ПИРОХИДРАВЛИЧЕН МЕТОД ЗА ПРИНУДИТЕЛНО ОТДЕЛЯНЕ НА ТОВАРИ

Стойко Стойков

Военновъздушна академия на България, Факултет „Авиация“, Долна Митрополия, България
e-mail: sos_23@abv.bg

Ключови думи: *авиация, изтласкване, кръвно налягане, пирохидравличен механизъм*

Резюме: *Разгледан е пирохидравличният метод за принудително отделяне на товари. Оценена е целесъобразността на използване на хидравлична система чрез предварително изчисляване на хидравличната предавка*.

PYROHYDRAULIC METHOD FOR FORCED SEPARATION OF LOADS

Stoyko Stoykov

Faculty Aviation, Bulgarian Air Force Academy, Dolna Mitropolia, Bulgaria
e-mail: sos_23@abv.bg

Keywords: *aviation, thrust, blood pressure, pyrohydraulic mechanism*

Abstract: *he pyrohydraulic method for forced separation of loads is considered. The feasibility of using a hydraulic system is assessed by preliminary calculation of the hydraulic transmission.*

Въведение

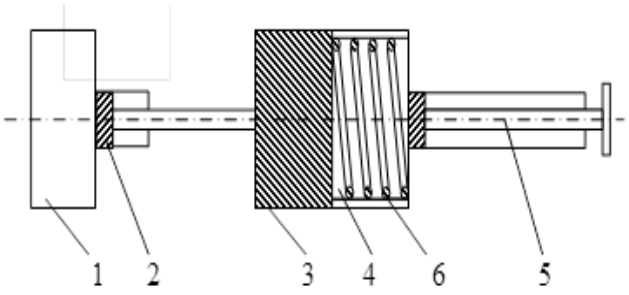
Пирохидравличният метод за принудително отделяне на товари е комбинация от пиротехнически и хидравлични системи за безопасно и контролирано отделяне на товари от самолети. Безопасността на отделянето се постига чрез създаване на такава начална линейна и ъглова скорости, които изключват сблъсъка на товара със самолета и поддържат пространствена стабилност.

Предимства на този метод са: адаптивност към външните влияния; повишена скорост на отделяне в сравнение с пневматичните системи поради използването на работен флуид в хидравличните системи; може да се комбинира с други системи – използването на хидравлични тласкачи подобрява контрола върху процеса на отделяне на товара.

Недостатъци са: ограничена адаптивност към вътрешни фактори (ъгловата скорост на товара спрямо центъра на масата е зададена постоянна във всички режими на полета, а линейната скорост на центъра на масата няма максимално допустима стойност, което може да доведе до нестабилност на системата за стабилизиране на товара); повишени изисквания за безопасност (пиротехническите механизми, използвани в такива системи, налагат специални изисквания за работа и безопасност).

Специфичните предимства и недостатъци могат да варират в зависимост от конкретното внедряване на системата, вида на товара и условията на работа.

За увеличаване броя на сработванията на пиротехническата система без да се почиства и за подобряване на експлоатацията се използва хидравлична система, като междинно звено между камерата на горене и пръта на тласкача. Изпълнението на такава схема (фиг. 1) ще концентрира разпространението на газа в камерата на горене, поради което ще се почиства нагара само в камерата.



Фиг. 1. Схема на пирохидравличен задвижващ механизъм [3]
1 – камера на горене; 2 – бутало; 3 – хидравлично бутало; 4 – камера с хидравлична течност;
5 – тласкач; 6 – възвратна пружина

Теория на метода

При задействане на пиропатрона, в пиротехническата камера се увеличава налягането, задвижва се буталото 2, което действа на хидравличното буталото 3 и се изтласква течността в хидравличния цилиндър, която от своя страна задвижва буталото на тласкача 5. Връщане на системата в начално положение се извършва под действието на свитата пружина 6 след падане на налягането в пиротехническата камера 1.

За оценяване на целесъобразността от използване на хидравлична система се извършва предварително изчисляване на хидравличната предавка. Площта на тласкача се определя по известната формула:

(1) $S_m = \pi d^2/4.$

От условието за осигуряване на ускорение, площта на тласкача е:

(2) $S_m = F/P_x$, (P_x е хидравличното налягане, F – силата на налягане) се получава

(3) $$P_x = \frac{F}{S_т} = 80\ \text{MPa}$$

Обемът на течността на тласкача се изчислява по формулата:

$V = S_m l$, където l е хода на тласкача.

При 20 mm ход на хидравличното бутало, неговата площ се определя от израза:

(4) $S_б = V/0,2.$

Радиусът на хидравличното бутало е:

(5) $$R_x = \sqrt{\frac{S_x}{\pi}} = 2.10^{-2}\text{m}.$$

За осигуряване на хидравличното налягането P_x е необходима сила F:

$F = P_x.S_б.$

Площта на пиротехническото бутало за средно налягане p = 90 MPa в камерата на горене, се изчислява по формулата:

(6) $S_п = F/P.$

Радиусът на буталото се определя по известната формулата:

(7) $$R_п = \sqrt{\frac{S_п}{\pi}} = 1,9.10^{-2}\text{m}.$$

От следната формула [3]:

$$\delta = \frac{P.D_c}{(2,3[\sigma] - P)\varphi} + C,$$

се изчислява дебелината на хидравличния цилиндър,

където φ е коефициента на якост (0,5);
P – налягането в хидрокамерата;
D – вътрешен диаметър на цилиндъра;
C – добавка към изчислената дебелина на стената (2 mm);
[σ] – допустимо напрежение на материала на цилиндъра.

