

Харківський національний університет Повітряних Сил

імені Івана Кожедуба

КАФЕДРА АЕРОДИНАМІКИ ТА ДИНАМІКИ
ПОЛЬОТУ

Загальне знання повітряних суден

Лекція № 3

Харків - 2016



ЗАСОБИ АВАРІЙНОГО ПОКИДАННЯ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

Навчальні питання:

- 1 Призначення і загальна характеристика засобів аварійного покидання ЛА.**
- 2 Катапультні установки та вимоги до них.**
- 3 Основні характеристики катапультивання.**

Навчальна література

- [2] Конструкция летательных аппаратов / Под ред. К.Д.Туркина .– М.: ВВИА, 1985, ч. II, **С. 162...173**
- [3] Зайцев В.Н., Рудаков В.Л. Конструкция и прочность самолетов.– Київ: Вища школа, 1978, **С. 278...290**
- [10] Конструкція та міцність літальних апаратів / С.В.Шевченко, А.Г.Тарасцев // Під. ред. С.В.Шевченка.– ч. II, Х.: ХУПС, 2007, **С. 188...200**

1. Призначення і загальна характеристика засобів аварійного покидання ЛА

На ранніх стадіях розвитку авіації для рятування екіпажу приймалися спроби використовувати парашут, вложений у кабіні або закріплений поза нею, але в аварійній ситуації льотчик не встигав скористатись ним.

Розроблений у 1911 році Г.Є. Котельніковим ранцевий парашут закріплений на льотчикові став посправжньому ефективним засобом аварійного рятування.

Компактність, простота конструкції та вводу в дію першого ранцевого парашуту лягли в основу його подальшого розвитку.

Невеликі швидкості польоту (**250 км/год**) дозволяють достатньо легко покидати літак використовуючи фізичну силу.

Збільшення швидкості польоту до **400...500км/год** привело до проблеми безпечного покидання літака із-за високих аеродинамічних навантажень, діючих на льотчика, який покидає кабіну. Крім того з'явилась реальна небезпека зіткнення з хвостовим оперенням літака.

Створення засобів аварійного рятування обумовлене такими факторами:

- – усвідомленням неможливості створення абсолютно надійного ЛА в цілому;**
- – значними часовими та матеріальними витратами на підготовку висококласного льотчика та інших членів екіпажу;**
- – необхідністю підвищення психологічної стійкості екіпажів (льотний склад повинен бути переконаний, що за будь-яких обставин (відмов або бойових пошкоджень ЛА у бою) є можливість врятувати життя).**

Засоби аварійного покидання ЛА призначені для рятування екіпажу в екстремальних умовах польоту з урахуванням фізіологічних можливостей.

Рятування екіпажу в аварійних ситуаціях складається з таких основних етапів:

- – покидання літального апарата;**
- – зниження на парашуті й приземлення (приводнення);**
- – евакуації екіпажу з місця приземлення.**

В статистиці німецьких ВПС за 1938-40 рр. до **40%** стрибків з літака на швидкості **400...500км/год** закінчувались смертю або тяжкими травмами, а у 1943 р. більше **55%** випадків аварійного покидання з парашутом закінчились неблагополучне.

З статистики ВПС Радянського Союзу при покиданні літака на швидкості вище **400 км/год**:
22% - отримали тяжкі тілесні пошкодження;
26% - легкі пошкодження;
тільки **26%** залишились живими.

У зв'язку з цими невтішними даними статистики виникла необхідність примусового та швидкого викидання льотчика з ЛА - **катапультивання.**

Роботи над катапультирними кріслами розпочались у 1938-40 рр., а до 1945 р. в німецьких ВПС мали досвід 60 катапультивань льотчиків.



Перше дослідне катапультивання у Радянському Союзі було проведене в червні **1947** року з літака Пе-2 майстром парашутного спорту Г.А.Кондрашовим,



в липні **1948** р. він же катапультивався з реактивного літака МиГ-9



Перше примусове покидання в аварійній ситуації за допомогою катапульти виконав майор К. Зотов у квітні 1949 р. з винищувача Ла-15.

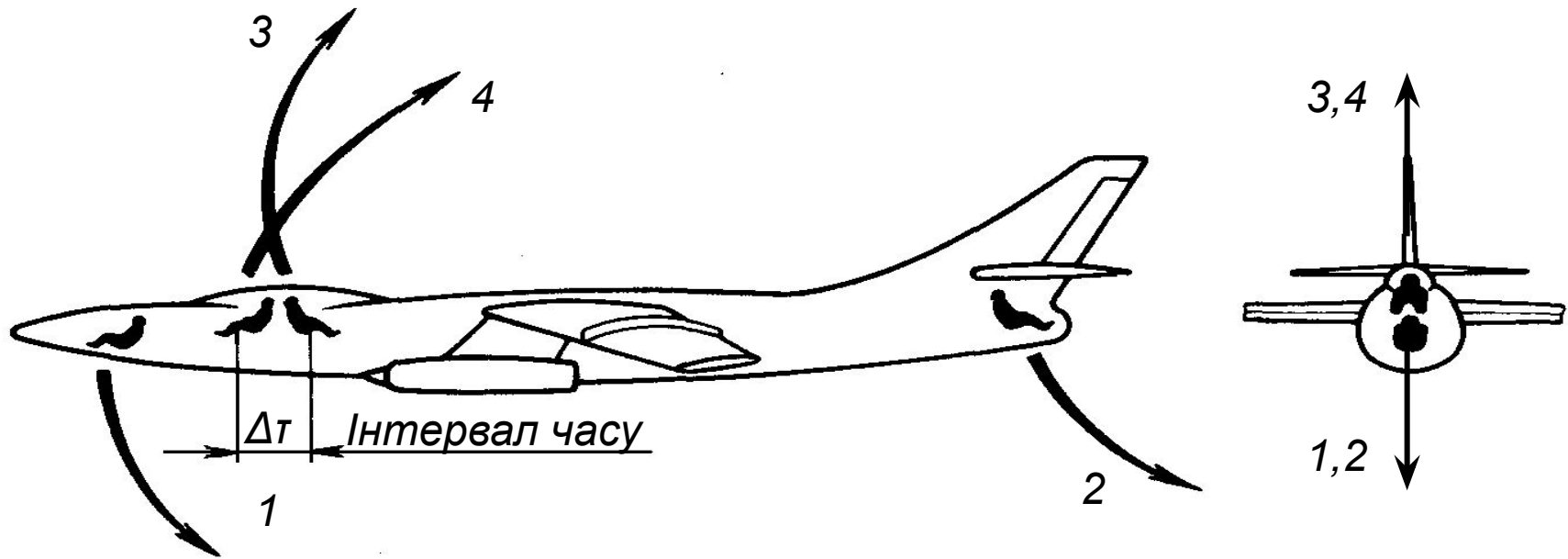
Перші катапульти крісла вирішували єдину задачу - **викидання льотчика з ЛА** при швидкості польоту, що перевищує допустиму для стрибка через борт кабіни.

