

СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

УДК 629.735.33-519(045)

М. Ф. Тупіцин, канд. техн. наук, доц.,
Б. І. Дмитренко, асп.,
І. О. Степаненко, студ.

ЕТАПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО ЗЛІТНО-ПОСАДКОВОГО ПРИБОРУ ТА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

Інститут аерокосмічних систем управління НАУ, e-mail: iecs@nau.edu.ua

Побудовано та проаналізовано етапи функціонування газодинамічного зльотно-посадкового пристрою та літального апарата.

Ключові слова: газодинамічний злітно-посадковим пристрій, командний пункт керування, блок вимірювальної апаратури, газодинамічна установка, повітряний потік, етапи функціонування.

Вступ. В останні роки спостерігається значне зростання кількості досліджень в авіаційній галузі з безпілотних літальних апаратів (БПЛА), причому частина цих досліджень спрямована на розроблення нових злітно-посадкових пристроїв [1 – 3].

Від ефективності виконання зльоту та посадки БПЛА багато в чому залежить успішність виконання поставленої перед ним завдання. У зв'язку з цим дослідження етапів функціонування газодинамічного злітно-посадкового пристрою є актуальним завданням.

Постановка завдання. В роботі поставлено завдання побудувати і проаналізувати етапи функціонування газодинамічної установки під час зльоту та посадки літального апарата (ЛА). Крім того, необхідно проаналізувати етапи руху ЛА за допомогою газодинамічного способу зльоту та посадки і відповідно побудувати часові діаграми польоту ЛА для цих двох режимів.

Для побудови імітаційної моделі руху ЛА можна застосовувати систему диференціальних рівнянь, що описують рух ЛА як абсолютно твердого тіла [4].

У зв'язку з відсутністю досліджень за газодинамічного способу зльоту та посадки рух ЛА за цих режимів доцільно розділити на функціональні умовні етапи.

Кожен з цих етапів теж можна поділити на функціональні підетапи, наприклад, етап зниження ЛА до газодинамічного зльотно-посадкового пристрою (ГЗПП) можна поділити на підетап зниження ЛА із заданої висоти польоту до висоти розміщення ГЗПП та підетап на цій висоті при підльоті до пристрою, коли ЛА повинен зменшити швидкість до мінімальної. Аналогічні етапи руху ЛА використовуються під час його посадки на злітно-посадкову смугу [4]. А для зльоту, навпаки, ЛА повинен спочатку розігнатися на висоті розміщення ГЗПП з мінімальної до заданої швидкості і лише потім набирати висоту.

Побудовання етапів функціонування ГЗПП та ЛА. Для вирішення постановленого завдання будемо припускати, що керування ГЗПП здійснюється згідно з функціональною схемою (рис. 1), на якому ГУ1 і ГУ2 – горизонтально і вертикально розміщені газодинамічні установки (ГУ). При цьому командний пункт керування здійснює загальне керування процесами зльоту та посадки ЛА, а ГЗПП (рис. 2 і 3), крім функціональних пристроїв, які детально описані в працях [2; 3], включає в себе блок вимірювальної апаратури та систему керування газодинамічним злітно-посадковим пристроєм (СК ГЗПП).

Відмітною особливістю функціонування ГЗПП у процесі посадки ЛА від процесу зльоту є те, що під час посадки ЛА (див. рис. 2) штучні повітряні потоки від основної ГУ2 і додаткової ГУ1 створюються у зворотній послідовності, причому під час посадки ЛА напрямок штучного ПП4 змінюється на протилежний. Крім того, під час посадки ЛА

повинен бути повернений носовою частиною до ГУ2. Горизонтальна складова земної швидкості польоту ЛА буде зменшуватися в міру його наближення до основної газодинамічної установки, розташованої на фіксованій відстані L від заданого району посадки. Для зльоту ЛА повинен бути повернений хвостовою частиною до ГУ2 (рис. 3).

