

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

---

**Кафедра аэродинамики, конструкции и прочности  
летательных аппаратов**

**Н.Б. Бехтина, Ю.В. Петров, А.С. Засухин**

# **ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

**ПОСОБИЕ**

**по проведению практических занятий**

*для студентов III курса  
направления 25.03.01 (162300)  
всех форм обучения*

**Москва - 2015**

ББК 605

Б55

Рецензент д-р техн. наук, проф. В.Г. Ципенко

Бехтина Н.Б., Петров Ю.В., Засухин А.С.

Б55 Гидромеханические системы: пособие по проведению практических занятий. - М.: МГТУ ГА, 2015. - 32 с.

Данное пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Гидромеханические системы» по рабочему учебному плану для студентов III курса направления 25.03.01 (162300) всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 20.01.15 г. и методического совета 05.02.15 г.

---

Подписано в печать 16.06.2015 г.

Печать офсетная

Формат 60x84/16

1,60 уч.-изд. л.

1,86 усл. печ. л.

Заказ № 2027/

Тираж 120 экз.

---

Московский государственный технический университет ГА

125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Редакционно-издательский отдел

125493 Москва, ул. Пулковская, д. 6а

© Московский государственный  
технический университет ГА, 2015

**СОДЕРЖАНИЕ**

Практическое занятие №1 .....	4
Практическое занятие №2.....	6
Приложение 1.....	8
Приложение 2.....	14
Приложение 3.....	14
Приложение 4.....	15
Приложение 5.....	20
Приложение 6.....	21
Приложение 7.....	31

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1**

### **ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА**

#### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. **Целью** проведения практического занятия является привитие студентам практических навыков по использованию тренажера самолета А-320 для изучения назначения, конструкции и особенностей эксплуатации гидравлической системы (ГС) самолета.

1.2. Практическое занятие включает:

- изучение назначения, состава и конструктивных особенностей ГС на примере самолета А-320;
- изучение конструкции и принципов функционирования блоков питания ГС на примере самолета А-320;
- анализ конструктивных особенностей агрегатов ГС и правил их эксплуатации;
- ознакомление с особенностями наземной технической эксплуатации ГС самолета;
- изучения технической терминологии на английском языке в области ГС.

1.3. По результатам выполнения практического занятия студентом составляется отчет. Отчет должен содержать:

- тему занятия;
- описание назначения и состава ГС самолета А-320;
- принципиальную схему блока питания ГС самолета А-320 с описанием назначения и принципов работы основных агрегатов;
- перечень основных требований техники безопасности при наземной эксплуатации ГС самолета;
- анализ особенностей наземной технической эксплуатации ГС;
- краткий словарь технических терминов на английском языке в области ГС.

Отчет и его результаты докладываются преподавателю, который делает отметку о приеме отчета.

#### **2. СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

2.1. Изучение с использованием Приложения 1 назначения, состава и конструкции ГС на примере самолета А-320.

В процессе работы с учебным материалом студенты должны изучить следующие вопросы:

- назначение ГС самолета;
- структура ГС самолета;
- конструкция блоков питания ГС самолета, назначение и принцип работы основных агрегатов.

2.2. Ознакомление со структурой и возможностями тренажера А-320 для изучения ГС самолета.

Руководствуясь указаниями преподавателя, студент включает компьютер на рабочем месте тренажера А-320. Далее, используя Приложение 2, находит

необходимую для ознакомления техническую документацию по гидросистеме заданной модификации самолета. Техническая документация на английском языке представлена по разделам в виде слайдов и комментариев. Используя словарь технических терминов (Приложение 3), студенты по слайдам и комментариям изучают ГС самолета, обращая особое внимание на порядок изложения технической информации на тренажере, указания по технике безопасности при эксплуатации ГС самолета, внешний вид, принцип работы и размещение основных агрегатов на борту ЛА (используя подсистему навигации).

2.3. Ознакомление с основными работами по ГС самолета при наземном обслуживании.

Для ознакомления с порядком работы технического персонала при выполнении технического обслуживания ГС студенты просматривают видеofilмы (Шаг 5 Приложения 2). Рекомендуется ознакомиться со следующими работами (Приложение 4):

- порядок стравливания давления из гидробаков ГС;
- порядок дозаправки гидробаков ГС;

### **3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проведения практического занятия студент должен знать:

- назначение, состав и конструкцию гидросистемы самолета А-320;
  - назначение, принцип работы и размещение на борту самолета основных агрегатов ГС;
  - основные правила техники безопасности при наземной технической эксплуатации ГС самолета А-320;
  - порядок выполнения основных видов работ при наземной технической эксплуатации ГС самолета А-320;
  - основные технические термины на английском языке в области гидромеханических систем;
- уметь:
- использовать информационную базу тренажера самолета А-320 для изучения гидромеханических систем.

### **4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. перечислить основные подсистемы гидравлической системы самолета;
2. размещение гидравлической системы на борту самолета;
3. назначение, конструкция и работа голубой системы;
4. назначение, конструкция и работа желтой системы;
5. назначение, конструкция и работа зеленой системы;
6. назначение ГС самолета, - структура ГС самолета конструкция и работа основных агрегатов гидравлической системы;
7. общие требования техники безопасности обслуживания гидросистемы.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2**

### **ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА**

#### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Целью проведения практического занятия является привитие студентам практических навыков по использованию тренажера самолета А-320 для изучения назначения, конструкции и особенностей эксплуатации топливной системы (ТС) самолета. Продолжительность практического занятия – 4 учебных часа.

1.2. Практическое занятие включает решение следующих задач:

- изучение назначения, состава и конструктивных особенностей ТС на примере самолета А-320;
- изучение конструкции и принципов функционирования подсистем ТС на примере самолета А-320;
- анализ конструктивных особенностей агрегатов ТС и правил их эксплуатации;
- ознакомление с особенностями наземной технической эксплуатации ТС самолета;
- изучения технической терминологии на английском языке в области ТС.

1.3. По результатам выполнения практического занятия студентом составляется отчет. Отчет должен содержать:

- тему занятия;
- описание назначения и состава ТС самолета А-320;
- принципиальную схему системы подачи топлива к двигателям (или другой системы по указанию преподавателя) самолета А-320 с описанием назначения и принципов работы основных агрегатов;
- перечень основных требований техники безопасности при наземной эксплуатации ТС самолета;
- анализ особенностей наземной технической эксплуатации ТС;
- краткий словарь технических терминов на английском языке в области ТС.

Отчет и его результаты докладываются преподавателю, который делает отметку о приеме отчета.

#### **2. СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ**

2.1. Изучение с использованием Приложения 5 назначения, состава и конструкции ТС на примере самолета А-320.

В процессе работы с учебным материалом студенты должны изучить следующие вопросы:

- назначение ТС самолета;
- структура ТС самолета;
- назначение и конструкция основных подсистем ТС самолета, назначение и принцип работы основных агрегатов.

2.2. Ознакомление со структурой и возможностями тренажера А-320 для изучения ТС самолета.

Руководствуясь указаниями преподавателя, студент включает компьютер на рабочем месте тренажера А-320. Далее, используя технические возможности тренажера, находит необходимую для ознакомления техническую документацию (навигация в соответствии с рекомендациями Приложения б) по топливной системе заданной модификации самолета. Техническая документация на английском языке представлена по разделам в виде слайдов и комментариев. Используя словарь технических терминов (Приложение 7), студенты по слайдам и комментариям изучают ТС самолета, обращая особое внимание на порядок изложения технической информации на тренажере, указания по технике безопасности при эксплуатации ТС самолета, внешний вид, принцип работы и размещение основных агрегатов на борту ЛА (используя подсистему навигации тренажера).

2.3. Ознакомление с основными работами по ТС самолета при наземном обслуживании.

Для ознакомления с порядком работы технического персонала при выполнении технического обслуживания ТС студенты просматривают видеofilмы (по указанию преподавателя).

### **3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проведения практического занятия студент должен знать:

- назначение, состав и конструкцию топливной системы самолета А-320;
- назначение, принцип работы и размещение на борту самолета основных агрегатов ТС;

- основные правила техники безопасности при наземной технической эксплуатации ТС самолета А-320;

- порядок выполнения основных видов работ при наземной технической эксплуатации ТС самолета А-320;

- основные технические термины на английском языке в области топливных систем;

уметь:

- использовать информационную базу тренажера самолета А-320 для изучения топливных систем самолета.