Після катапультивання льотчик відділявся від крісла та, віддалившись від нього на небезпечну відстань, розкривав парашут.

Викидання крісла здійснювалось за допомогою пневматичної або гумової катапульти. Потім для цього стали використовувати **піротехнічні пристрої**.

Відомі наступні напрями катапультивання:

- ввєрх, обличчям до потоку (4);
- ввєрх, спиною до потоку (3);
- ввниз, обличчям до потоку (1);
- ввниз, спиною до потоку (2).



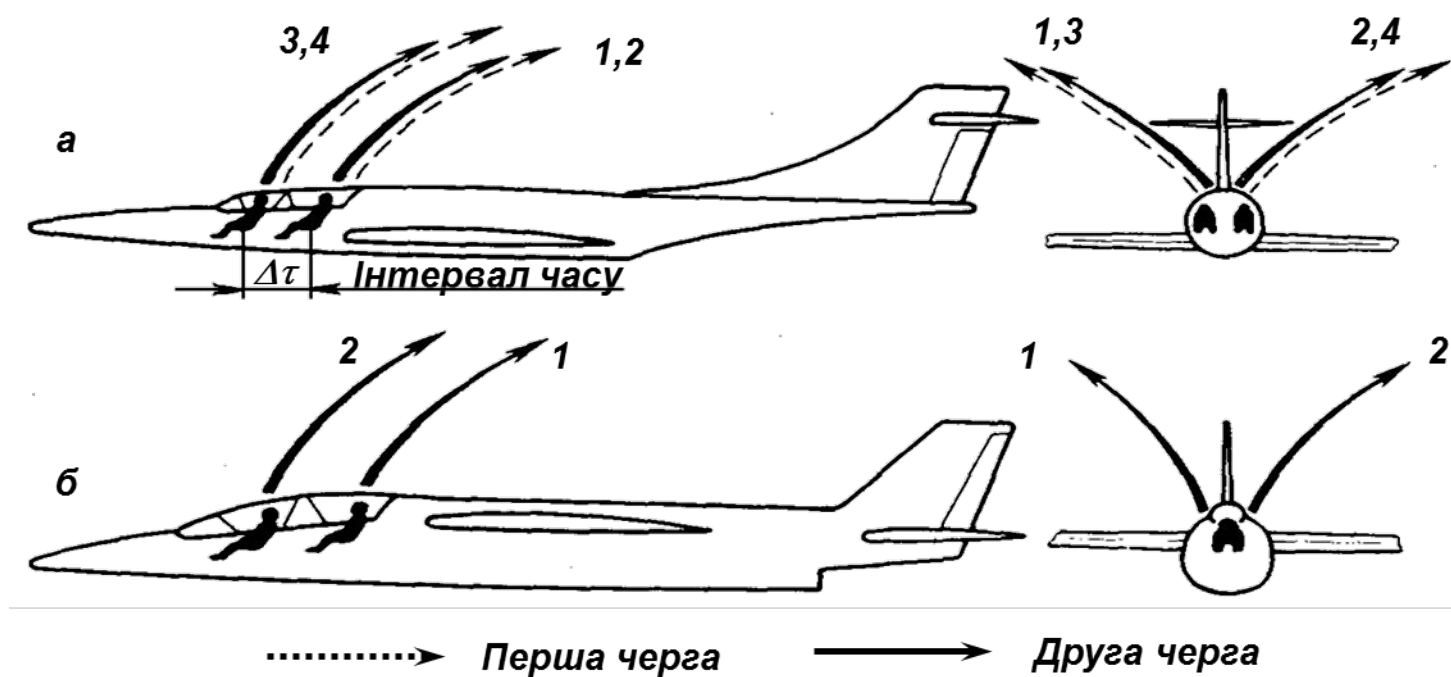
Катапультивання вверх використовується частіше, оскільки при цьому забезпечується рятування екіпажу при покиданні ЛА на малих висотах польоту.

Катапультивання вниз використовується рідко, оскільки при цьому не забезпечується рятування екіпажу при польоті на малій висоті та на режимах злету та посадки.

При аварійному покиданні багатомісного літака треба ще враховувати необхідність виключення травмування факелом ракетного двигуна катапульного крісла.

Можливі варіанти аварійного покидання багатомісного літака:

- послідовне катапультивання з розведенням траєкторій (рис. 10.2, а);
- одночасне катапультивання вгору усіх членів екіпажу в різних напрямках від осі симетрії ("віялове" катапультивання)



У залежності від діапазону висот та швидкостей застосування, використовують: **катапультні крісла** з системами фіксації та захисту льотчика від дії швидкісного напору.