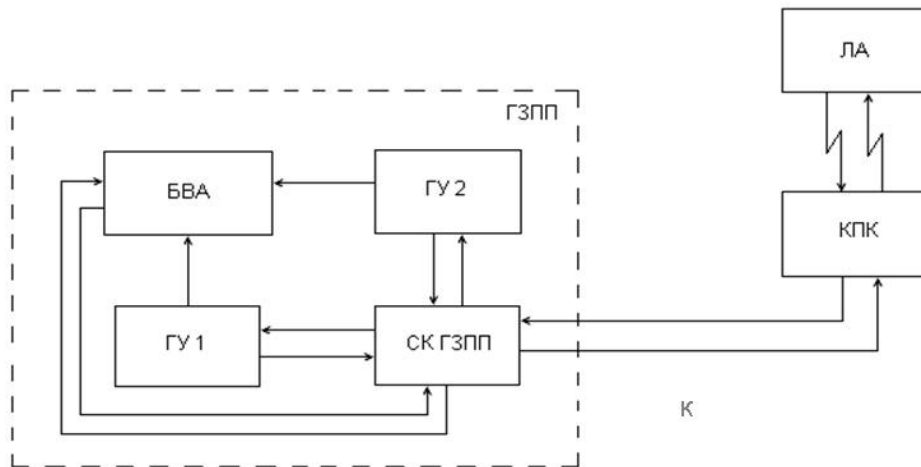


Рис. 1. Функціональна схема керування ГЗПП: БВА – блок вимірювальної апаратури; КПК – командний пункт керування

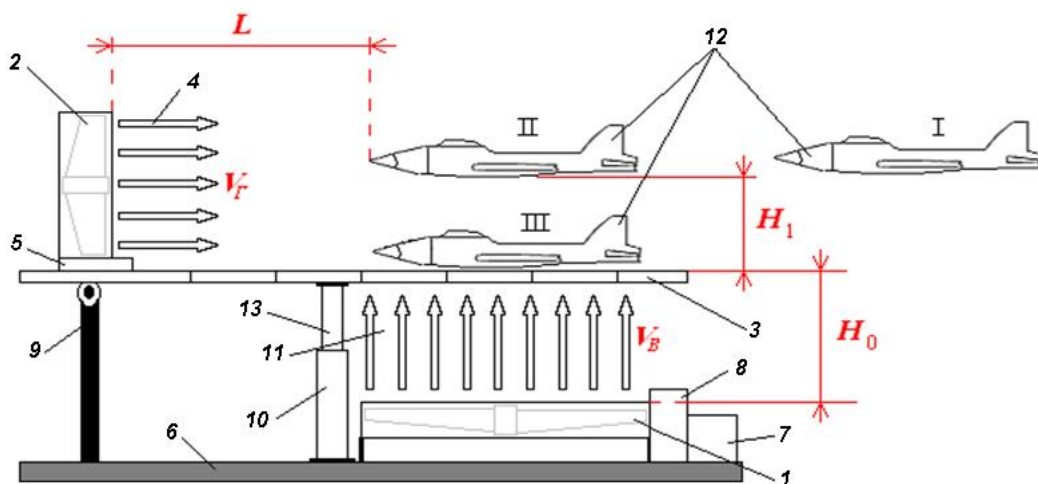


Рис. 2. Газодинамічний злітно-посадковий пристрій в режимі посадки ЛА

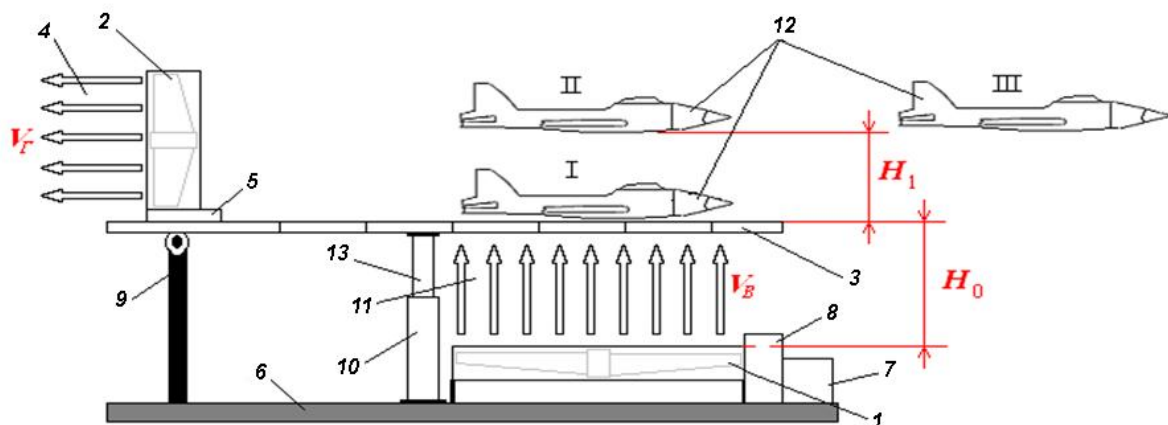


Рис. 3. Газодинамічний злітно-посадковий пристрій в режимі зльоту ЛА

Імітаційна модель руху ЛА за газодинамічного способу зльоту і посадки частково збігається з моделлю руху ЛА під час зльоту та посадки за допомогою зльотно-посадкової смуги.

Особливості запропонованої моделі руху ЛА проявляються тільки в безпосередній близькості від ГЗПП. При цьому важливо виділити і проаналізувати всі етапи газодинамічного способу зльоту та посадки ЛА, враховуючи вплив ГЗПП на його рух.

