

УДК.629.76.036

І.Б. Безкровний, О.О. Трегубенко, Р.Ю. Кривсун

УДОСКОНАЛЕНА КОНСТРУКЦІЯ СТАПЕЛЯ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ РДТП

Розглянуто удосконалену конструкцію стапеля для випробування РДТП, використання якої поліпшує якість вимірювання силових параметрів двигуна, а також збільшує обсяг інформації, отриманої під час випробування. Показано, за рахунок чого це досягнуто. Запропоновано методику оцінювання стабільності роботи стапеля під час вимірювання бокової тяги.

Рассмотрена усовершенствованная конструкция стапеля для испытаний РДТТ, использование которой повышает качество измерения силовых параметров двигателя, а также увеличивает объем информации, полученной при испытании. Показано, за счет чего это достигнуто. Предложена методика оценки стабильности работы стапеля при измерении боковой тяги.

The advanced design of SRM test rig is considered the use of which improves the quality of measurement of motor power parameters and increases the amount of test data. It is shown, due to which this was achieved. The technique is proposed for assessment of rig operation stability when measuring the lateral thrust.

Вступ. Основним етапом експериментального відпрацювання ракетних двигунів на твердому паливі (РДТП) є вогневі стендові випробування, які проводять на стенді з використанням спеціального обладнання – стапелів, які є важливим елементом системи вимірювання силових параметрів двигуна і від яких значною мірою залежать якість і обсяг інформації, отриманої під час випробування. Під час вогневих стендових випробувань двигунів використовують стапелі, які забезпечують вимірювання осьової та бокової тяги [1].

Поставлення завдання. Створення більш досконалих схем РДТП і зростаючі вимоги розробників ракетно-космічної техніки потребують поліпшення якості вимірювання силових параметрів РДТП, а також збільшення обсягу інформації, отриманої під час випробування. Ці вимоги можуть бути успішно виконані за рахунок розширення технічних можливостей стапелів шляхом подальшого удосконалення їх конструкцій [2].

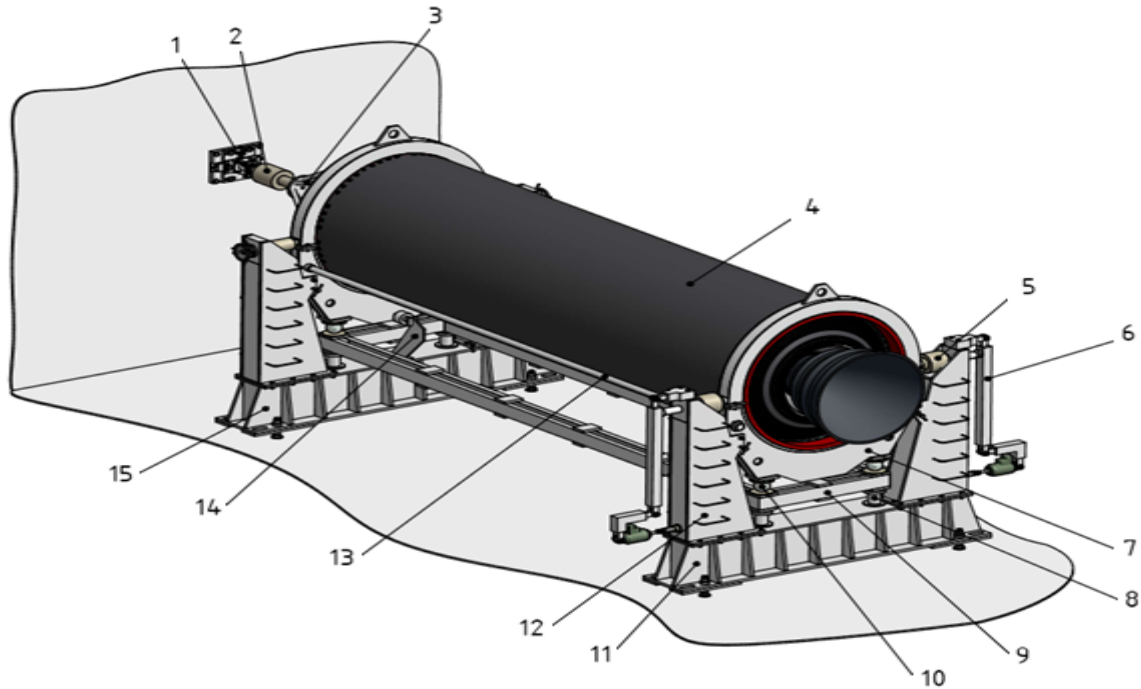
Варіант вирішення поставленого завдання. На рисунку наведено варіант удо-

сконаленої конструкції стапеля для випробування РДТП. Така конструкція забезпечує не тільки вимірювання осьової та бокової тяги, але й дозволяє визначити масу двигуна до випробування, під час випробування, а також після випробування.

Стапель складається з передньої 15 та задньої 11 балок, на яких установлені стояки 12 та чотири вимірювальні вузли 8, які застосовують для визначення маси двигуна. На вимірювальні вузли 8 обпирається рама 9. На раму 9, в свою чергу, через кулі 10 обпирається рухома частина стапеля, що складається з ложементів 7, з'єднаних між собою стяжками 13. Двигун 4 для випробування встановлюють у ложементи 7 рухомої частини стапеля, яка має можливість переміщуватись у напрямках дії осьової та бокової тяги. Під час випробування осьова тяга двигуна 4 передається через конус 3 на тяговимірювальний вузол 2 та сприймається упором стенда 1, а бокова тяга передається на датчики вузла виміру бокової тяги 5 та сприймається стояками 12.