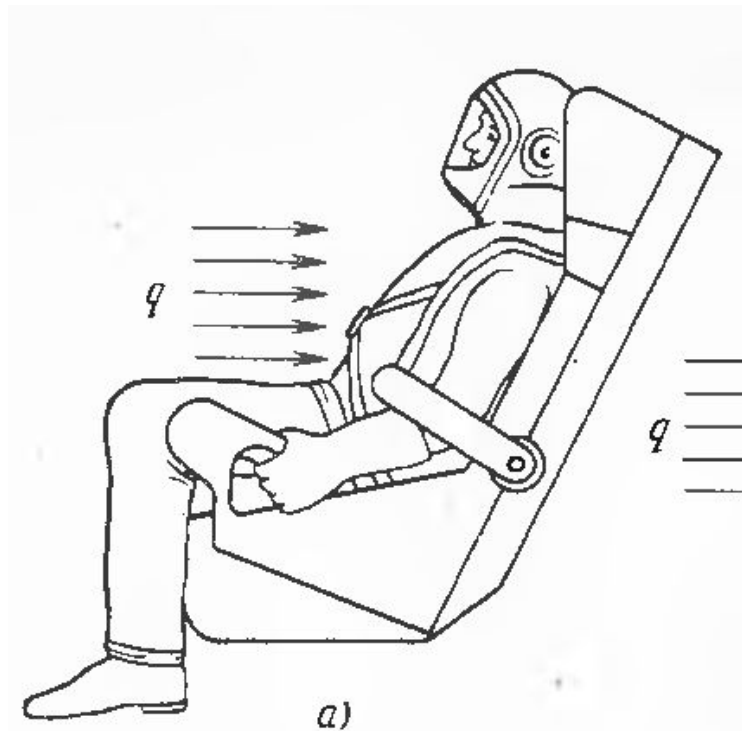
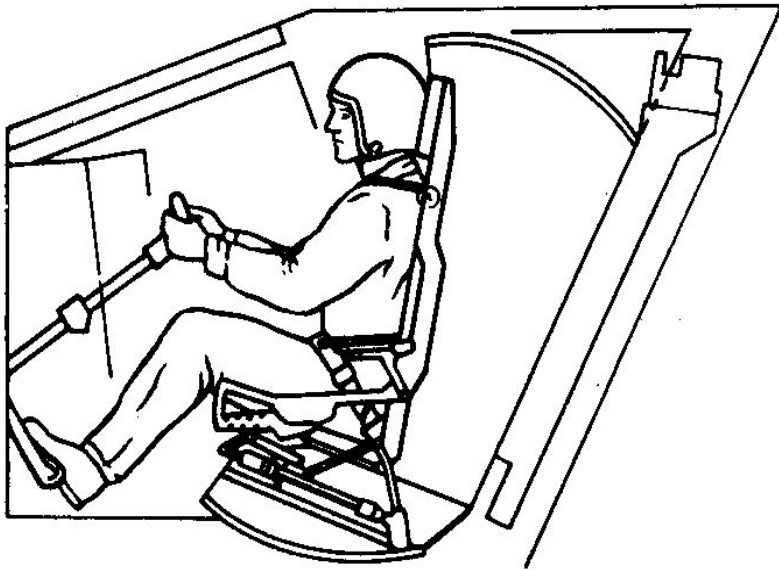


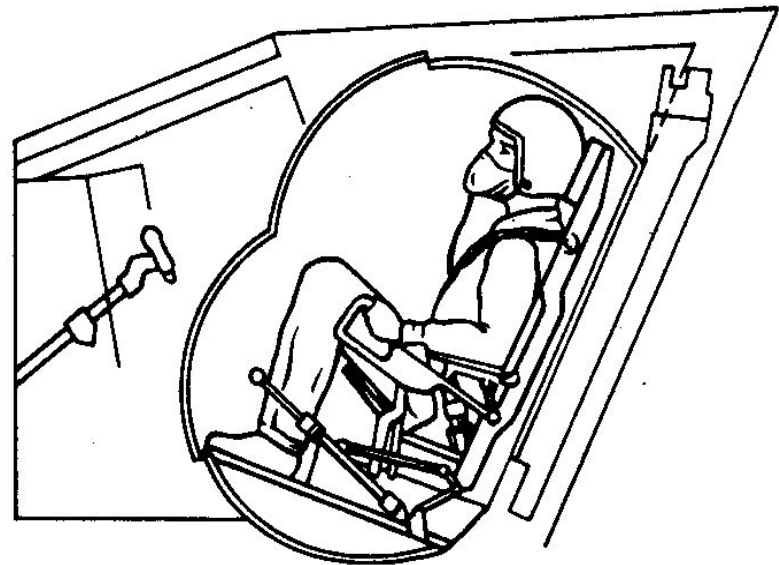
Рис. 9.4.

маса крісел становить $m_k = 60...140$ кг.

На великих швидкостях польоту ($V = 1300$ км/год) розроблялись рятувальні капсули. Капсула оснащувалась стабілізуючим та посадочним парашутами.



Робоче положення крісла льотчика



Положення перед катапультиванням

наприклад для літака B-70 США.