### **4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. перечислить основные подсистемы топливной системы самолета;

2 размещение топлива на борту самолета;

3 назначение, конструкция и работа системы дренажа топливных баков;

4 назначение, конструкция и работа системы заправки и слива;

5. назначение, конструкция и работа системы подачи топлива в двигатели;

6. конструкция и работа основных агрегатов топливной системы;

7. общие требования техники безопасности при наземной эксплуатации топливной системы.

## **ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА САМОЛЕТА ТИПА А-320. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

Самолет имеет три постоянно действующих гидравлические системы (условно подразделяются): **ЗЕЛЕНАЯ, СИНЯЯ И ЖЕЛТАЯ.**

Каждая система имеет свой собственный гидробак. Нормальное рабочее давление системы 3000 psi (2500 psi при питании от RAT (гидронасоса с приводом от вентилятора)). (Примечание  $1 \text{ ат} = 1 \text{ кгс/см}^2 = 14,223 \text{ psi}$  (фунт силы на квадратный дюйм)). Гидравлическая жидкость не может быть передана от одной системы к другой.

### **ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

#### **ЗЕЛЕНАЯ СИСТЕМА:**

Источник энергии – гидронасос переменной производительности с приводом от двигателя 1.

#### **СИНЯЯ СИСТЕМА:**

Включает электрический насос переменной производительности, а также в случае чрезвычайных ситуаций используется гидронасос с приводом от набегающего потока посредством ветродвигателя (RAT). Электронасос (насосная станция) включается автоматически, когда любой из двигателей отключен.

#### **ЖЕЛТАЯ СИСТЕМА:**

Основной источник энергии – насос переменной производительности с приводом от двигателя 2. Кроме того, система содержит электроприводной гидронасос переменной производительности, который включается вручную или автоматически. Это дает возможность создания давления в системе при наземных операциях, когда двигатели ЛА не работают. Технический персонал может использовать ручной насос для создания давления в желтой системе, что позволяет управлять грузовыми дверями при отсутствии электропитания на борту.

#### **БЛОК ПЕРЕДАЧИ МОЩНОСТИ (PTU)-**

представляет собой реверсивный блок гидромотор - гидронасос, который предназначен для передачи мощности от желтой системы в систему зеленую и наоборот. Блок передачи вступает в действие автоматически, когда перепад давления между зеленой и желтой системами превышает 500psi, что позволяет зеленой системе находиться под давлением на земле, когда двигатели не работают.

## **ГИДРОНАСОС С ПРИВОДОМ ОТ НАБЕГАЮЩЕГО ПОТОКА RAT**

Отсек RAT расположен в левом обтекателе, впереди основных стоек шасси. Гидронасос RAT позволяет синей системе функционировать, если оба двигателя отказали. RAT также включается автоматически при отказах двигателей. Можно включить вручную кнопкой «**RAT MAN ON**», в том числе и на земле.



Рис.1

## **ОСНОВНЫЕ АГРЕГАТЫ БЛОКОВ ПИТАНИЯ**

### **ГИДРОАККУМУЛЯТОРЫ**

Гидроаккумулятор в каждой системе помогает поддерживать постоянное давление путем подачи накопленной гидрожидкости в систему на переходных режимах. Четыре дополнительных гидроаккумулятора установлены в функциональных подсистемах для обеспечения их нормальной работы при больших расходах рабочей жидкости.

### **ПРИОРИТЕТНЫЕ КЛАПАНЫ (ПОДПОРНЫЕ КЛАПАНЫ)**

В случае падения гидравлического давления, приоритетный клапан отключает часть потребителей, оставляя только основные.

### **ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ЗАПОРНЫЕ КЛАПАНЫ**

В зеленой и желтой системах имеются противопожарные запорные клапаны, которые летный экипаж может закрыть, нажав кнопки «**ПОЖАР**» («**FIRE**» ENG 1(2)).

## ПОДСИСТЕМА НАДДУВА ГИДРОБАКОВ

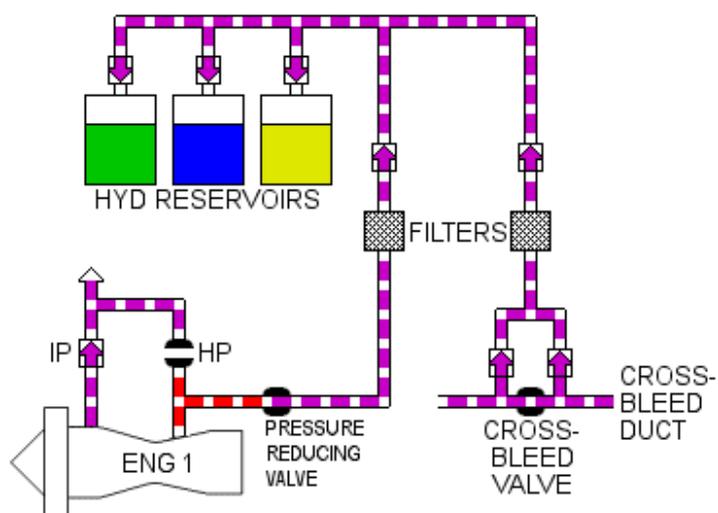


Рис. 2

Обычно, отбор воздуха от двигателя 1 для наддува гидробаков осуществляется через клапан НР (высокое давление), через который отбор воздуха осуществляется также в систему кондиционирования (Рис.2). Заданное давление наддува поддерживается автоматически посредством редуктора (pressure reducing valve). Если давление отбираемого воздуха слишком низкое, то система забирает дополнительное количество воздуха через специальный заборный патрубок (cross bleed duct) и клапан (cross bleed valve). Система поддерживает достаточно высокое давление в гидробаках (50psi) для обеспечения бескавитационной работы насосов.

## СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ ГС САМОЛЕТА

Принципиальная схема распределения функциональных подсистем по гидросистемам самолета приведена на рисунке 3. Анализ показывает, что, например, подсистема управления руля направления имеет трехкратное резервирование (питание осуществляется от трех систем), а управление элеронами и рулями высоты – двукратное.

Следует обратить внимание на наличие во всех ГС подпорных клапанов (PV), которые при падении давления в гидросистеме отключают ряд второстепенных потребителей. Так, при падении давления в желтой ГС отключаются функциональные подсистемы управления дверями грузовых люков и управления закрылками правой консоли крыла.

На схеме цифрами обозначены соответствующие секции органа управления, например, «Спойлеры С.3» - это управление третьей (для левой и правой консоли) секцией спойлеров.

