

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана
Кожедуба



Кафедра Конструкції та
міцності

літальних апаратів та двигунів

КОНСТРУКЦІЯ ТА МІЦНІСТЬ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Лекція № 34

Начальник кафедри №
202

полковник Бердочник

ВіА.
Харків.-

2011

Значну частину внутрішніх об'ємів ЛА займають паливні баки. По мірі їх виробітку у надпаливному просторі утворюється паливно-повітряна суміш, що легко спалахує.

Аналогічна суміш може утворюватись і в інших відсіках ЛА із-за проливання палива при заправці або внаслідок негерметичності магістралей паливної, гідравлічної або масляної систем. Це, а також наявність джерел спалахування, приводить до того, що ряд відсіків літаків та вертольотів являють собою зони підвищеної пожежонебезпеки.

У зв'язку з цим на ЛА передбачається ряд конструктивних заходів та пристроїв, які зменшують ймовірність виникнення пожежі, а у випадку її появи - і її гасіння.

Тема 18. СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГ О ЗАХИСТУ

Література:

- [1] Конструкция летательных аппаратов. ч.II / Под. ред. К.Д.Туркина .- М.: ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, 1985 .- **С. 236...241**
- [3] Конструкція та міцність літальних апаратів. Ч.II. Злітно-посадкові пристрої, системи обладнання ЛА та коливання частин літального апарата: Навчальний посібник / С.В.Шевченко, А.Г.Тарасцев .- Х.: ХУПС, 2007 .- **С. 178...187**
- [15] Системы оборудования летательных аппаратов. Под ред. А.М. Матвиенко. - М.: Машиностроение, 1986.- **С. 313...330**

Навчальні питання:

- 18.1.** Призначення, загальна характеристика і вимоги до систем протипожежного захисту
- 18.2.** Типи систем попередження та гасіння пожежі
- 18.3.** Принципові схеми систем попередження та гасіння пожежі
- 18.4.** Системи захисту паливних баків від вибуху

18.1. Призначення, загальна характеристика і вимоги до систем протипожежного захисту

**Протипожежні системи
(системи попередження та
гасіння пожежі) служать для
зменшення ймовірності
виникнення пожежі на ЛА і,
якщо пожежа все ж таки
виникла - для її ліквідації.**

Основними причинами виникнення пожежі на ЛА є:

- великі об'єми паливних баків, в яких при їх частковому виробітку утворюється пожежонебезпечна паливо-повітряна суміш;
- негерметичність або пошкодження магістралей паливної, гідравлічної та масляної систем, що також приводить до утворення горючої суміші в різних відсіках планера;
- наявність джерел спалахування. Це гарячі частини двигунів, розряди статичної електрики, короткі замикання електропроводки, снаряди та осколки бойових частин ракет супротивника та інш.

Таким чином, для підвищення пожежної безпеки ЛА необхідно:

- **виключити можливість утворення у внутрішніх відсіках горючої суміші та**
- **виключити контакт цієї суміші з джерелом спалахування.**

Склад протипожежного обладнання ЛА

- засоби або системи попередження пожежі (СПП), що зменшують ймовірність її виникнення;
- систему сигналізації про пожежу (ССП), що забезпечує своєчасне, як можна більш раннє, виявлення;
- систему гасіння пожежі (СГП), призначену для ліквідації пожежі, що виникла.

18.2. Типи систем попередження і гасіння пожежі

18.2.1 Системи попередження пожежі

Системи (засоби) попередження пожежі зменшують ймовірність її виникнення на ЛА.

Це досягається:

- **встановленням протипожежних перегородок та екранів;**
- **примусовою вентиляцією (продувкою) та охолодженням відсіків;**
- **заповненням паливних баків пористим заповнювачем;**
- **протектуванням паливних баків;**
- **встановленням систем нейтрального**

Протипожежні перегородки та екрани

- ізолюють двигуни один від одного,
- запобігають розтіканню пального по всьому ЛА при пошкодженні баків або трубопроводів,
- виключають можливість потрапляння поливно-мастильних матеріалів на розігріті частини двигунів,
- локалізують пожежу, полегшуючи таким чином її гасіння.