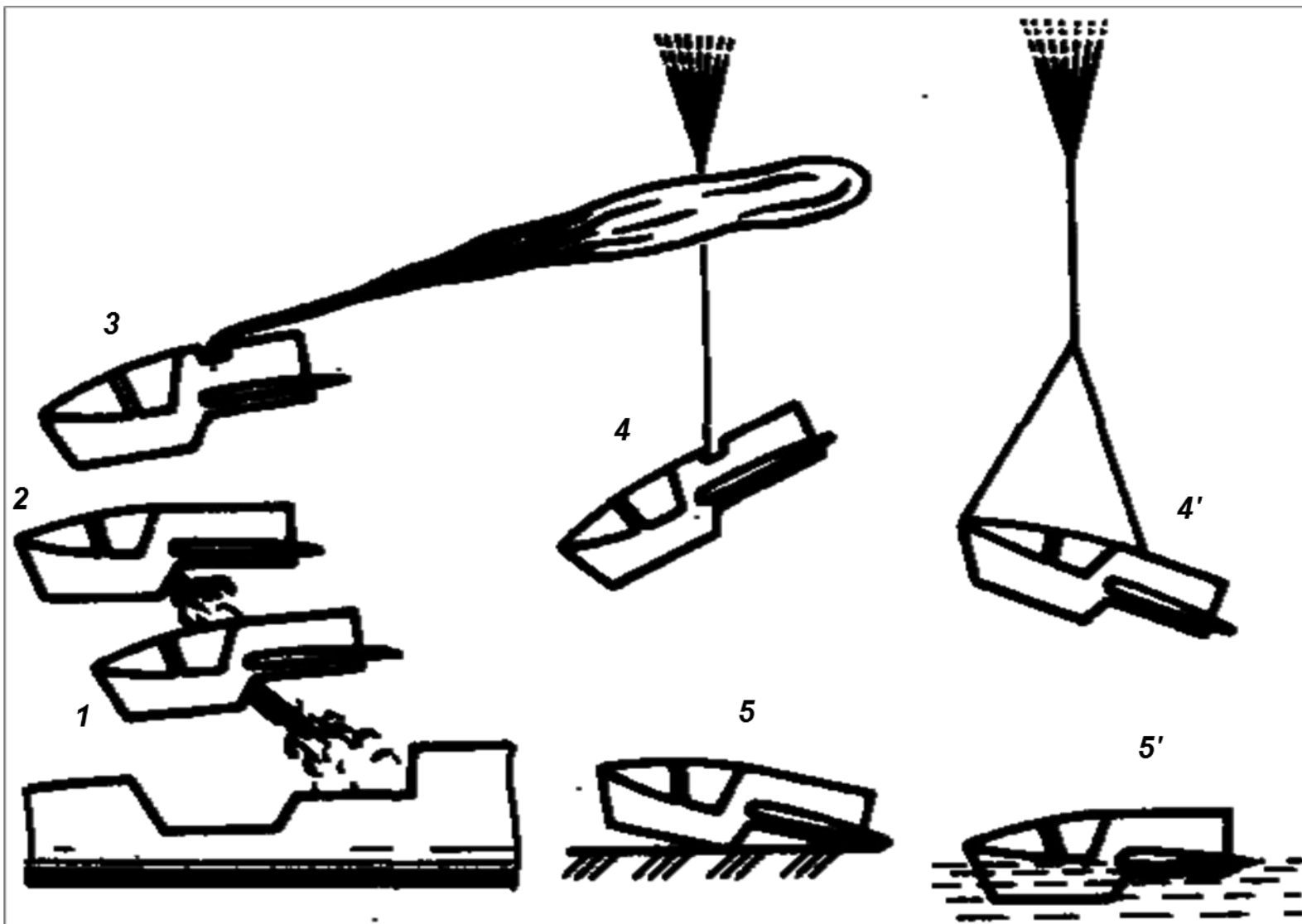


Для літаків F-111 та B-1A розроблені кабіни, що відділяються, які забезпечують групове рятування на великих швидкостях та малих висотах.

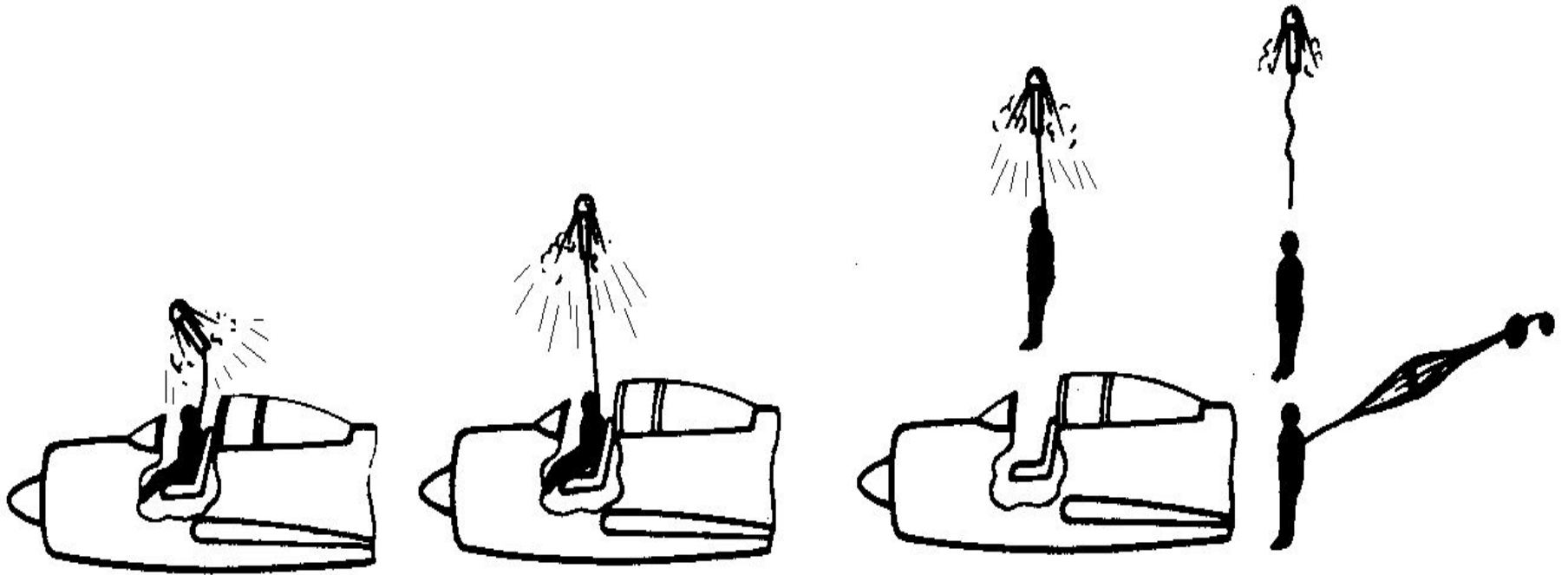
B-1A



Це спрощувало індивідуальне висотне обладнання та поліпшувало умови виживання після приземлення або приводнення.



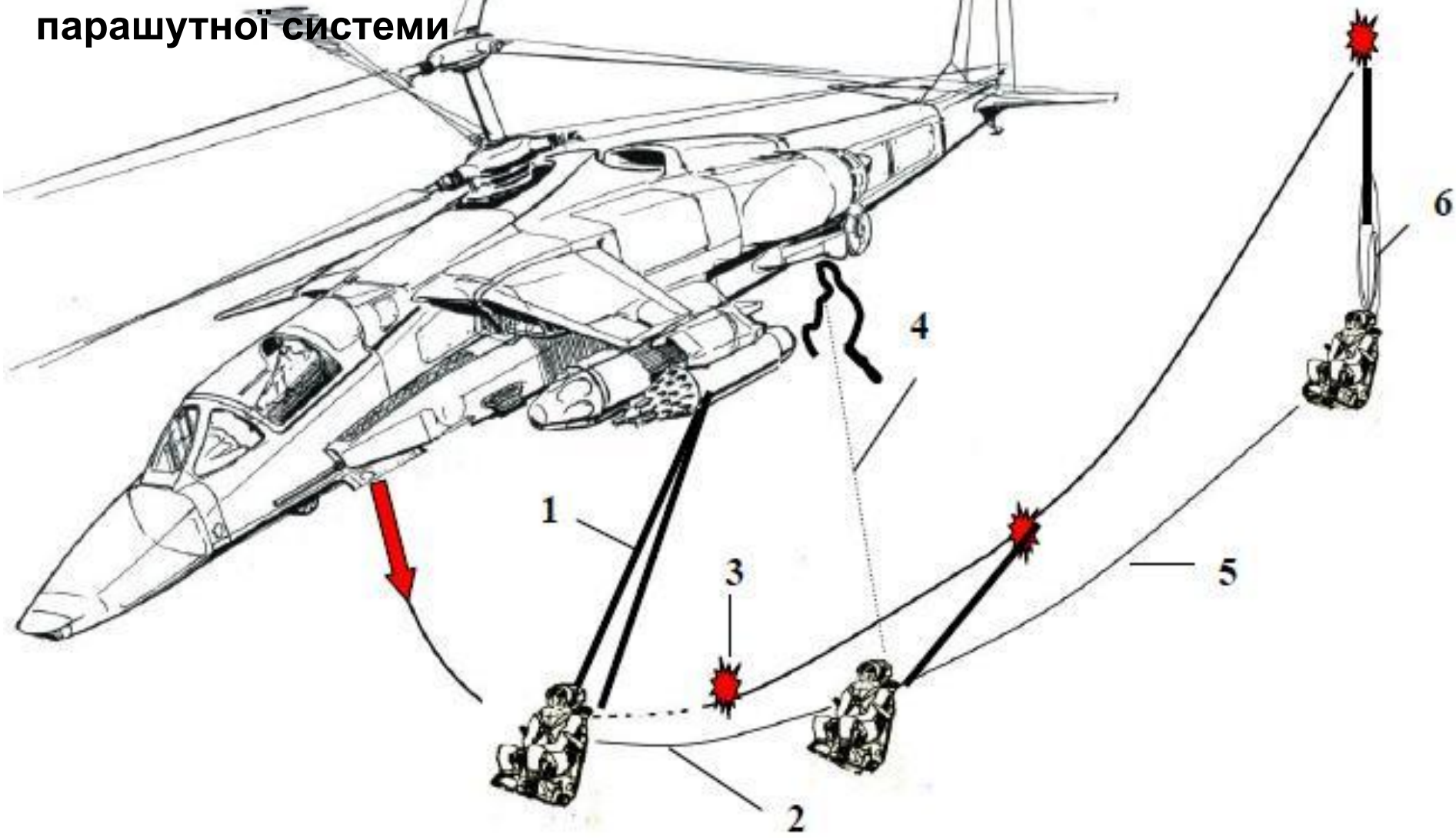
У середині 60-х років для рятування екіпажів вертольотів та літаків, що мають швидкість не більше 600-750 км/год були створені системи з тягнучими ракетними двигунами (типу "ЯНКИ").