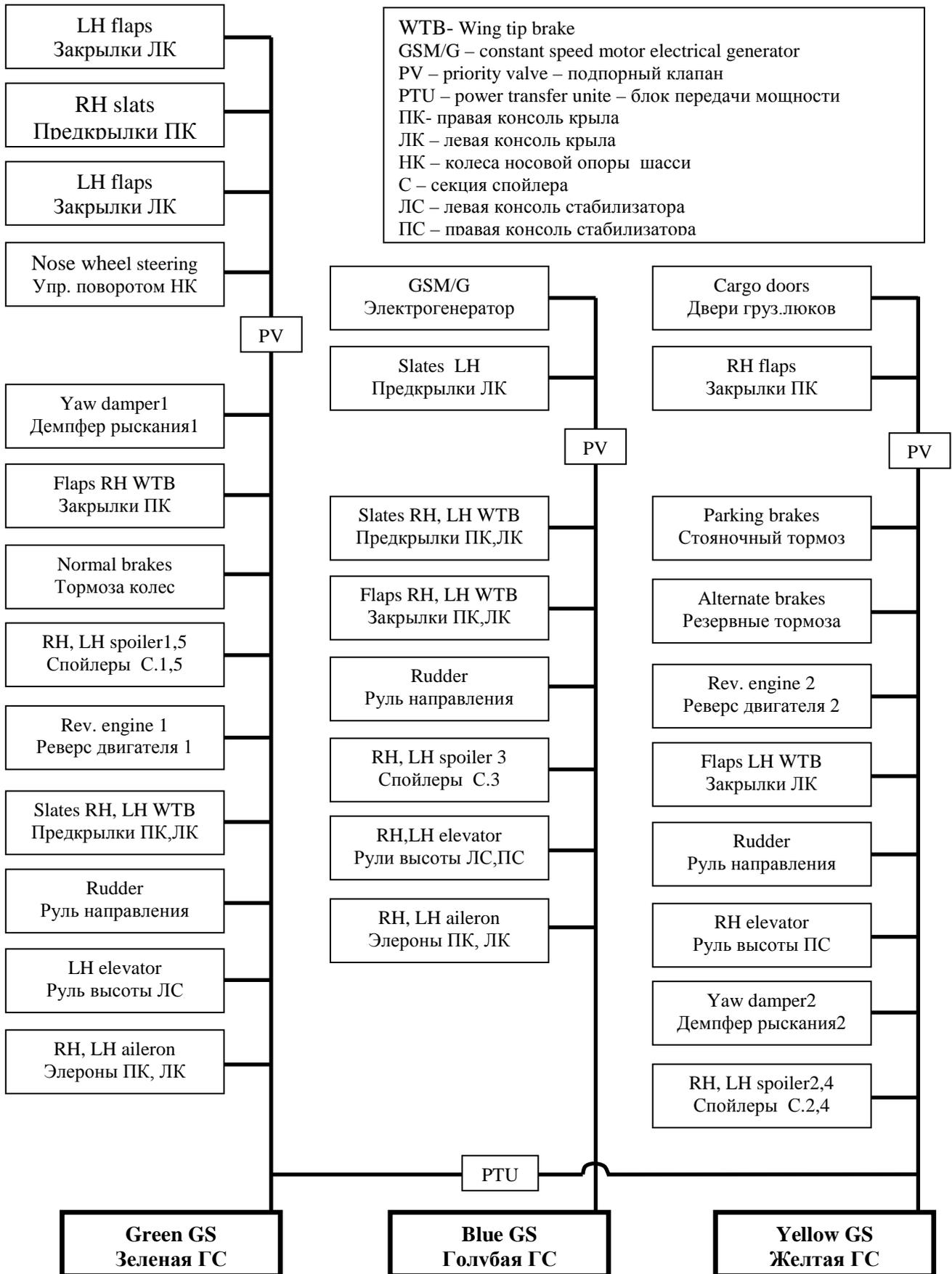


Рис. 3 Принципиальная схема функциональных подсистем гидросистемы самолета А-320

## **БЛОК ПИТАНИЯ ГИДРОСИСТЕМЫ САМОЛЕТА**

Принципиальная схема блока питания приведена на схеме (рис. 4). Гидрожидкость размещена в отдельных гидробаках 1. В зеленой и желтой ГС в линиях всасывания установлены пожарные клапаны 2, управление которыми осуществляется экипажем и предназначены для изолирования гидросистем при пожаре двигателей.

Источником энергии в голубой ГС являются:

- электроприводная насосная станция 3, включающая гидронасос и электродвигатель переменного тока;
- гидронасос с ветродвигателем.

Источником энергии в зеленой ГС является гидронасос с приводом от двигателя 5. Гидронасос установлен на двигателе 1.

В желтой ГС три источника энергии:

- электроприводная насосная станция 3, включающая гидронасос и электродвигатель переменного тока;
- гидронасос с приводом от двигателя 5;
- ручной насос 11.

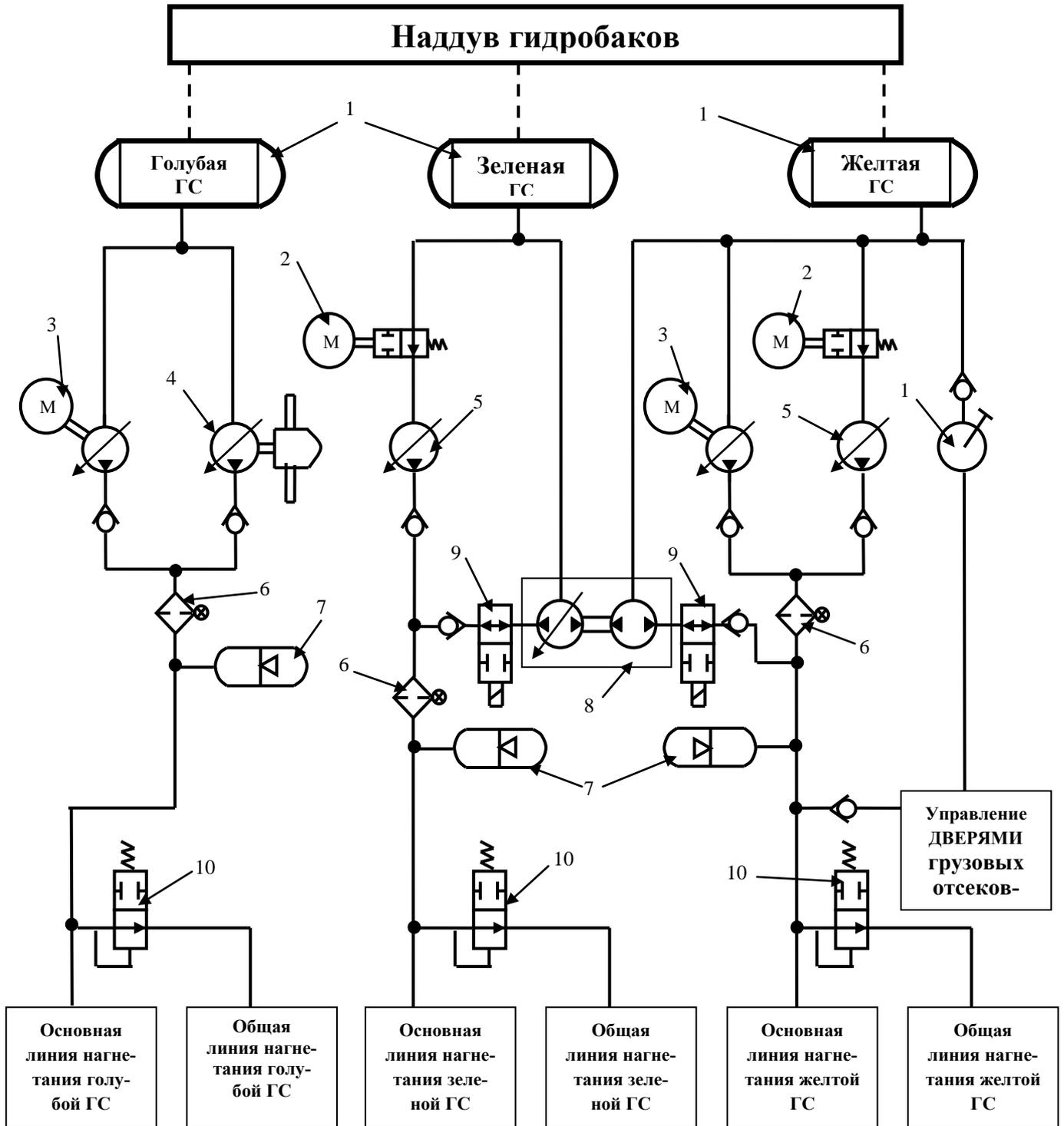
Зеленая и желтая ГС связаны блоком передачи мощности 8, который управляется кранами переключения 9.

В линиях нагнетания всех систем установлены фильтры 6 с сигнализаторами засорения, гидроаккумуляторы 7 и подпорные клапаны 10. Гидроаккумуляторы предназначены для гашения пульсаций давления на выходе из гидронасосов и подачи рабочей жидкости потребителям на переходных режимах и при больших потребных расходах. Линия нагнетания каждой ГС подпорным клапаном 10 разделяется на общую линию нагнетания и основную линию нагнетания. При падении давления в системе ниже заданного уровня питание осуществляется лишь функциональных подсистем, соединенных с основной линией нагнетания.

Наддув гидробаков в штатном режиме осуществляется от общей системы кондиционирования самолета.

В каждой ГС установлена система обратных клапанов, которые обеспечивают заданное направление движения рабочей жидкости в системе. Они предотвращают перетекание рабочей жидкости из линии нагнетания в гидробак через отказавший насос.

Ручной насос 11, установленный в желтой ГС, может быть использован на земле для управления дверями грузовых отсеков (люков), при этом линия нагнетания ручного насоса отделена от линии нагнетания желтой ГС обратным клапаном.



Принципиальная схема блока питания гидросистемы самолета А-320 (318, 319, 321), где 1-гидробак (Reservoir); 2-противопожарный клапан (Fire shut-off valve); 3-электроприводная насосная станция (AC electric motor pump); 4-гидронасос с ветродвигателем (Ram Air Turbine (RAT)); 5-гидронасос с приводом от двигателя ЛА (Engine driven pump); 6-фильтр (filter); 7-гидроаккумулятор (System accumulator); 8-блок передачи мощности (Power Transfer Unit (PTU)); 9-электромагнитный кран переключения; 10-подпорный клапан (Priority valve); 11-ручной насос

Принципиальная схема блока питания гидросистемы самолета А-320 (318, 319, 321), где 1-гидробак (Reservoir); 2-противопожарный клапан (Fire shut-off valve); 3-электроприводная насосная станция (AC electric motor pump); 4-

Рис.4

Приложение 2

На панели приглашения процедурного тренажера в соответствии с указаниями преподавателя набрать пароль для входа в систему.