Примусова вентиляція відсіків

- значно знижує ймовірність накопичення в них парів паливо-мастильних матеріалів до концентрації, яка забезпечує їх спалахування

(паливно-повітряна суміш спалахує, якщо коефіцієнт концентрації $\alpha = m_p / m_{пов}$ знаходиться у межах 0,04...0,2).

Продувка відсіків двигунів знижує температуру їх деталей, що знижує ймовірність самозаймання пари пального (температура самозаймання авіаційних пальних складає 200...250°C).

При заповненні паливних баків **пористим заповнювачем** відкрито-ніздрюватої структури, надпаливний простір розділяється на маленькі об'єми, внаслідок чого вибух або горіння паливно-повітряної суміші стає **неможливим**.

В якості заповнювача використовується **пінополіуретан ППУ-30-100** або **ППУ-30-110** з розмірами чарунок 2...5 мм та щільністю відповідно 27...32 кг/м³ та 23...27 кг/м³.

Пінополіуретан зменшує корисний об'єм баків на **3%**. Крім того, при наявності у баках пінополіуретану, близько **2%** палива переходить у невипрацьований залишок (затримується за рахунок змочування).

Протектування паливних баків
зменшує ймовірність розтікання
палива по відсіках ЛА при бойових
пошкодженнях.

Системи нейтрального газу забезпечують подачу у надпаливний простір баків **нейтральних газів** (азоту, вуглекислого газу, продуктів згорання пального та інш.) і запобігають надходженню у баки кисню та утворення горючої суміші.

В якості джерел нейтрального газу використовуються:

- балони з рідким **вуглекислим газом**;
- балони з рідким або газоподібним **азотом**;
- спеціальні **газові генератори**, що виробляють нейтральні гази-продукти згорання палива.

Для визначення доцільності застосування тої чи іншої системи попередження пожежі на конкретному ЛА , наведемо залежність відносної маси СПП від об'єму паливних баків

$$\overline{m}_{\text{СПП}} = \frac{m_{\text{СПП}}}{V_{\text{п.б.}}}$$

де:

$m_{\text{СПП}}$ - маса системи попередження пожежі;
 $V_{\text{п.б.}}$ - об'єм паливних баків, який обслуговується даною системою.