Ця система знайшла застосування на вертольоті Ка-50, де встановлено крісло К-37.

Катапультивання в нижню півсферу на тросовій підвіски крісла з подальшим виведенням рятованого буксировочним двигуном у верхню півсферу на безпечну висоту і автоматичне введення в дію парашутної системи



Усі засоби аварійного рятування з одного боку, повинні в екстремальних умовах забезпечувати рятування екіпажу з врахуванням їх фізіологічних можливостей, з іншого боку повинні надійно працювати в дуже широкому діапазоні швидкостей та висот польоту ЛА.

***До складу засобів аварійного покидання
входить:***

- 1. Засоби виявлення несправностей та видачі сигналу про необхідність катапультивання;**
- 2. Система відкриття аварійного виходу;**
- 3. Система аварійного покидання, що забезпечує екіпажу можливість покинути ЛА при його аварії;**
- 4. Засоби, що забезпечують виживання після приземлення (приводнення).**

Все це необхідно для забезпечення аварійного покидання літака не перевищуючи фізіологічних можливостей людини, які визначаються наступними основними факторами:

- **швидкістю зростання перевантаження за часом dn/dt ;**
- **часом дії перевантаження t ;**
- **максимальним значенням перевантаження n_{max} ;**
- **напрямком дії перевантаження ("голова-таз", "таз-голова", "спина-груди", "груди-спина").**

- При **$V = 700-750$ км/год** - не потрібні засоби захисту при наявності кисневої маски.
- При **$V = 750$ км/год** - необхідна фіксація кінцівок.
- При **$V = 800...1000$ км/год** - необхідний спеціальний захист обличчя шторкою або захисним шоломом з світофільтром, що опускається.
- При **$V = 950...1200$ км/год** необхідна спеціальна фіксація тулуба та кінцівок льотчика разом з захистом від повітряного потоку (висотний компенсаційний костюм з гермошоломом або висотне спорядження).
- При **$V = 1200...1400$ км/год** рекомендується використовувати катапультні установки закритого типу (капсули, кабіни, що відділяються).

2 Катапульти та вимоги до них

Катапультною установкою (катапультним кріслом) називають сукупність сидіння, енергетичних пристроїв та систем, що забезпечують безпечне покидання ЛА та приземлення льотчика за допомогою парашута.

До катапультних установок пред'являються наступні основні вимоги:

- забезпечення необхідних зручностей для керування літаком в нормальній експлуатації (необхідний нахил спинки крісла, можливість регулювання положення сидіння за ростом; довжини плечових та поясних ременів фіксації та інш);**

□забезпечення захисту льотчика від дії аеродинамічних сил в процесі катапультивання (дефлектор, обмежувач розкидання рук та ніг, аварійний притяг до спинки перед катапультиванням та інш.);

Кресло, спасающее жизнь



Катапультирование



1 0 секунд
Летчик дергает поручни. Начинается автоматическая фиксация тела



2 0,2 секунды
Фиксация тела завершена. На высоких скоростях вводится защитный дефлектор (защита головы и груди)



3 0,35–0,4 секунды
Стреляющий механизм двигает кресло по направляющим. Выпускаются стабилизирующие штанги