- Courseware
- -----
- A318/.../A321 All Engines Full & Cross Maintenance Qualification Courses
- -----
- ▣ A318/.../A321 CFM 56
  - ▣ Full
    - T1 CFM 56
      - ▣ 29 Hydraulic Power System
        - Hydraulic Power System Component Location
        - -----
        - -----
        - Hydraulic Power System Operation, Control & Indicating
        - ▣ Maintenance Practice
          - Reservoir Depressurization/Pressurisation

Приложение 3

Видеофильм «Процедура стравливания давления из гидробаков ГС»



Видеофильм «Процедура заправки гидробаков ГС»



## ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА САМОЛЕТА А-320

### Введение

Топливная система самолета А-320 предназначена для размещения топлива на борту самолета и его бесперебойной подачи к двигателям, ВСУ и другим потребителям.

Топливная система включает следующие подсистемы:

- система размещения топлива на борту самолета (топливные баки) – fuel storage;
- система дренажа топливных баков – fuel tank ventilation;
- система заправки и слива топлива – refuel/defuel system;
- система подачи топлива к двигателям и ВСУ – engine and APU supply;
- система межотсекowej (межбаковой перекачки) – intercell transfer system;
- система кольцевания – crossfeed system, предназначенная для обеспечения выработки топлива из всех баков и подачи его в оба двигателя при отказах одной из систем подачи (левого или правого двигателя);
- система охлаждения масла двигателей и приводных электрогенераторов – fuel recirculation system.

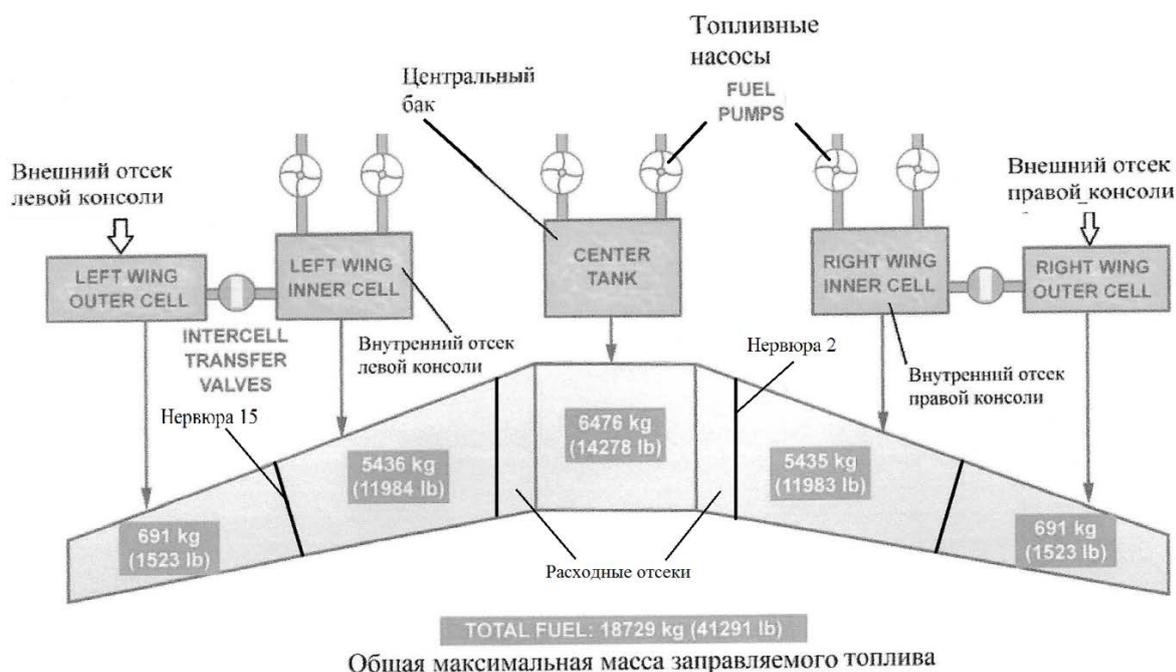
Рассмотрим конструкцию и работу некоторых подсистем топливной системы самолета А-320.

### Система размещения топлива на борту самолета

Топливо на самолете размещается в трех топливных баках:

- в баке-кессоне левой консоли крыла (the left hand wing tank);
- в баке-кессоне правой консоли крыла (the right hand wing tank);
- в центральном баке, размещенном в центроплане (the center tank).

Баки левой и правой консоли крыла разделяются нервюрой 15 на внутренний отсек (inner cell) и внешний отсек (outer cell). При максимальной заправке баков остается около двух процентов объема, не занятого топливом, для обеспечения дренажа баков и свободы температурного расширения. Максимально возможные заправки баков показаны на рис.5. К двигателю 1 топливо подается при помощи двух топливных насосов, размещенных в расходном отсеке между 1 и 2 нервюрами внутреннего отсека левой консоли, и из центрального бака посредством одного (левого на рисунке) насоса. Двигатель 2 питается аналогично из правого крыльевого бака и центрального бака. К ВСУ топливо подается от системы питания двигателя 1.



Размещение топлива в баках самолета А-320

Рис.5

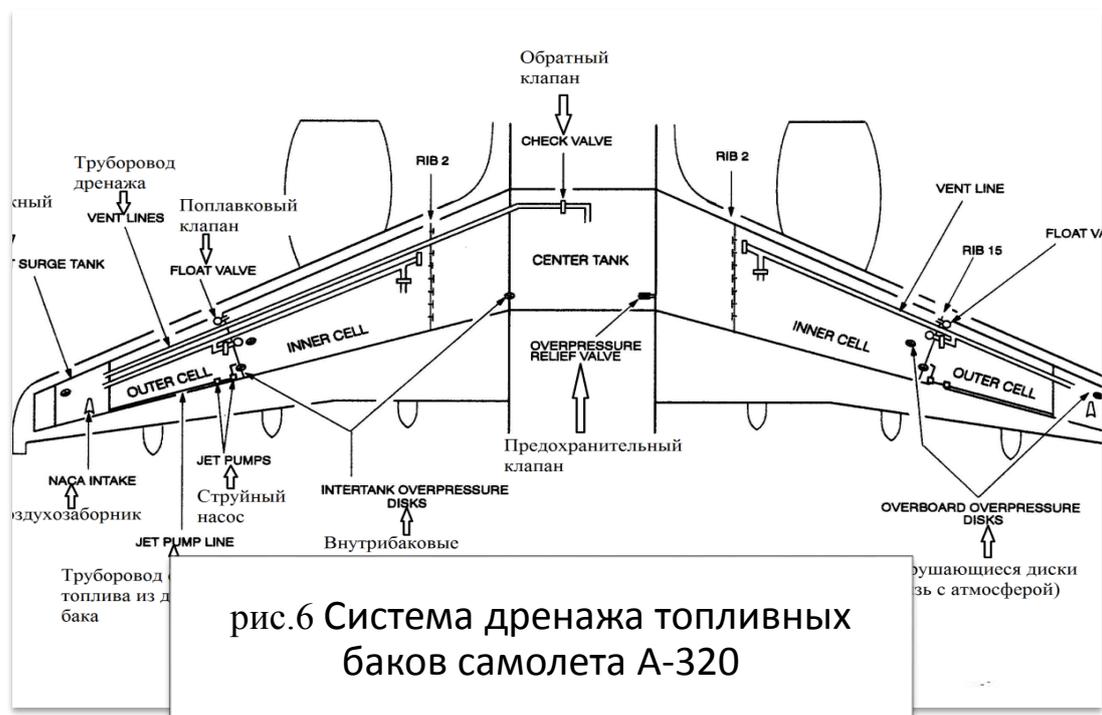
Эти две изолированные системы связаны между собой клапаном кольцевания (на рисунке не показан). Перекачкой топлива из внешнего во внутренний отсек крыльевого бака управляет меж отсековой перепускной клапан (intercell transfer valve). При уменьшении количества топлива во внутреннем отсеке крыльевого бака до 750 кг перепускной клапан открывается, и топливо из внешнего отсека поступает во внутренний.

Для обеспечения нормальной работы насосов, подающих топливо в двигатели, они расположены в расходном отсеке между 1 и 2 нервюрами. Этот отсек заполнен топливом на всех режимах эксплуатации самолета, что обеспечивается системой межбаковой перекачки и соответствующей организацией перетекания топлива. Так, на нервюре 2 установлены створчатые обратные клапаны (slack valve), которые перепускают топлива только в расходный отсек. В каждом топливном баке установлен один или несколько клапанов слива воды (water drain valves), которые используются для слива воды и полного слива топлива из баков при техническом обслуживании.