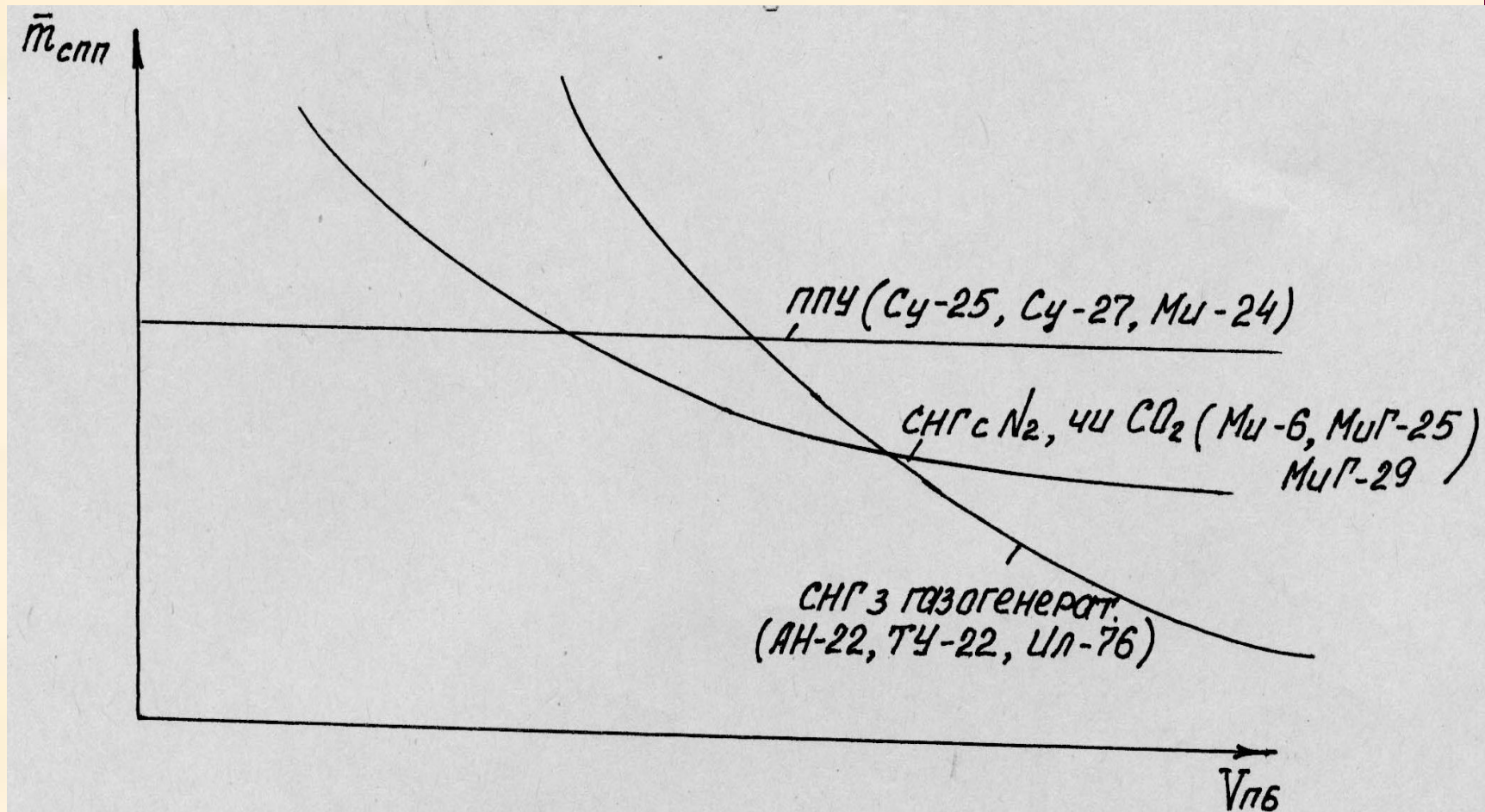


Рис.18.1

Порівняльна характеристика систем попередження пожежі

Системи нейтрального газу з вуглекислим газом або азотом

- мають прийнятну масу,
- однак не забезпечують автономності експлуатації (вимагають заправки після кожного польоту з включенням системи).

Порівняльна характеристика систем попередження пожежі

Системи нейтрального газу з газогенератором

Переваги

- повна автономність, оскільки для одержання нейтрального газу використовується основне пальне;
- необмежений час роботи;
- мала відносна маса при великому об'ємі баків.

Недоліки:

- ◆ складність та, отже, недостатня надійність, так як достатньо складно забезпечити повне вигорання кисню;
- ◆ необхідність застосування осушувальних пристроїв (при згоранні 1 кг пального утворюється 1,3 кг води).

Порівняльна характеристика систем попередження пожежі

Системи з пінополіуретановим заповнювачем

Переваги

- повна автономність
- необмежений час роботи;
- простота експлуатації.

Недоліки:

- ◆ зменшення корисного об'єму баків;
- ◆ утворення невиробленого залишку,
- ◆ обмежений термін експлуатації.

Області застосування систем попередження пожежі

- **Пористі заповнювачі** доцільно використовувати на ЛА з **невеликим** об'ємом паливних баків, для яких особливо важливим являється **автономність** дії та **малий час підготовки** до повторного польоту. *Це вертольоти, штурмовики.*

В нинішній час такі системи використовуються на вертольотах **Мі-24, Мі-26, Ми-8МТ** літаках **Су-25, Су-27** ;

Області застосування систем попередження пожежі

- Системи нейтрального газу з газогенераторами стають вигідними при значних об'ємах паливних баків, коли необхідна автономність їх роботи.

Такі системи встановлюються на літаках Ан-22, Ту-22, Ил-76.

Області застосування систем попередження пожежі

- Системи нейтрального газу з балонами вигідні у ваговому відношенні при середніх об'ємах паливних баків.