4 0,45 секунды
Кресло отделяется от кабины. Включаются реактивные двигатели



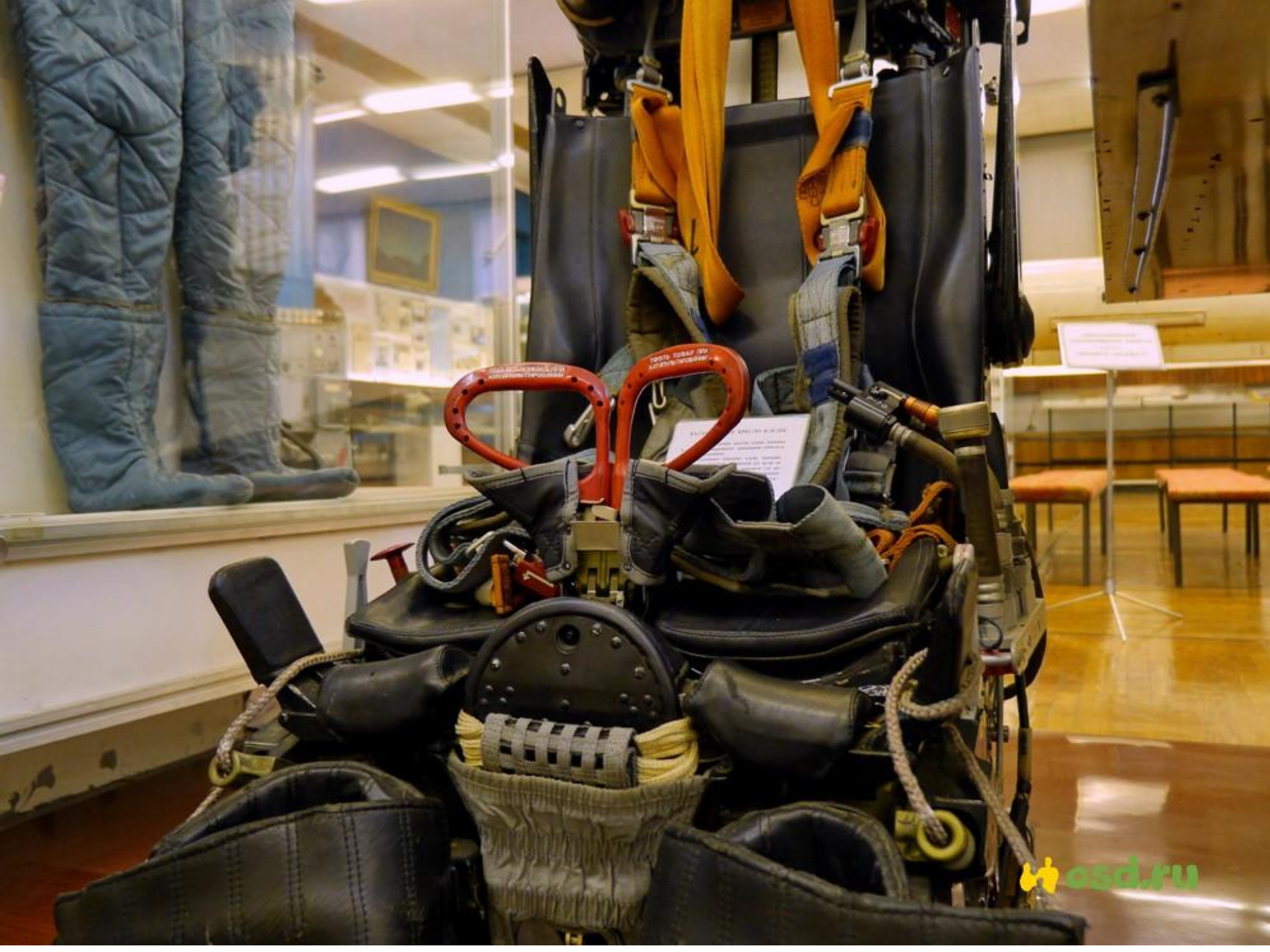
5 0,8 секунды
Отстреливается заголовник, тело пилота отделяется от кресла, раскрывается парашют



6 Летчик спускается на специальном сидении, под которым расположена кислородная система и ящик с носимым аварийным запасом (НАЗ, около 10 кг)

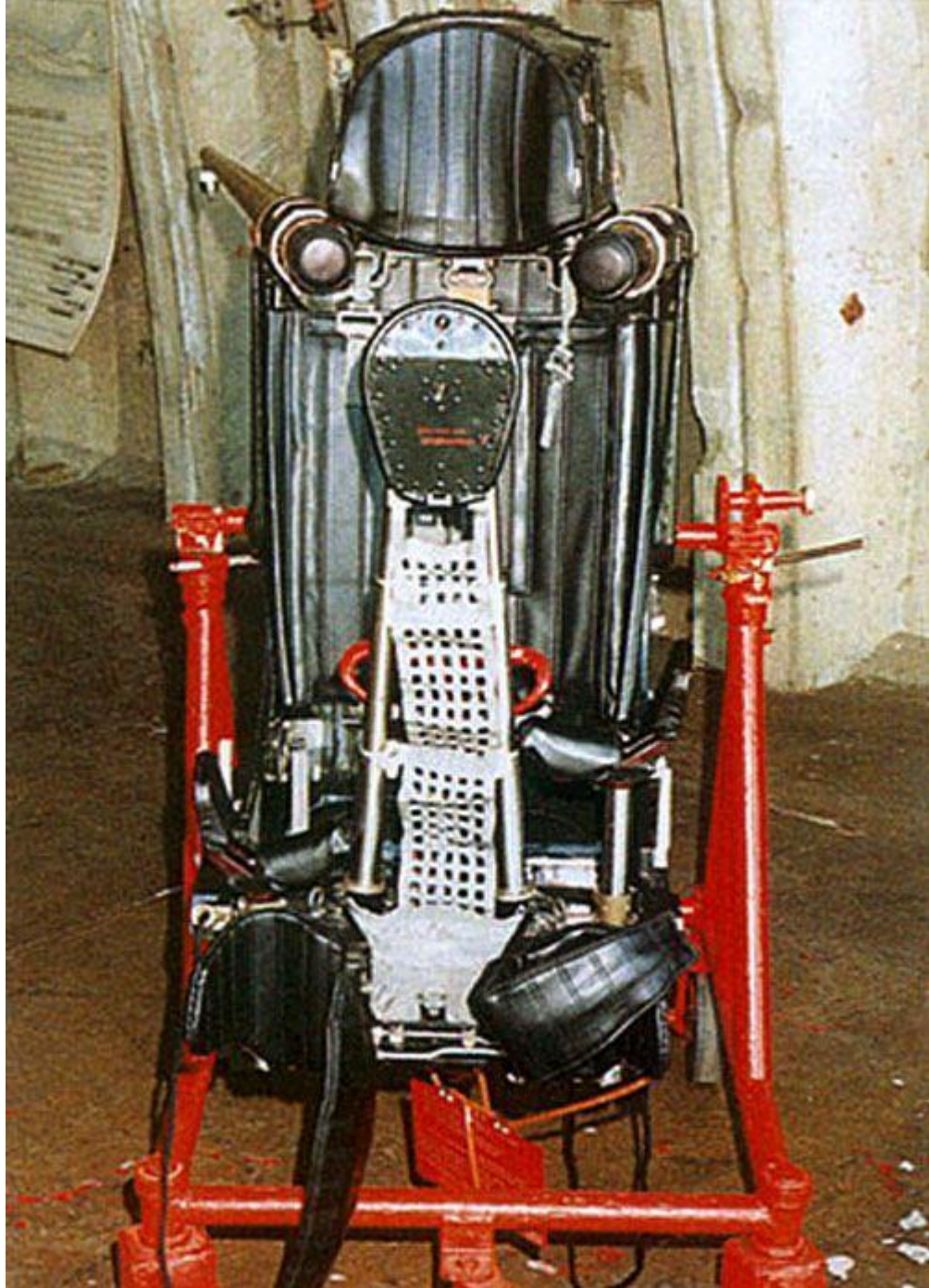
***П*забезпечення викидання льотчика з кабіни і підкидання його на висоту, достатню для перельоту через кіль та відкриття парашуту на всьому діапазоні висот **H** та швидкостей польоту **V**, у тому числі при злеті та після приземлення;**





ВНИМАНИЕ! ЭКСПОНАТ НЕЛЬЗЯ ПРИКАСАТЬСЯ К НЕМУ!