#### **Система дренажа (вентиляции)**

Система дренажа обеспечивает подачу атмосферного воздуха в топливные баки самолета на всех режимах эксплуатации, предотвращая их от разрушения. Система включает:

- два дренажных бака (vent surge tanks), размещенные в концевых отсеках левой и правой консолей (см. Рис.6);



- систему трубопроводов, обеспечивающих связь дренажного бака со всеми баками самолета. При этом правый крыльевой бак дренируется от правого дренажного бака, а левый и центральный баки от левого дренажного бака. Каждый дренажный трубопровод в районе выходного патрубка снабжен обратным клапаном (check valve), который предотвращает попадание значительных объемов топлива в дренажный бак;

- воздухозаборники (NASA intake), установленные на нижней панели крыла в соответствующих дренажных баках. В воздухозаборники вмонтированы пламегасители, предотвращающие попадание в дренажные баки пламени при аварийной посадке, а также устройства предотвращения обледенения;

- систему предохранения баков от разрушения при избыточном давлении и давлении существенно меньшем атмосферного (это возможно при засорении воздухозаборников). Для этого используются: внутрибаковые разрушающиеся диски (intertank overpressure disks) и предохранительные клапаны (overpressure relief valves), соединяющие отсеки крыла и центральный бак; разрушающиеся диски (overboard overpressure disks), связывающие внутренние объемы крылевых и дренажных баков с атмосферой;

- поплавковые клапаны (float valves), которые соединяют надтопливные пространства внутренних и внешних крылевых отсеков и обеспечивают заданную работу дренажной системы;

- трубопроводы (jet pump line) и струйные насосы (jet pumps), перекачивающие топливо, накопившееся в дренажном баке, во внутренний отсек крылевого бака.

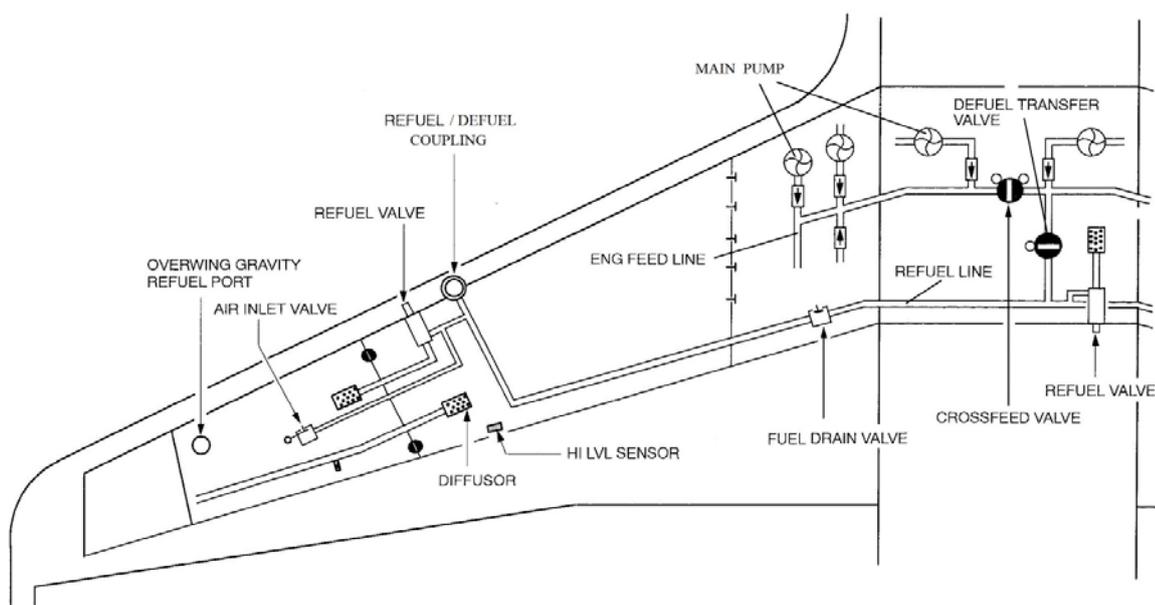
### **Система заправки и слива топлива**

Система заправки предназначена для обеспечения автоматической заправки топлива в баки самолета по заданной программе через штуцер централизованной заправки / слива (refuel / defuel coupling) (см. Рис. 7). Далее топливо поступает в трубопроводы заправки к электрокранам (клапанам) заправки (refuel valves) соответственно крыльевого и центрального баков, управление которыми осуществляется системой централизованной заправки. При открытых клапанах заправки топливо по специальным трубопроводам подается через диффузоры (diffusor) в крыльевые и центральный бак. Диффузоры, установленные на концах трубопроводов заправки, предназначены для уменьшения турбулентности потока на входе в бак и предотвращения накопления статического электричества. При достижении заданного программой уровня заправки клапаны заправки перекрываются и заправка прекращается.

Сливной клапан (fuel drain valve) позволяет топливу сливаться из трубопровода заправки в расходный отсек крыльевого бака. Если давления в трубопроводе нет, то клапан открыт и топливо свободно сливается в бак. Во время заправки под давлением нажимается подпружиненный клапан, он садится на седло и предотвращает неконтролируемый слив топлива через клапан. Лепестковый обратный клапан предотвращает поступление топлива из бака в трубопровод. Аналогичные функции выполняет перепускной клапан (клапан впуска воздуха) (air drain valve), предназначенный для обеспечения слива топлива из трубопровода заправки после ее окончания. Это предотвращает разрушение трубопровода при температурном расширении оставшегося в нем топлива. Данный клапан оснащен поплавком, который перекрывает слив топлива при полной заправке крыльевого бака. Кроме того, при открытом поплавковом клапане и заданном перепаде через перепускной клапан воздух может поступать в трубопровод заправки.

Трубопровод заправки используется также для слива топлива на земле. При этом используются центробежные насосы подкачки (основное их назначение – подача топлива в двигатели), установленные в расходном отсеке каждого крыльевого бака (два насоса в каждом расходном баке) и в центральном баке. Управление процессом слива топлива осуществляется через перепускной клапан слива (defuel transfer valve) и клапан кольцевания (crossfeed valve), который на рисунке не показан. Когда клапаны открыты и насосы включены, топливо подается к заправочному штуцеру и от него на слив. При этом клапаны заправки закрыты.

Бортовой штуцер заправки, трубопроводы системы заправки могут быть использованы для слива топлива из баков. При этом клапаны заправки должны быть закрыты, насосы подачи топлива в двигатели (main pumps) включены. Топливо через клапан кольцевания (crossfeed valve) и клапан слива (defuel transfer valve) по трубопроводу заправки подается на слив.



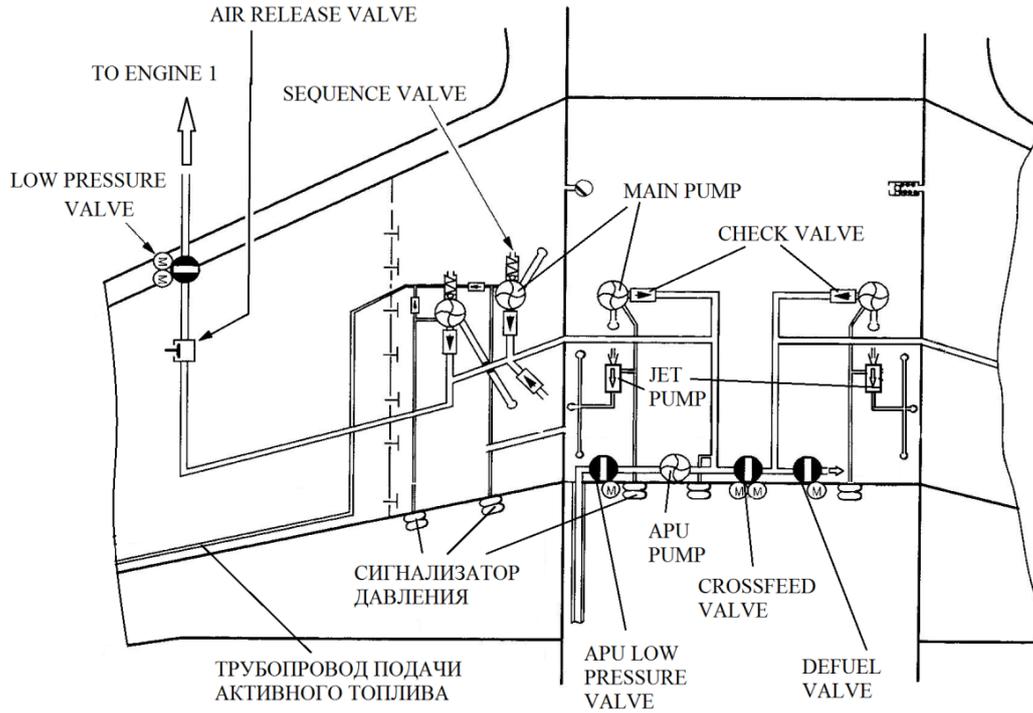
Принципиальная схема систем заправки и слива топлива самолета А-320