Часові діаграми функціонування ГЗПП та СК ЛА під час зльоту. Для аналізу функціонування ГЗПП і ЛА за цим способом зльоту доцільно виділити етапи функціонування ГЗПП (рис. 4).

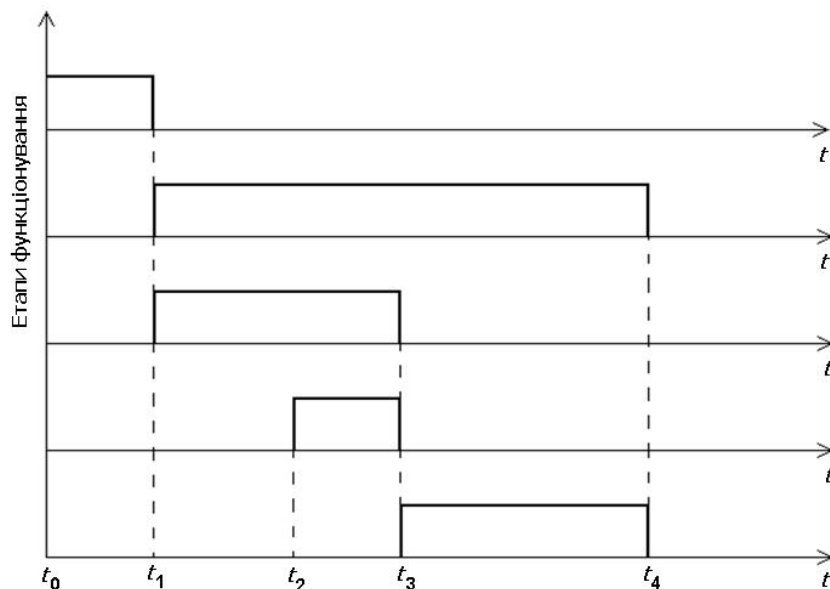


Рис. 4. Часова діаграма функціонування ГЗПП у режимі зльоту

На часовій осі діаграми наведено такі інтервали:

- $t_0 - t_1$ – за командою КПК відбувається запуск горизонтально розміщеної ГУ1 і вихід її на робочий режим, одночасно включається контрольно-вимірювальна апаратура (для контролю положення ЛА відносно ГЗПП, контроль швидкості повітряного потоку (ПП) біля перфорованої пластини, на якій розміщено ЛА);
- $t_1 - t_3$ – функціонування ГУ1 для забезпечення руху ЛА в ПП від перфорованої пластини до заданої висоти H_1 ;
- $t_2 - t_3$ – запуск вертикально розміщеної ГУ2 і вихід її на робочий режим;
- $t_3 - t_4$ – функціонування ГУ2 для забезпечення розгону ЛА в ПП від ГУ2 (від нульової поздовжньої складової швидкості ЛА) до поздовжньої складової швидкості $V_{\text{відр.}}$.

Часову діаграму функціонування елементів СК ЛА показано на рис. 5.

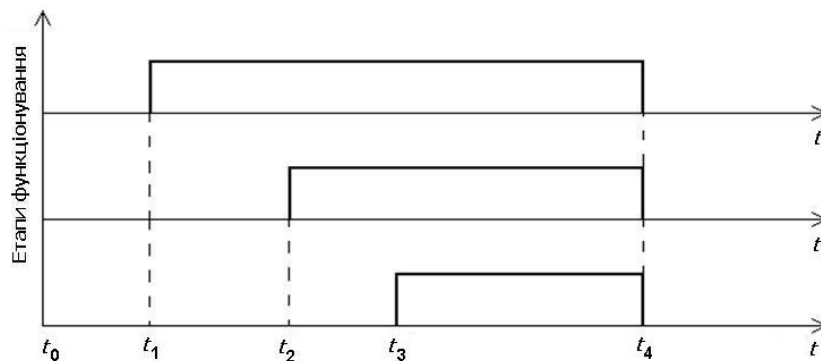


Рис. 5. Часова діаграма функціонування СК ЛА на етапі зльоту

На часовій осі діаграми наведено такі інтервали:

- $t_1 - t_4$ – увімкнення системи стабілізації ЛА;
- $t_2 - t_4$ – запуск і вихід на режим максимальної тяги двигунів ЛА;
- $t_3 - t_4$ – керування рухом ЛА навколо центра мас (парування вимкнення ГУ1) і увімкнення СК ЛА на режим зльоту.

Часові діаграми функціонування ГЗПП та СК ЛА під час посадки. Під час посадки ЛА доцільно виділити етапи функціонування ГЗПП (рис. 6).