Вони застосовуються на ряді літаків фронтової авіації (МиГ-25, МиГ-29, Ан-26).

18.2.2 Системи сигналізації пожежі

Системи сигналізації пожежі
призначені для своєчасного
виявлення пожежі, інформування
про це екіпажу, а в окремих
випадках і для автоматичного
включення системи гасіння пожежі.

Вони повинні мати високу **швидкодію**,
виключати видачу **хибних** сигналів,
мати **систему вбудованого контролю**
справності.

СПП звичайно включають:

- **датчики;**
- **електронні підсилювачі;**
- **сигналізатори пожежі.**

В якості датчиків на сучасних ЛА використовуються:

- **біметалічні або напівпровідникові датчики температури**, які реагують тільки на температуру;
- **диференційні термобатарейні датчики**, що реагують як на температуру, так і на швидкість її зміни;
- **іонізаційні датчики**, що реагують тільки на наявність відкритого полум'я;
- **радіаційні датчики**, що реагують на теплове та світлове випромінювання (фоторезистори, фотодіоди).

Додатковими ознаками пожежі являються:

- поява полоси диму за літаком;**
- поява диму або гару у кабіні та інш.**

**Сигнал від підсилювачів може
подаватися і на вмикання
системи гасіння пожежі.**

18.2.3 Системи гасіння пожежі

Системи гасіння пожежі (СГП) призначенні для подачі вогнегасячої речовини до місця пожежі з метою її ліквідації.

Вони включають:

- **ємкості** (балони) з вогнегасячою речовиною;
- **систему подачі** вогнегасячої речовини до осередку пожежі (джерело енергії, розподільчі пристрої, розпилювальні колектори, трубопроводи).

Основні вимоги до СГП:

- забезпечення швидкої (на протязі **1,5...3 с**) та надійної подачі вогнегасячої речовини до місця пожежі та утримання вогнегасячої концентрації у відсіку не менше **3...5 с**;
- можливість підводу вогнегасячої речовини від кожного вогнегасника до будь якого відсіку, що захищається;
- наявність кількості черг (можливих включень) не менше кількості двигунів на ЛА.

В якості вогнегасячих речовин використовуються:

- **вуглекислий газ** (у вигляді рідини) CO_2 ;
- **рідина "3,5"**, що являє собою суміш, яка складається 70% бромистого етилу $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}$ та 30% вуглекислого газу CO_2 ;
- **рідина "7"** (80% CH_2Br + 20% $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}$);
- **фреон (хладон) 114 B2**
(тетрафтордиброметил $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$).