Рис.7

### Система подачи топлива в двигатели и ВСУ

Система предназначена для бесперебойной подачи топлива к двигателям и ВСУ на всех этапах эксплуатации. Топливо в двигатели из расходных отсеков крыльевых баков подается двумя центробежными насосами (main pump), а из центрального бака одним насосом (на каждый двигатель). На выходе из насосов установлены обратные клапаны (check valve), препятствующие перетеканию топлива обратно в бак через отказавший насос. Часть топлива от насосов по специальной линии нагнетания (активное топливо) подается в трубопроводы для обеспечения работы струйных насосов (jet pump). От крыльевых насосов подачи активное топливо поступает к струйным насосам перекачки из дренажного бака. От насосов центрального бака активное топливо подается к струйным насосам перекачки, расположенным внутри центрального бака.

Работоспособность насосов контролируется системой датчиков давления, установленных в линиях нагнетания насосов и передающих сигналы в систему контроля и управления подачей топлива в двигатели. В линии подачи топлива к двигателям установлены пожарные краны (low pressure valve), которые перекрывают подачу топлива в двигатели при возникновении пожара. Для подачи топлива в ВСУ используется специальный насос (APU pump), установленный в центральном баке. Управление подачей топлива к ВСУ осуществляет специальный клапан включения (APU low pressure valve). Принципиальная схема системы подачи топлива к двигателям и ВСУ изображена на рис.8.



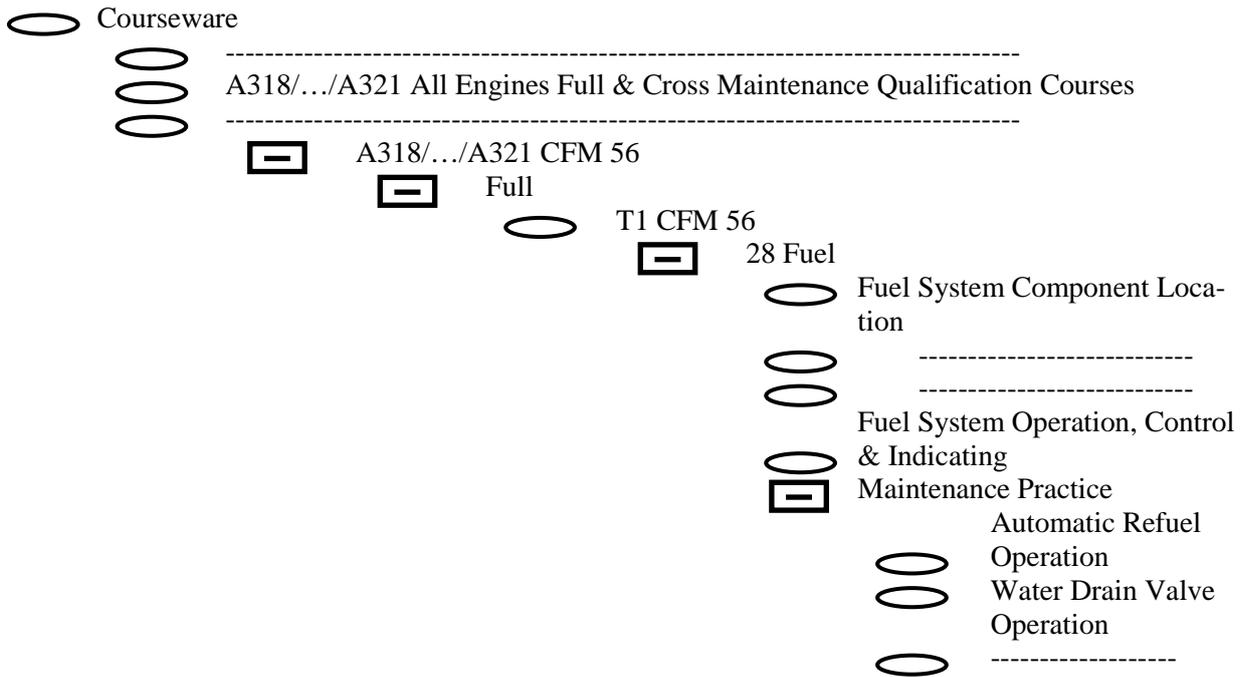
Принципиальная схема подачи топлива в двигатели самолета А-320

Рис.8

Приложение 5

COURSEWARE A320

Description



## Приложение 6

### КРАТКИЙ СЛОВАРЬ АВИАЦИОННЫХ ТЕРМИНОВ ПО РАЗДЕЛАМ

#### 1. Aircraft structures (Конструкция самолета)

aileron - элерон

aisle – проход

arrestor hook - посадочный крюк (для посадки с аэрофинишерами)

aspect ratio - относительное удлинение (крыла)

balance tab – компенсатор

bulkhead – шпангоут

cable – трос

cargo compartment - грузовой отсек

cargo door - грузовой люк

caution – осторожность

center of gravity - центр тяжести

cockpit - кабина экипажа

control cable - тросовая проводка управления

control tab – сервокомпенсатор

crank – качалка

datum - линия, относительно которой производится расчет центровки

delta wing - треугольное крыло

dihedral angle - угол поперечного V

directional stability - путевая устойчивость

dual-slotted flap - двухщелевой закрылок

elevator - руль высоты

empty weight - вес пустого самолета

flap (trailing edge flap, T.E. flap) – закрылок

flight control surfaces - управляющие поверхности

Fowler flap - закрылок Фаулера (одновременно выдвигающийся и отклоняющийся)

fuselage – фюзеляж

high wing – высокоплан

HP (high pressure) – высокое давление

LAF (load alleviation function) - функция снижения нагрузки

landing gear – шасси

lateral axis - поперечная ось самолета

leading edge - передняя кромка крыла

LH (left hand) – левосторонний

lift surface - несущая поверхность

longitudinal axis - продольная ось самолета

longitudinal stability - продольная устойчивость

low wing – низкоплан

main landing gear (MLG) - основная стойка шасси  
 main rotor - несущий винт (у вертолета)  
 maximum gross weight - максимальный взлетный вес  
 mean aerodynamic chord (MAC) - средняя аэродинамическая хорда (СAX)  
 mid wing – среднеплан  
 nacelle - обтекатель, гондола  
 nose landing gear (NLG) - передняя стойка шасси  
 passenger cabin - пассажирский салон  
 plain flap - отклоняющийся закрылок  
 propeller - воздушный винт  
 push-pull rod - тяга управления  
 radome - радиопрозрачный обтекатель  
 relative wind - набегающий поток  
 rib - нервюра  
 RH (right hand) – правосторонний  
 rudder - руль направления  
slat (leading edge flap, L.E. flap) – предкрылок  
 spar – лонжерон  
 speed brakes (or dive flaps) - воздушные тормоза, использующиеся на пробеге (устанавливаются не обязательно на крыле, в отличие от спойлеров)  
 Split flap – щиток  
 spoiler – спойлер  
 stabilizer(s) - стабилизатор(ы)  
 stall - срыв потока  
 straight wing - прямое крыло  
 stringer – стрингер  
 sweptback angle - угол стреловидности  
 sweptback wing - стреловидное крыло  
 tail rotor - хвостовой винт (у вертолета)  
 trailing edge - задняя кромка крыла  
 trim tab – триммер  
 useful load полезная нагрузка  
 vertical axis - продольная ось самолета  
 vertical stabilizer - киль  
 vortex generator - аэродинамический гребень (или система гребней)  
 wheel well - ниша шасси  
 wing – крыло  
 wingspan - размах крыла  
 wingtip - законцовка крыла  
yaw damper - демпфер рысканья  
 zero fuel weight - вес самолета без топлива