Під час переміщення рухомої частини стапеля в напрямках дії осьової та бокової тяги мають місце втрати частки тяги на тертя. Для визначення й обчислення цих утрат у напрямку дії осьової тяги застосо-

вано пристрій переміщення 14, а у напрямках дії бокової тяги – лівий і правий пристрої тарування 6 датчиків вузлів вимірювання бокової тяги 5.



Удосконалена конструкція стапеля для випробування РДТП:

- 1 – упор стенда; 2 – тяговимірювальний вузол; 3 – конус; 4 – РДТП; 5 – вузол вимірювання бокової тяги; 6 – пристрій тарування; 7 – ложемент; 8 – вимірювальний вузол; 9 – рама; 10 – куля; 11 – задня балка; 12 – стояк; 13 – стяжка; 14 – пристрій переміщення; 15 – передня балка

Пристрій переміщення 14 складається з датчиків сили та переміщення. Обчислення втрати осьової тяги провадять як до випробування двигуна, так і після (результати цих обчислень ураховують під час визначення осьової тяги). Пристрій переміщення 14 також застосовують для створення попереднього навантаження на тяговимірювальний вузол 2 з метою усунення в ньому нещільності. Усунення нещільності знижує амплітуду коливань осьової тяги на відрізок виходу двигуна на режим, що дозволяє більш якісно визначати методом згладжування характер зміни осьової тяги та її максимальне значення. Попереднє навантаження після виходу двигуна на режим знімається спеціальним пристроєм з метою

виключення його впливу на вимірювання маси двигуна після випробування.

Лівий і правий пристрої тарування 6 датчиків вузлів вимірювання бокової тяги 5 під час тарування задають еталонні навантаження на рухому частину стапеля в напрямках дії бокової тяги з реєстрацією цих навантажень протилежними датчиками вузлів вимірювання бокової тяги 5 та складаються з важелів та їх приводів. Тарування проводиться автоматично до випробування, під час випробування та після випробування двигуна (результати тарування враховують при визначенні бокової тяги).

Крім цього, результати тарування датчиків вузлів вимірювання бокової тяги 5, отримані до випробування двигуна, можна

використати також і для попереднього оцінювання стабільності роботи стапеля при вимірюванні бокової тяги під час випробування.

Попереднє оцінювання стабільності проводять за коефіцієнтами стабільності роботи стапеля K_l та K_{np} , визначеними до випробування двигуна під час дії лівого та правого пристроїв тарування б відповідно:

$$K_l = \frac{R_1^{\max}(t_2) - R_1^{0,2}(t_1)}{R_2(t_2) - R_2(t_1)},$$

де $R_1^{\max}(t_2)$ – максимальне значення еталонної сили, заданої лівим пристроєм тарування в час t_2 ; $R_1^{0,2}(t_1)$ – значення еталонної сили, заданої лівим пристроєм тарування, що становить 20% від $R_1^{\max}(t_2)$ у час t_1 ; $R_2(t_2)$, $R_2(t_1)$ – показання датчиків правих вузлів вимірювання бокової тяги в час t_2 і t_1 відповідно.

$$K_{np} = \frac{R_2^{\max}(t_4) - R_2^{0,2}(t_3)}{R_1(t_4) - R_1(t_3)},$$

де $R_2^{\max}(t_4)$ – максимальне значення еталонної сили, заданої правим пристроєм тарування в час t_4 ; $R_2^{0,2}(t_3)$ – значення еталонної сили, заданої правим пристроєм тарування, що становить 20% від $R_2^{\max}(t_4)$ в час t_3 ; $R_1(t_4)$, $R_1(t_3)$ – показання датчиків лівих вузлів вимірювання бокової тяги в час t_4 і t_3 відповідно.

За попереднім оцінюванням робота стапеля під час вимірювання бокової тяги буде стабільною, якщо коефіцієнти стабільності його роботи K_l і K_{np} знаходяться у таких межах:

$$0,9 \leq K_l \leq 1,03;$$

$$0,9 \leq K_{np} \leq 1,03.$$

Висновок. Аналіз наведеної конструкції стапеля для випробування РДТП свідчить про таке: розміщення рами 9 з двигуном 4 на чотирьох вимірювальних вузлах 8 до-

зволяє визначити масу двигуна до випробування, на момент його закінчення, а також зміну маси двигуна під час та після випробування, що збільшує обсяг інформації, отриманої під час випробування двигуна;

1) застосування пристрою переміщення 14 дозволяє визначити втрати частки тяги, затраченої на переміщення рухомої частини стапеля в напрямку дії осьової тяги, що поліпшує якість вимірювання осьової тяги;

2) застосування пристроїв тарування б датчиків вузлів вимірювання бокової тяги 5 не тільки поліпшує якість вимірювання бокової тяги, а й дозволяє проводити попереднє оцінювання стабільності роботи стапеля під час вимірювання бокової тяги.

Таким чином, наведена конструкція стапеля для випробування РДТП під час застосування забезпечить не тільки якісне вимірювання силових параметрів двигуна, але й збільшить обсяг інформації, отриманої під час випробування.

Список використаної літератури

1. Бескровный И.Б., Кириченко А.С., Балицкий И.П. и др. Опыт предприятия по проектированию и эксплуатации стапелей для испытания РДТТ // Космическая техника. Ракетное вооружение: Сб. науч.-техн. ст. – 2008. – Вып. 1. – Днепропетровск: ГП "КБ "Южное". – С. 119-127.
2. Безкровный И.Б., Корольов В.Г., Кривсун Р.Ю. Розроблення конструктивної схеми стапеля для вимірювання маси РДТП під час випробування // Космическая техника. Ракетное вооружение: Сб. науч.-техн. ст. – 2013. – Вып. 2. – Днепропетровск: ГП "КБ "Южное". – С. 74-76.

Стаття надійшла 30.11.2015