18.3. Принципові схеми систем попередження та гасіння пожежі

Принципова схема системи нейтрального газу з рідким вуглекислим газом

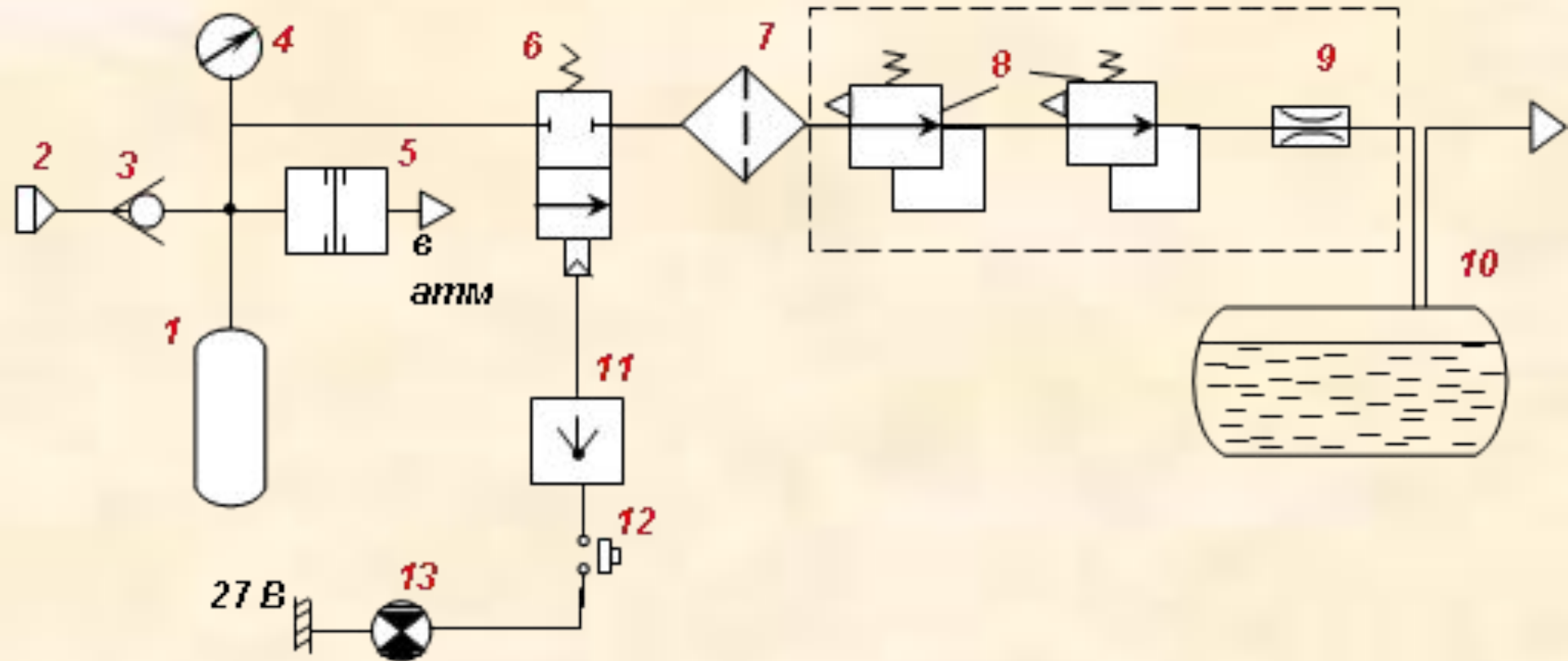
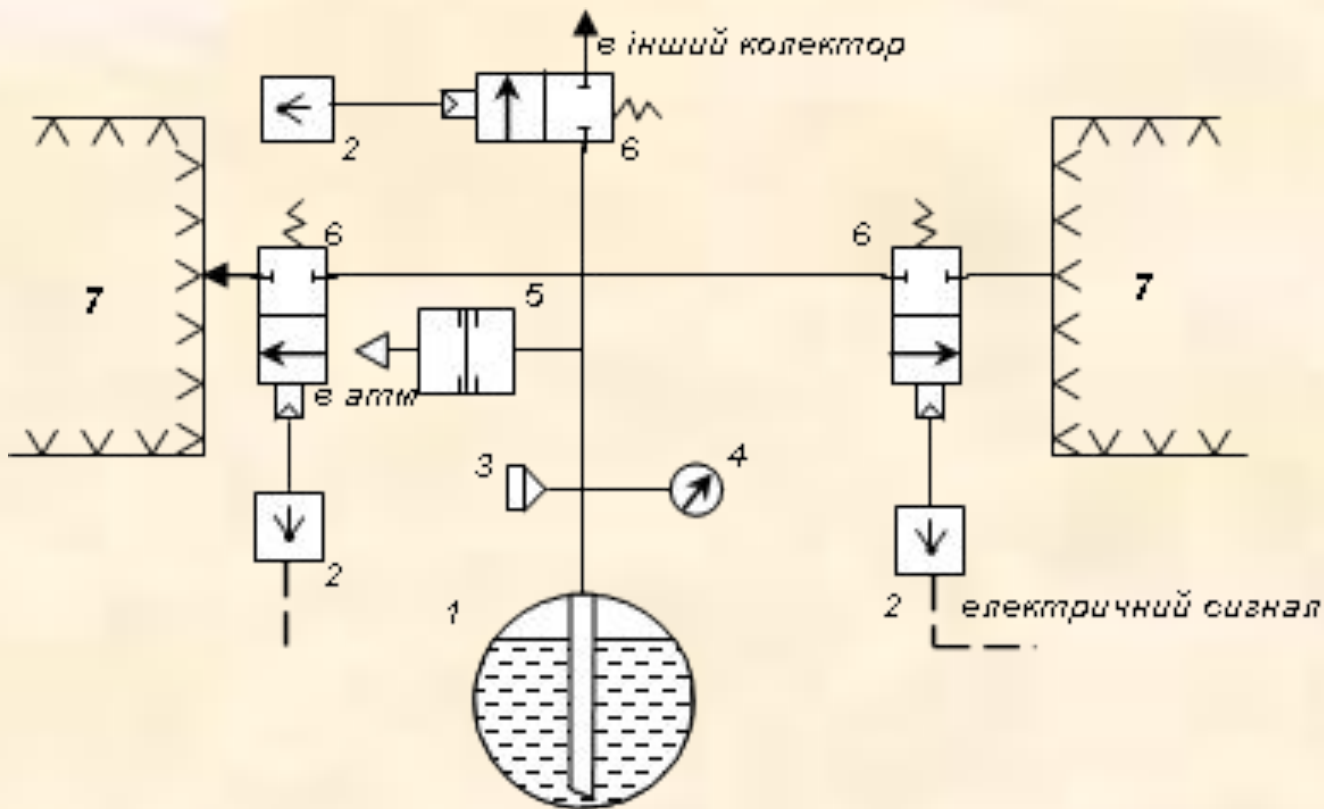