Информационная табличка



До катапультних установок пред'являються наступні основні вимоги:

- **забезпечення стабілізованого руху крісла** на ділянці від катапультивання до вводу основного парашуту;
- **висока ступінь автоматизації** процесу катапультивання;
- **наявність захисту** від можливого спрацювання систем крісла на землі при технічному обслуговуванні ЛА.
 - мінімальна маса;
 - висока надійність;
 - простота технічної та льотної експлуатації.

Катапультні установки звичайно включають:

- крісло*** (сидіння), встановлене у направляючих у кабіні;
- систему керування катапультуванням;***
- систему примусової фіксації*** льотчика в кріслі (притяг плечових та поясних ременів, обмежувачів розкидання рук та ніг);
- комбінований стріляючий механізм***, енергетичні пристрої, що забезпечують підкидання льотчика не необхідну висоту, а також відокремлення льотчика від крісла та ввід рятувального парашуту;
- систему стабілізації крісла*** після його виходу з кабіни;
- аварійну кисневу систему*** для живлення льотчика при катапультуванні на великих висотах;
- несений аварійний запас*** (НАЗ), що забезпечує життєдіяльність льотчика після приземлення (приводнення).

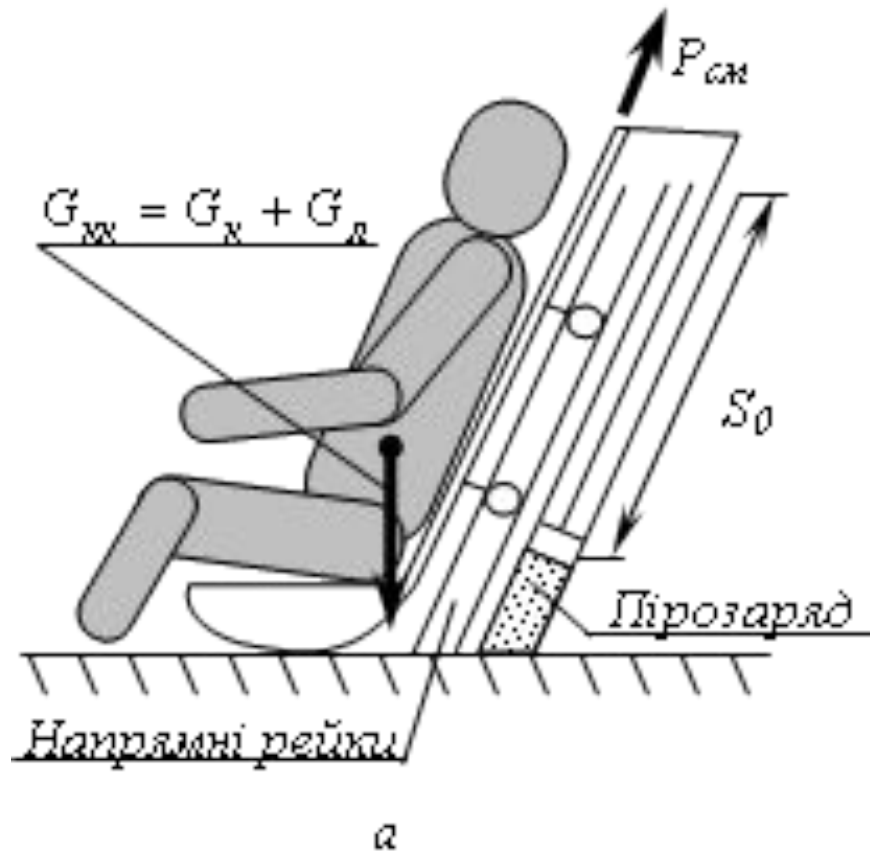
3 Основі характеристики катапультивання

До основних характеристик катапультивання відносяться:

- початкова швидкість виходу крісла з кабіни;**
- максимальне перевантаження при катапультиванні;**
- висота прольоту крісла над кілем;**
- висота підкидання крісла при покиданні літака на землі;**
- допустимий діапазон висот та швидкостей, на яких допускається катапультивання.**

Початкова швидкість виходу крісла з кабіни визначає висоту підкидання, а також висоту прольоту над кілем.

Крісло викидається з кабіни, як правило, за допомогою стріляючого механізму, який являє собою циліндр з поршнем, під яким знаходиться пірозаряд.



- На крісло під час його руху діє:
- сила ваги, що являє собою силу ваги власне крісла і силу ваги льотчика ;
 - сила стріляючого механізму

Максимальне перевантаження під час катапультивання обмежується фізіологічними можливостями льотчика і не повинне перевищувати 20...25 одиниць у напрямку "голова – таз", 25...30 одиниць у напрямку "груди – спина" й "спина – груди", 8...10 одиниць у напрямку "таз – голова" (за час 0,1...0,5 с). Величина робочого ходу крісла у кабіні обмежена розмірами кабіни ($S_0 \approx 1$ м).

Висота прольоту крісла над кілем визначається з аналізу руху крісла після його виходу з кабіни.