## 2. Hydraulic and pneumatic power system

### (Гидравлическая и пневматическая системы)

AC electric – электродвигатель переменного тока  
 AC electric motor pump – электроприводной гидронасос  
 accumulator – гидроаккумулятор  
 actuating cylinder - силовой цилиндр  
 air bleed - отбор воздуха  
 air bottle - воздушный баллон  
 air duct - воздухопровод  
 check valve - обратный клапан  
 constant-delivery pump - насос постоянной подачи  
 cross bleed duct - заборный патрубок  
 engine driven pump – насос приводной от двигателя (гидронасос)  
 fire shut-off valve – противопожарный запорный клапан  
 flexible hose – гибкий шланг  
 gage - датчик  
 gear type pump - шестеренчатый насос  
 gerotor type pump - центробежный насос с эксцентриситетом ротора  
 guide – руководство  
 hand pump - ручной насос  
 hydraulic fluid - гидравлическая жидкость  
 intake stroke - всасывание  
 jet pump - эжекторный насос  
 manifold - воздушный коллектор (или вообще коллектор, например fuel manifold)  
 nose wheel steering (N/WS) – управление поворотом передних колес  
 piston type pump - плунжерный насос  
 power driven pump - насосная станция  
 power transfer unit (PTU) – блок передачи мощности (обычно состоит из двух реверсивных гидронасосов - гидромоторов переменной производительности, имеющих общую ось вращения и подключенных к разным гидросистемам)  
 pressure regulator - регулятор давления  
 pressure relief valve - ограничительный клапан  
 priority valve – клапан приоритета (подпорный клапан)  
 ram air turbine (RAT) – ветродвигатель, являющийся приводом гидронасоса  
 reservoir – гидробак  
 restrictor – дроссель  
 selector valve – гидрпереключатель  
 skydrol - гидравлическая жидкость (синтетическая)  
 vane type pump - центробежный насос  
 variable-delivery pump - насос переменной подачи

### **3. Landing gear system (Система шасси)**

LG down and locked - шасси выпущены и на замке

LG in transit' - шасси в промежуточном положении

LG up and locked' - шасси убраны и на замке

anti-skid system - антиюзовая автоматика

anti-skid transducer - датчик юза

brake system - тормозная система

brake unit – тормоз

emergency extension system - система аварийного выпуска (шасси)

nosewheel steering system - система управления разворотом передней ноги

parking brake - стояночный тормоз

retraction-extension system - система уборки-выпуска (шасси)

shimmy damper - демпфер шимми

shock strut – амортизатор

skid – юз

tubeless tire - бескамерная шина

### **4. Fire protection system (Противопожарная система)**

fire - огонь, пожар

fire extinguisher – огнетушитель

fire extinguisher bottle - противопожарный баллон

flame - пламя, пожар

flame arrestor – пламегаситель

overheat – перегрев

smoke – задымление

smoke detector - детектор дыма

thermal sensing loop - петлевой датчик пожара

thermocouple sensor - термопарный датчик пожара

### **5. Electrical system (Электрическая система)**

alternating current (AC) - переменный ток

alternator - преобразователь постоянного тока в переменный

anti-collision light (или beacon light) - проблесковый маяк

circuit breaker - автомат защиты сети (АЗС)

conduit - оболочка проводки (обычно трубка)

direct current (DC) - постоянный ток

fuse - плавкий предохранитель

landing light - посадочная фара

lights - освещение, сигнальные лампы

plug (receptacle, connector) – разъем

recognition lights - строевые огни

rectifier - выпрямитель переменного тока

relay – реле

selector – переключатель

strobe light - крыльевой проблесковый огонь

switch – выключатель

tail position light - хвостовой аэронавигационный огонь

taxi light - рулежная фара

transformer – трансформатор

TRU (transformer-rectifier unit) - выпрямительное устройство (ВУ)

wingtip position light - крыльевой аэронавигационный огонь

wire - провод, проводка

wiring - жгут проводов, "кабельный план"

## **6. Instrument systems (Приборное оборудование)**

airspeed indicator - указатель скорости

altimeter – высотомер

altitude selector - задатчик высоты

angle-of-attack sensor – датчик угла атаки

annunciator system ("Nancy" [амер.] ) - система сигнализации

attitude indicator (или gyro-horizon) – авиагоризонт

aural warning - сигнальная сирена, речевой информатор

autopilot - автопилот

autopilot controller (или flight controller) - пульт управления автопилотом

compass - компас

feedback - обратная связь

flight recorder - бортовой самописец, записывающий параметры полета

fuel flowmeter - указатель расхода топлива

gauge (или gage [амер.] ) - прибор, указатель

ground proximity warning system - система предупреждения о сближении с землей

gyro-compass – гирокомпас

gyroscop (или gyro) – гироскоп

heading selector - задатчик курса

Mach indicator - указатель числа М

magnetic compass – магнитный компас

pitot-static system - приемники полного и статического давления

rate-of-climb indicator – вариометр

stall warning system - система предупреждения о превышении угла атаки

tachometer – тахометр

takeoff warning system - система предупреждения о неправильной взлетной конфигурации самолета

turn-and-bank indicator - указатель скольжения

voice recorder - магнитофон, записывающий переговоры в кабине

## **7. Communication and navigation systems (Система связи и навигации)**

ADF antenna - антенна автоматического радиокompаса (АРК)

airborne weather radar (или weatherscop) - бортовая метео-РЛС

bonding jumpers - "металлизационные" перемычки (для соединения с корпусом самолета)

course deviation indicator - объединенный указатель системы VOR  
 DME antenna - антенна приемника измерителя наклонной дальности  
 Doppler navigation system - доплеровский измеритель скорости и угла сноса (ДИСС)  
 glidescope antenna - антенна приемника "курс-глиссада"  
 inertial navigation system - инерциальная навигационная система  
 loop antenna - петлевая антенна АРК  
 marker antenna - антенна приемника ILS  
 radar beacon transponder – радиолокационный ответчик  
 radio altimeter – радиовысотомер  
 receiver – приемник  
 sense antenna - всенаправленная антенна АРК  
 shock mount - амортизационные монтажные устройства  
 static discharger wicks - статические разрядники  
 transmitter – передатчик

**8. Cabin atmosphere control systems (Система кондиционирования и САРД)**

absolute pressure - абсолютное давление (относительно полного вакуума)  
 air cycle machine (АСМ) – турбохолодильник  
 air-condition unit - блок кондиционирования воздуха  
 air-to-air heat exchanger - воздухо-воздушный радиатор (ВВР)  
 altitude – высота  
 ambient temperature - температура забортного воздуха  
 by centigrade - по шкале Цельсия  
 by Fahrenheit - по шкале Фаренгейта  
 bypass valve - перепускной клапан  
 cabin altitude - "высота в кабине"  
 continuous-flow regulator – дыхательный кислородный прибор без отсечки (обычно для пассажира)  
 depressurization – разгерметизация  
 diluter-demand regulator - дыхательный кислородный прибор с отсечкой (обычно для членов экипажа)  
 emergency depressurization - аварийная разгерметизация  
 heat exchanger – теплообменник  
 isolation valve - перекрывной клапан  
 negative pressure valve - клапан отрицательного перепада  
 outflow valve - выпускной клапан  
 overpressure – перенаддув  
 oxygen – кислород  
 oxygen generator - химический источник кислорода  
 oxygen mask - кислородная маска  
 pressure – давление  
 pressure relief valve - предохранительный клапан  
 pressure-reducer valve - редуцирующий клапан

pressurization system - система регулирования давления в кабине  
 ram-air temperature rise - температура торможения (на суб- и сверхзвуке)  
 supercharger - компрессор наддува (на высотных поршневых самолетах)  
 vapor cycle system - фреоновый охладитель (на поршневых самолетах)  
 water separator – водоотделитель

