах, помимо обычных аэродинамических, применяют специальные газовые и струйные рули, поворачивающиеся двигатели и другие устройства, позволяющие управлять самолетом в условиях очень разреженной атмосферы



ВОПРОС 4

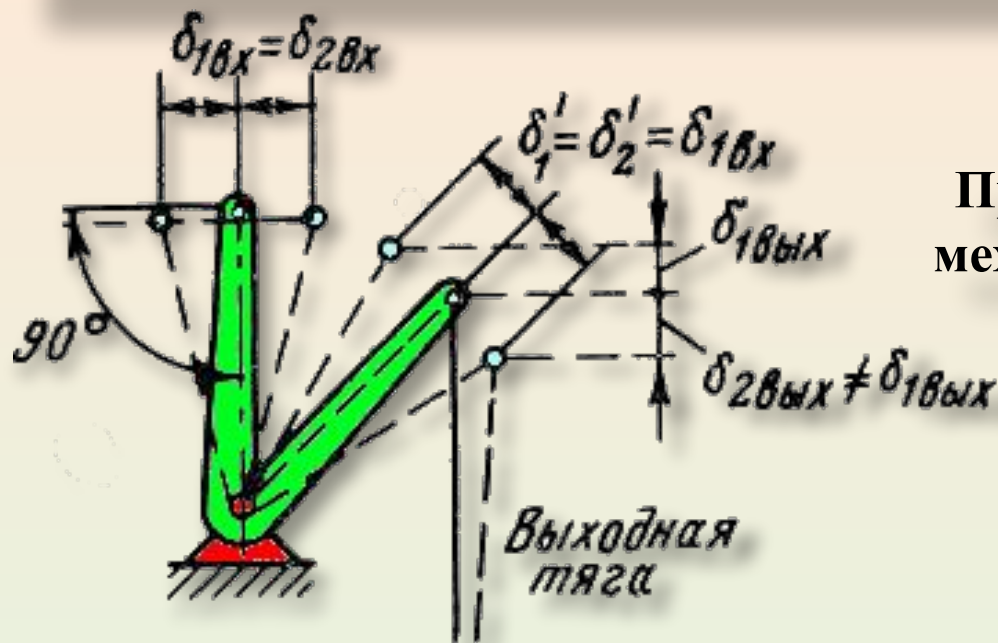
**Специальные кинематические
механизмы**

Специальные кинематические механизмы, включаемые в проводку управления, предназначены для обеспечения заданных закономерностей отклонения рулевых поверхностей или вспомогательных агрегатов (например, интерцепторов, предкрылков и пр.)

Иногда требуется при одинаковом отклонении командного рычага в обе стороны обеспечить различные отклонения рулевых поверхностей.

Это обеспечивается специальными устройствами, которые называют дифференциальными механизмами

Дифференциальные механизмы изменяют передаточное число управления, т. е. величину приращения отклонения руля, приходящуюся на единицу приращения отклонения командного рычага



Простейшим дифференциальным механизмом является двухплечевая качалка

Закон изменения передаточного числа управления задается конструктором, исходя из желаемых характеристик устойчивости и управляемости самолета.

Простейшим дифференциальным механизмом является двухплечевая качалка, дифференциальность которой зависит от угла между рычагами качалки и угла подхода к ней тяг управления

Специальные кинематические механизмы обеспечивают выпуск и уборку интерцепторов при отклонении элеронов, ограничивают возможности выпуска закрылков, например, на самолете с крылом с изменяемой стреловидностью

Вспомогательные системы управления значительно проще основной системы, они включают только часть ее агрегатов.

Обычно это командные рычаги, проводка и исполнительные механизмы, приводящиеся в движение гидравлическими, электрическими, пневматическими устройствами или механическими приспособлениями

Вопросы на самостоятельную подготовку

- 1. Назначение и принцип действия гидроусилителя.**
- 2. Назначение и принцип действия загрузочных устройств.**
- 3. Назначение специальных устройств системы управления.**
- 4. Принцип действия специальных кинематических механизмов.**