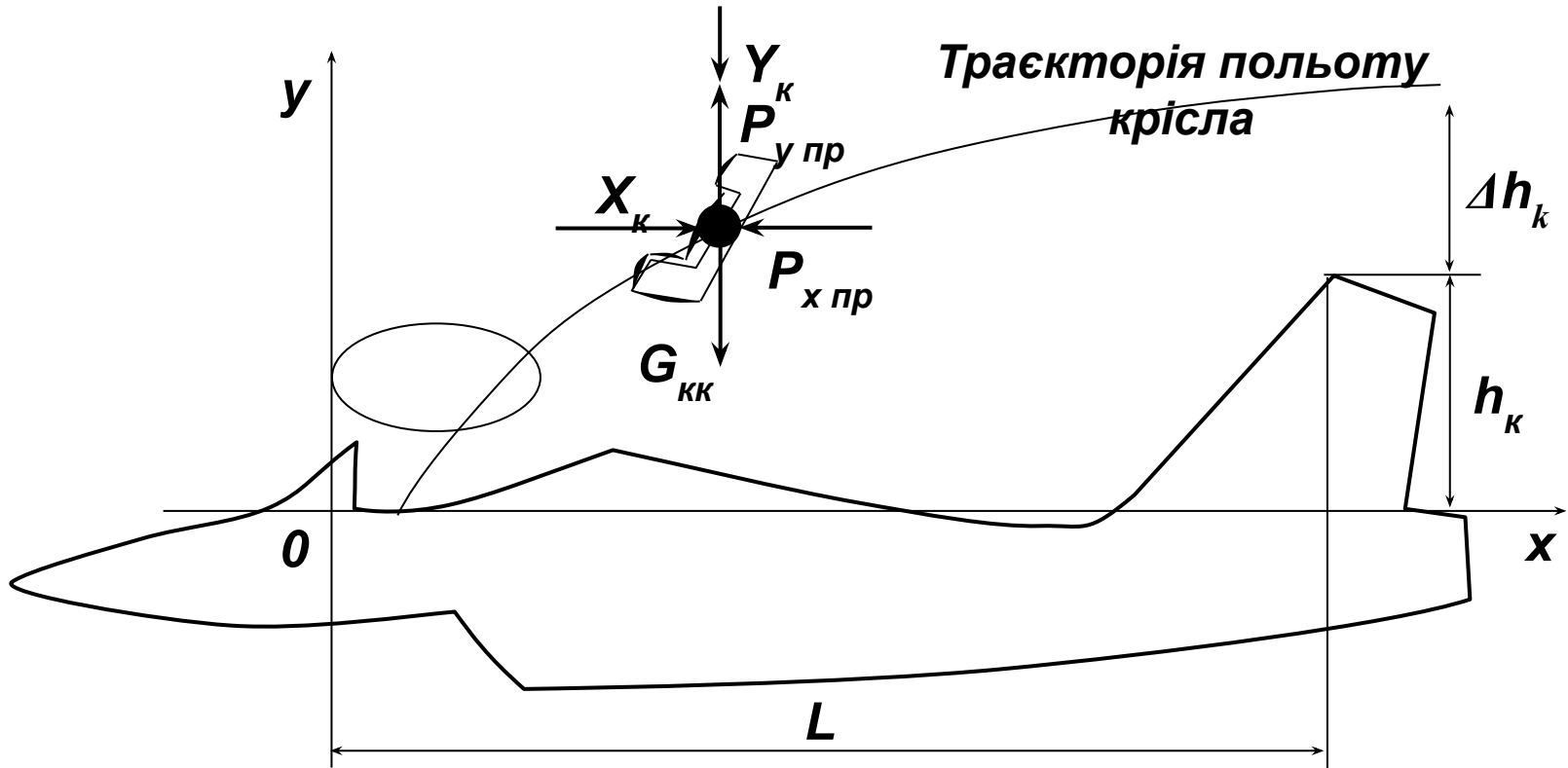


Рис. 10.8

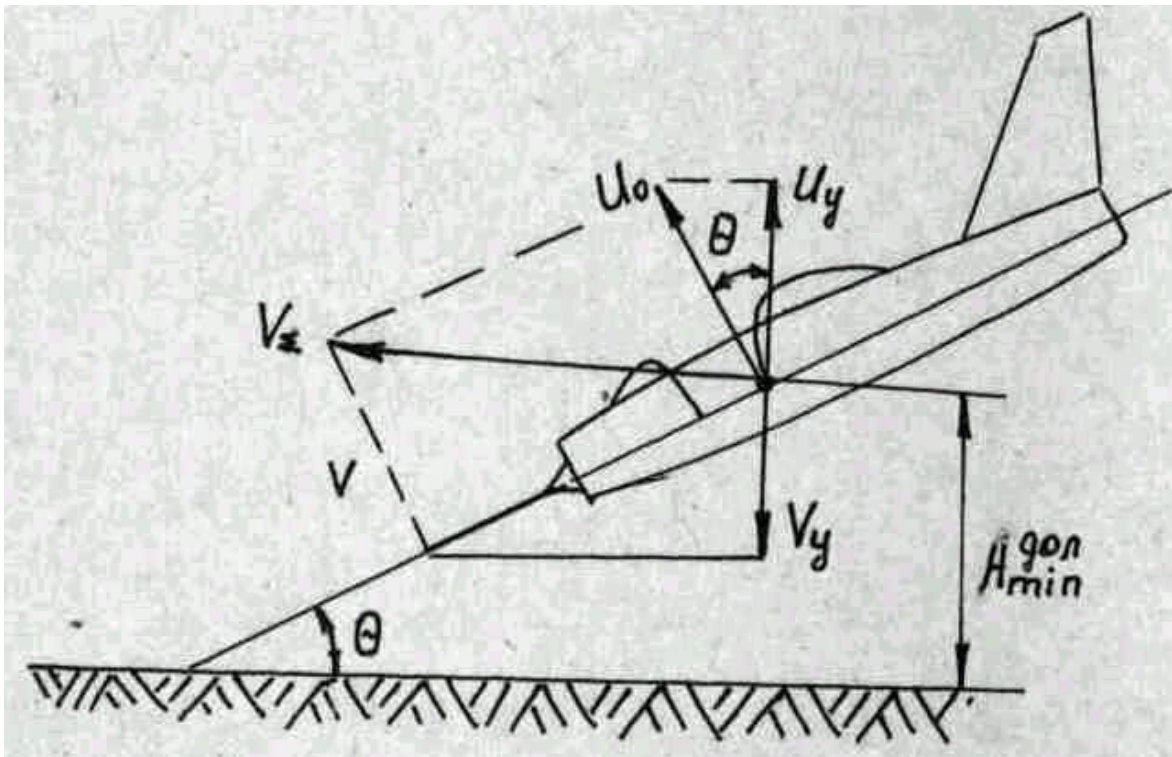
Як видно з рисунку, на крісло діють наступні сили:

P_y, P_x - вертикальна та поздовжня складові сумарної сили КСМ;

Y_k, X_k - вертикальна та поздовжня складові сил аеродинамічного опору;

G_k - сила ваги крісла.

Мінімально допустима висота польоту, на якій допускається катапультивання залежить від кута нахилу траєкторії θ , кута крену γ , та швидкості польоту V . Вертикальна складова швидкості крісла при виході його з кабіни:



При великих θ швидкість V_y може стати від'ємною, тобто крісло після виходу з літака буде рухатись до землі.

Рис.9.10