За изчисляване по горните формули за стойностите за хода на тласкача *l,* силата на тласкача *F* и диаметъра на буталото на тласкача *d* се приемат тези, както са за пиротехническата система на заключващия механизъм на стандартен държател (ключалка) [3]:

L = 83 mm; *F* = 25000 *N; d* = 20 mm.

Получени са следните резултати:
$S_m = 3{,}14.10^{-4}\ mm^2$
$P_x = 80MP_a$
$V = 2{,}6.10^{-5}\ m^3.$
$S_б = 1{,}3.\ 10^{-2}\ m^2$
$R_x = 2.10^{-2} m^2$
$F = 1{,}04.10^5\ N$
$S_п = 1{,}15.\ 10^{-3}\ m^2$
$R_п = 1{,}9.10^{-2}\ m$

От изчисленията се получава:
- диаметъра на хидравличното бутало е $D_x = 40\ mm;$
- диаметъра на пиротехническия цилиндър е $D_п = 38\ mm$;
- диаметъра на буталото на тласкача, $d = 20\ mm$.

Дебелината на хидравличния цилиндър е около 5 mm.

Съгласно получените данни, масата на пиротехническия хидравличен задвижващ механизъм е около 7 – 8 kg. Данните са получени без да се отчита коефициента на полезно действие (КПД) на хидросистемата. С отчитане на КПД, който е не повече от 0,6 (триене в уплътненията, силата на свиване на възвратната пружина, изтичането на газ, хидравличните съпротивления) всички параметри ще се увеличават, включително габаритите и масата на цялата система. Освен това при работа на хидравличния механизъм се получава изтичане на течност.

Заключение

Най-рационалната схема на установка на авиационното въоръжение с адаптивна система за принудително отделяне е конструкция с два работни тракта – газов и хидравличен, с регулиране на параметрите на изтласкване на товара по изпълнителния хидравличен тракт. Основната разлика на тази схема от други възможни системи е, че управлението се осъществява не чрез газове, а чрез хидравлична смес. Предимството на регулирането на течност в тези случаи пред регулирането на газ е, че е за предпочитане регулирането да се извършва чрез течност поради нейната не свиваемост. Освен това за нея съществуват стандартни регулиращи серво клапани, които могат да се използват в конструкцията на адаптивната система за принудително отделяне. От гледна точка на по-голямата компактност на изпълнението, малкото тегло и по-големия енергиен капацитет, най-предпочитано е използването на пиропатрони като задвижване.

Предимство на пиротехническия хидравличен механизъм спрямо пиротехническия, е че газовите канали и цилиндъра на тласкача не се чистят. Недостатъци са увеличената маса и малкия КПД.

Безопасността при използване на пирохидравличен механизъм за принудително освобождаване на товари се осигурява чрез:
- използване на обратна връзка, осигуряваща адаптивно освобождаване на товара при променящи се външни фактори, т.е. автономно осигуряване на безопасно освобождаване на товара във всички режими на полет на самолета;
- ограничаване на режимите на бойно използване, тъй като някои системи за отделяне на товари нямат възможност за регулиране на линейните и ъгловите скорости на отделяне;
- осигуряване на несъприкосновение на товара със самолета. За тази цел се разработват условия, които гарантират, че товара остава в диапазона на приемливите координати за центъра на масата на товара спрямо самолет;

- поддържане на пространствената стабилност на товара, тъй като по време на отделянето възникват аеродинамични и инерционни сили, които могат да доведат до линейни и ъглови смущения в движението на товара и следователно до удара му със самолета.

Пирохидравличният метод съчетава предимствата на бързата реакция и адаптивността към външни условия, но неговата ефективност зависи от внимателното калибриране на системата, контрола на качеството на компонентите и отчитането на специфичните условия на използване. За подобряване на надеждността се изисква интеграция с допълнителни системи за мониторинг и контрол.

Литература:

1. Нестеров В. А., Полянский В. В., Проектирование универсального замка балочного держателя, Проблемы создания перспективной авиационной техники, Сборник статей научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических работ студентов, молодых ученых и инженеров, под ред. Проф. Ю. Ю. Комарова, В. А. Мхитаряна, Р. Д. Лисина М., МАИ, 2004 г. с. 21–25. https://vk.com/doc247409661_448151632?hash=tig9m2Omq57tXZQLiP1UIgrbu5TvZ49j0OXRNE3opz0
2. Правидло М. Н., Беляев А. Н., Анализ предельных возможностей систем принудительного отделения существующих установок авиационного вооружения, Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 61, УДК 623.451.8.054.93.
3. Стойков С. О., Влияние на принудителното отделяне на авиационните бомби върху техническото разсейване, ВВВУ „Г. Бенковски“, 2022, p. 111, ISBN 978-954-713-112-5.