### **9. Engine – general (Двигатель - основное)**

accessory drive gearbox - коробка приводов самолетных агрегатов  
 annular-type combustion chamber - кольцевая камера сгорания  
 axial-flow compressor - осевой компрессор  
 bearing – подшипник  
 blade (или vane) - лопатка (компрессора или турбины)  
 bottom dead center - нижняя мертвая точка  
 breaker-distributor - прерыватель-распределитель  
 can-type combustion chamber - трубчатая камера сгорания  
 centrifugal-flow compressor - центробежный компрессор  
 combustion chamber - камера сгорания  
 compression ring - компрессионное кольцо  
 compression stroke – сжатие  
 compressor – компрессор  
 connecting rod – шатун  
 cowling – капот  
 crankshaft - коленчатый вал  
 cylinder – цилиндр  
 exhaust collector - выпускной коллектор  
 exhaust pipe - выхлопная труба  
 exhaust stroke – выхлоп  
 exhaust valve - выпускной клапан  
 fan – вентилятор  
 four-stroke cycle engine - четырехтактный двигатель  
 gearbox - коробка приводов (в общем случае)  
 ignitor plug (или spark plug) - свеча зажигания  
 in-line reciprocating engine - поршневой однорядный двигатель  
 inlet duct – воздухозаборник  
 intake stroke – всасывание  
 intake valve - впускной клапан  
 jet pipe (или jet nozzle) - реактивное сопло  
 magneto - магнето  
 oil control ring - маслоудерживающее кольцо  
 oil scraper ring - маслоъемное кольцо  
 opposed reciprocating engine - оппозитный двигатель  
 piston – поршень  
 power stroke - рабочий ход  
 pulse-jet engine - пульсирующий реактивный двигатель

radial reciprocating engine - звездообразный двигатель  
 reciprocating engine - поршневой двигатель  
 rocket engine - ракетный двигатель  
 schroud – кожух  
 shaft – вал  
 stage - ступень (компрессора или турбины)  
 surge valves - клапаны перепуска воздуха  
 thrust reverser - реверсивное устройство  
 top dead center - верхняя мертвая точка  
 turbine – турбина  
 turbine nozzle vane assembly - сопловой аппарат  
 turbofan engine - турбовентиляторный двигатель  
 turbojet engine - турбореактивный двигатель  
 turboprop engine - турбовинтовой двигатель  
 two-stroke cycle engine - двухтактный двигатель (в авиации не используется)  
 V-type reciprocating engine - V-образный двигатель  
 valve-operating mechanism - механизм газораспределения  
 variable-geometry inlet duct - воздухозаборник с изменяемой геометрией (обычно сверхзвуковой)  
 vortex destroyer - система струйной защиты двигателя

#### **10. Engine fuel and fuel metering systems (Топливная и топливо-измерительная системы)**

accelerating pump - ускорительный насос (в поршневом двигателе)  
 boost pump - подкачивающий топливный насос  
 carburetor – карбюратор  
 fuel – топливо  
 fuel control unit - в поршневых двигателях: устройство регулирования качества  
 fuel nozzle - топливная форсунка  
 fuel-oil heat exchanger - топливно-масляный радиатор (ТМР)  
 fuel tank - топливный бак  
 fuel scheduling system - система управления топливом  
 gravity fueling - открытая заправка  
 pressure fueling - централизованная заправка  
 transfer pump - насос перекачки  
 vapor lock - "паровая пробка"  
 venturi - трубка Вентури (в измерительных системах)

#### **11 Aircraft maintenance (Обслуживание самолета)**

bolt – болт  
 check - проверка, осмотр, форма технического обслуживания  
 chock - упорная колодка  
 cutter – кусачки  
 defueling - слив топлива  
 die – плашка

diestock - держатель для плашки  
drill – сверло  
engine cranking - холодная прокрутка двигателя  
engine run-up - опробование двигателя  
engine shutdown - останов двигателя  
engine start - запуск двигателя  
fault isolation manual (FIM) - руководство по поиску неисправности  
file – напильник  
ground power unit (GPU) - аэродромный источник электропитания  
hammer – молоток  
hand tap – метчик  
illustrated parts catalog (IPC) - каталог деталей и агрегатов  
inspection - осмотр, проверка  
jack – подъемник  
jacking - вывешивание самолета  
lockpins - стояночные штыри, блокирующие уборку шасси на земле  
lockwire - контрольная проволока  
maintenance manual (MM) - руководство по техническому обслуживанию  
nut – гайка  
pin punch – выколотка  
pliers – плоскогубцы  
pre-flight check - предполетный осмотр  
puncher – керн  
pushback - "выталкивание", буксировка хвостом вперед  
ratchet handle - "трещётка"  
refueling - заправка топливом  
rivet - заклепка  
screw – винт  
screwdriver – отвертка  
scriber – чертилка  
socket – головка  
split-pin – шплинт  
sump drain - слив отстоя топлива из баков  
tap wrench - держатель для метчика  
tiedown – швартовка  
torque-limit wrench - ключ с ограничением момента затяжки  
tow bar - буксировочное водило  
tow tractor – тягач  
towing – буксировка  
troubleshooting - поиск неисправности  
visual inspection - визуальная проверка  
walk-around check - осмотр по маршруту  
washer – шайба wrench - гаечный ключ

**12. Flight operations (Управление полетом)**

approach – подход

approach pattern - схема захода на посадку

captain - командир корабля

climb - набор высоты

crew (flight crew) – экипаж

descend – снижение

first officer (или co-pilot) - второй пилот

flight - полет, рейс

flight attendant - бортпроводник

flight engineer – бортинженер

flight level - эшелон полета

flight number - номер рейса

glide - глиссада

glide slope - угол наклона глиссады

heading (или yaw) – курс

landing – посадка

liftup - отрыв самолета от полосы

navigator – штурман

pitch - тангаж

roll – крен

runway - взлетно-посадочная полоса (ВПП)

squawk code - код рейса

takeoff – взлет

takeoff power - взлетный режим работы двигателей

taxiway - рулежная дорожка (РД)

touch-down - касание полосы

tower (control tower) – диспетчерская

turn – поворот

turnback – разворот

## Приложение 7

**КРАТКИЙ СЛОВАРЬ АВИАЦИОННЫХ ТЕРМИНОВ  
по разделу «Топливная система»****13. Конструкция самолета**

caution – осторожность

center of gravity - центр тяжести

cockpit - кабина экипажа

empty weight - вес пустого самолета

fuselage – фюзеляж

high wing - высокоплан

HP (high pressure) – высокое давление

landing gear – шасси

lateral axis - поперечная ось самолета

leading edge - передняя кромка крыла

LH (left hand) – левосторонний

lift surface - несущая поверхность

longitudinal axis - продольная ось самолета

low wing – низкоплан

main landing gear (MLG) - основная стойка шасси

maximum gross weight - максимальный взлетный вес

mid wing – среднеплан

nacelle - обтекатель, гондола

nose landing gear (NLG) - передняя стойка шасси

relative wind - набегающий поток

rib – нервюра

RH (right hand) – правосторонний

spar – лонжерон

stringer – стрингер

sweptback angle - угол стреловидности

sweptback wing - стреловидное крыло

tail rotor - хвостовой винт (у вертолета)

trailing edge - задняя кромка крыла

wing – крыло

wingspan - размах крыла

wingtip - законцовка крыла

zero fuel weight - вес самолета без топлива

**13. Общие агрегаты жидкостно- газовых систем**

flexible hose – гибкий шланг

gage - датчик

hand pump - ручной насос

intake stroke - всасывание

jet pump - эжекторный насос  
 manifold - воздушный коллектор (или вообще коллектор, например fuel manifold)  
 piston type pump - плунжерный насос  
 power driven pump - насосная станция  
 pressure regulator - регулятор давления  
 pressure relief valve - ограничительный клапан  
 restrictor – дроссель  
 vane type pump - центробежный насос  
 variable-delivery pump - насос переменной подачи

### **Противопожарная система**

fire - огонь, пожар  
 fire extinguisher – огнетушитель  
 fire extinguisher bottle - противопожарный баллон  
 flame - пламя, пожар  
 flame arrestor – пламегаситель  
 overheat – перегрев  
 smoke – задымление  
 smoke detector - детектор дыма  
 thermal sensing loop - петлевой датчик пожара  
 thermocouple sensor - термопарный датчик пожара

### **14. Топливная и топливо-измерительная система**

accelerating pump - ускорительный насос (в поршневом двигателе)  
 boost pump - подкачивающий топливный насос  
 carburetor - карбюратор  
 defueling - слив топлива  
 fault isolation manual (FIM) - руководство по поиску неисправности  
 fuel – топливо  
 fuel control unit - в поршневых двигателях: устройство регулирования качества  
 fuel nozzle - топливная форсунка  
 fuel-oil heat exchanger - топливно-масляный радиатор (TMP)  
 fuel tank - топливный бак  
 fuel scheduling system - система управления топливом  
 gravity fueling - открытая заправка  
 maintenance manual (MM) - руководство по техническому обслуживанию  
 pressure fueling - централизованная заправка  
 refueling - заправка топливом  
 strainer – фильтр  
 sump drain - слив отстоя топлива из баков  
 transfer pump - насос перекачки  
 vapor lock - "паровая пробка"  
 venturi - трубка Вентури (в измерительных системах)  
 visual inspection - визуальная проверка