Рис.18.2. Система нейтрального газу

- 1 – балон; 2 – зарядний штуцер; 3 – зворотний клапан; 4 – манометр;
5 – мембрана прориву; 6 – піроголовка; 7 – фільтр; 8 – редуктор;
9 – дросель; 10 – бак; 11 – піропатрон; 12 – кнопка вмикання системи;
13 – лампа контролю системи.

Принципова схема системи гасіння пожежі



- 1 - балон;
- 2 - піропатрон;
- 3 - зарядний штуцер;
- 4 - манометр;
- 5 - мембрана прориву;
- 6 - піроголовка;
- 7 - колектор.

Рис.18.3. Система гасіння пожежі

Принципова схема системи гасіння пожежі

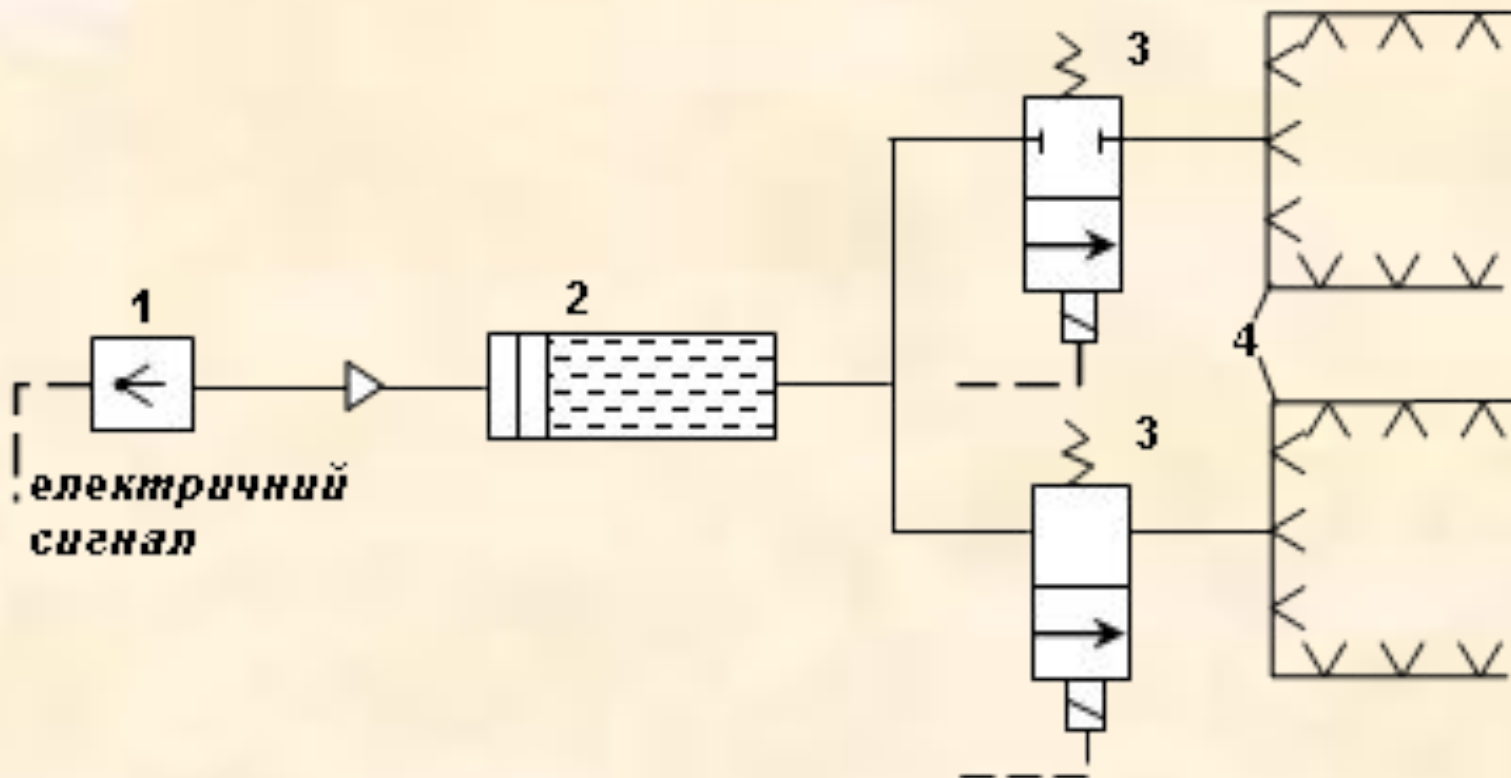


Рис.12.4. Система гасіння пожежі

- 1 - піропатрон;
- 2 - ємність для збереження вогнегасної речовини з поршнем;
- 3 - електромагнітний кран;
- 4 – колектор.

Гасіння пожежі здійснюється за рахунок різкого зменшення температури у відсіку за рахунок різкого випаровування розпиленого вогнегасячого складу.

Крім того, вогнегасячий склад, що випарувався, витісняє з відсіку кисень та утворює вогнегасяче середовище.

18.4. Системи захисту паливних баків від вибуху

Розглянуті системи гасіння пожежі мають невисоку швидкодію

(спочатку виникнення пожежі до її ліквідації проходить 3...5 с.).

Вони достатньо ефективні для гасіння пожежі у відсіках двигунів, у відсіках головного редуктора вертольота та інших відкритих відсіках ЛА, де процес горіння проходить **без вибуху**.

У закритих відсіках, зокрема, в паливних баках, де маємо однорідну паливо-повітряну суміш, горіння проходить вибухоподібне, швидкоплинно.

Тому у баках деяких літаків ("Конкорд",
"Боїнг-707" встановлюються **швидкодіючі**
системи гасіння пожежі (подавлення вибуху))