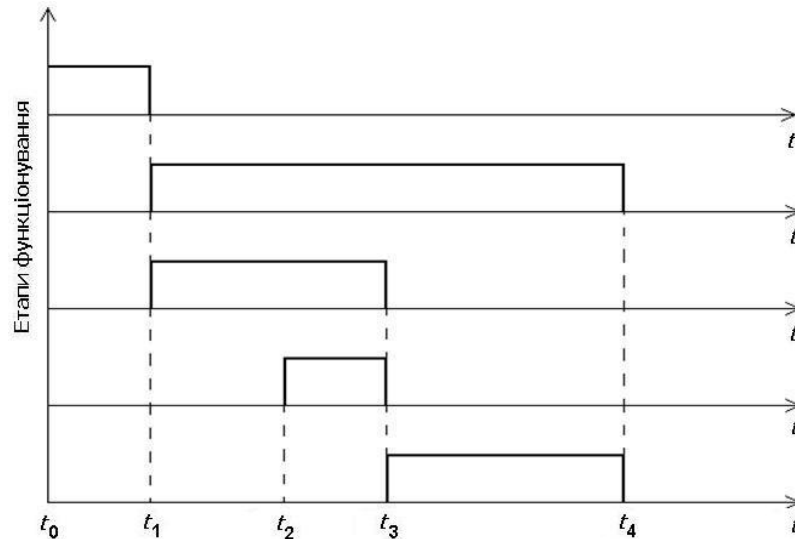


Рис. 6. Часова діаграма функціонування ГЗПП у режимі посадки

На часовій осі діаграми наведено такі інтервали:

- $t_0 - t_1$ – за командою КПК відбувається запуск ГУ2 і вихід її на робочий режим, одночасно включається контрольно-вимірювальна апаратура (датчик контролю положення ЛА відносно ГЗПП, датчики визначення швидкості ЛА і ПП);
- $t_1 - t_4$ – функціонування контрольно-вимірювальної апаратури ГЗПП;
- $t_1 - t_3$ – функціонування ГУ2 для забезпечення руху ЛА в ПП ГУ2 з дотриманням заданої висоти H_1 від перфорованої пластини;
- $t_2 - t_3$ – запуск ГУ1 і його вихід на робочий режим;
- $t_3 - t_4$ – функціонування ГУ1 для забезпечення руху ЛА в ПП із заданої висоти H_1 до посадки на перфоровану пластину, що розміщена на відстані H_0 від ГУ1.

Часову діаграму функціонування СК ЛА показано на рис. 7.



Рис. 7. Часова діаграма функціонування СК ЛА на етапі посадки

На часовій осі діаграми наведено такі інтервали:

- $t_1 - t_3$ – вхід ЛА в робочу область ПП від ГУ2 та парирування вітрових збурень системою стабілізації;
- $t_1 - t_2$ – зменшення швидкості ЛА відносно Землі за рахунок дії зустрічного ПП та зменшення до нуля тяги двигуна;
- $t_2 - t_3$ – стабілізація ЛА в ПП від ГУ1.

Висновки. У роботі побудовано та проаналізовані етапи функціонування газодинамічного злітно-посадкового пристрою та ЛА. Результати роботи можуть бути використані під час розроблення та реалізації на практиці ГЗПП для ЛА

Список літератури

1. Пат. №52596 Україна, МКИ В64С 25/00. – № и201005781. Пристрій посадки літального апарата / Н. Ф. Тупицин, Н. М. Тупіцина. Заявл. 12.05.2010; опубл. 25.08.2010, Бюл. №16. – 8 с.
2. Тупицин Н. Ф. Газодинамический способ взлета летательного аппарата / Н. Ф. Тупицин, В. С. Яцковский // Електроніка та системи управління. – 2011. – №1(27). – С. 122–127.
3. Тупицин Н. Ф. Расчет характеристик газодинамического взлетно-посадочного устройства / Н. Ф. Тупицин, А. В. Бондарчук / Електроніка та системи управління. – 2011. – №2(28). – С. 161–164.
4. Синеглазов В. М. Автоматизовані системи управління повітряних суден: підруч. / В. М. Синеглазов, М. К. Філяшкін. – К.: НАУ, 2003. – 502 с.

Н. Ф. Тупицин, Б. И. Дмитренко, И. А. Степаненко

Этапы функционирования газодинамического взлетно-посадочного устройства и летательного аппарата

Построены и проанализированы этапы функционирования газодинамического взлетно-посадочного устройства и летательного аппарата.

N. F. Tupitsin, B. I. Dmitrenko, I. A. Stepanenko

Stages of functioning the gas-dynamic device takeoff and landing and aircraft's

In this article are constructed and analysed the stages of functioning the gas-dynamic device takeoff and landing and aircraft's.