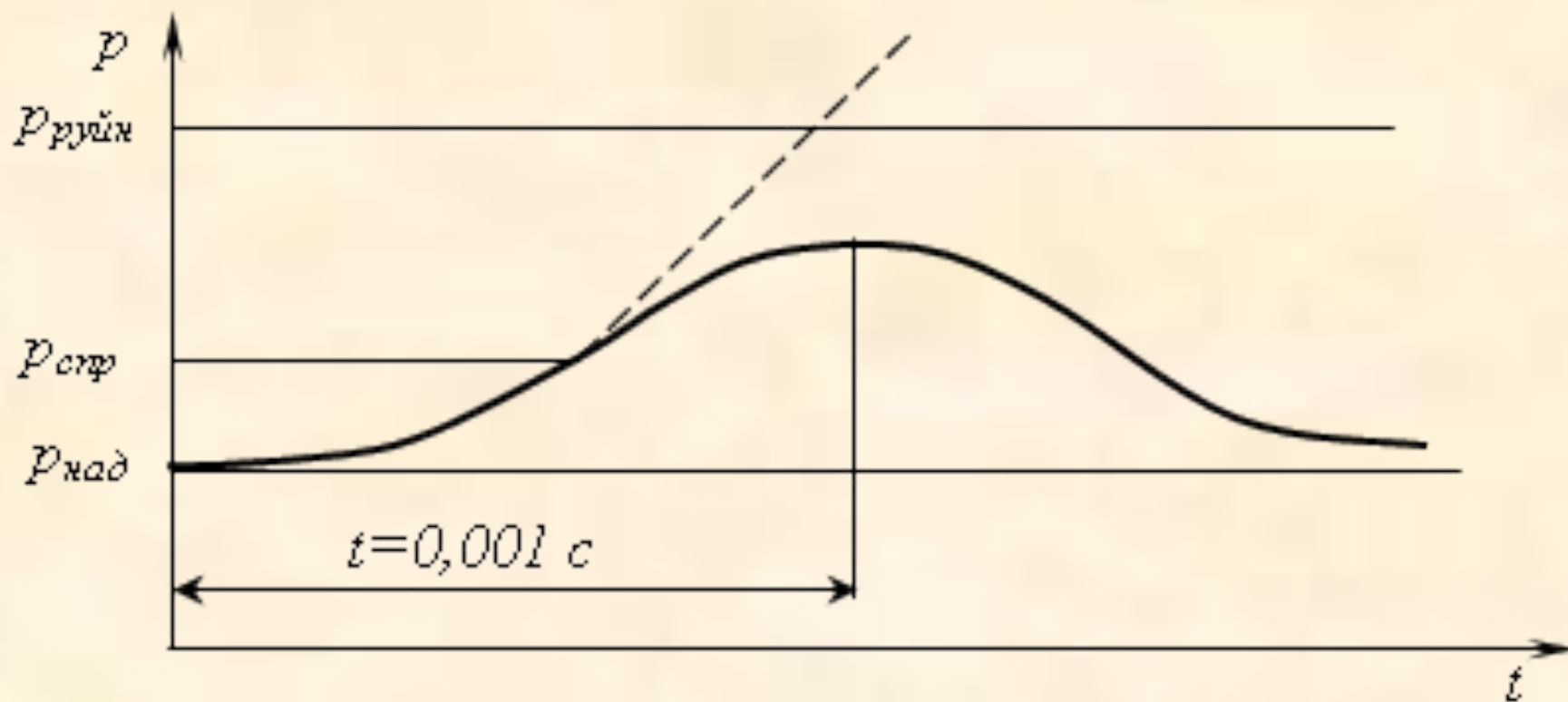


Рис.18.5

Тиск при спалахуванні парів палива нарастає не миттєво, а на протязі деякого часу (на протязі 0,001...0,005 с).

При появі у баку осередку пожежі (вибуху) **тиск газу** у надпаливному просторі починає збільшуватись. Крім того, осередок вибуху випромінює **світло**. Початок вибуху фіксується або **датчиками тиску** (при збільшенні тиску до величини $P_{\text{спрац}}$.) або **фотоелементами**.

Датчики подають сигнал на детонатори (пірогармати), спрацювання яких забезпечує розбризкування вогнегасячої речовини, що зберігається безпосередньо у баку.

Осередок вибуху ліквідується та тиск у баку, не досягши граничного з умов міцності значення, знову зменшується до тиску наддування.



Завдання на самопідготовку

- [1] Конструкция летательных аппаратов. ч.II / Под. ред. К.Д.Туркина .- М.: ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, 1985 .- **С. 236...241**
- [3] Конструкція та міцність літальних апаратів. Ч.II. Злітно-посадкові пристрої, системи обладнання ЛА та коливання частин літального апарата: Навчальний посібник / С.В.Шевченко, А.Г.Тарасцев .- Х.: ХУПС, 2007 .- **С. 178...187**
- [15] Системы оборудования летательных аппаратов // Под ред. А.М. Матвиенко. - М.: Машиностроение, 1986.- **С. 313...330**