

КЕРУВАННЯ ГАЗОВИМИ ПОТОКАМИ В РАКЕТНОМУ ДВИГУНІ

Інститут технічної механіки

Національної академії наук України і Державного космічного агентства України,
вул. Лешко-Попеля, 15, 49005, Дніпро, Україна; e-mail: ignatyevpg@gmail.com

Наводяться основні результати досліджень, які виконуються відділом термогазодинаміки енергетичних установок Інституту технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України (за останні п'ять років) з рішення деяких проблем, пов'язаних з керуванням газовими потоками в ракетному двигуні. Досліджено стійкість і керованість космічного ступеня ракети (типу «Циклон-4») в умовах її великої масової асиметрії, що змінюється при русі ступеня. Показано, що комбіновані органи керування вектором тяги, що включають механічну й газодинамічну системи, дозволяють: збільшити область стійкості космічного ступеня ракети; підвищити характеристики керованості й надійності системи керування ступенем в цілому; вирішити завдання активного пригнічення поперечних коливань конструкції ступеня; суттєво спростити відпрацювання двигуна (з високим ступенем розширення сопла) у наземних умовах.

Розроблено біфункціональну систему керування вектором тяги ракетного двигуна, що окремо парирує статичну й динамічну складові збурюючих дій на об'єкт керування (ступінь ракети) й забезпечує стійкість його руху. Механічна частина цієї системи може базуватися на повороті двигуна або окремих його частин, що створюють тягу двигуна; газодинамічна – на збурюванні надзвукового потоку в соплі камери двигуна перешкодами різної природи, що установлені на внутрішній стінці сопла. Обґрунтовано й запатентовано різні схеми газодинамічної складової системи, що забезпечують можливість вибору оптимального варіанта при проектних розробках системи керування вектором тяги ракетного двигуна.

Ключові слова: ракетний двигун; система управління вектором тяги; механічна система; газодинамічна система; біфункціональна система; нова концепція системи управління вектором тяги.

- 1 Издалов И. М., Кучма Л. Д., Поляков Н. В., Шептун Ю. Д.; под ред. С. Н. Конюхова. Динамическое проектирование ракет. Задачи динамики ракет и их космических ступеней. Днепропетровск, 2010. 254 с.
- 2 Издалов И. М., Кучма Л. Д., Поляков Н. В., Шептун Ю. Д.; под ред. С. Н. Конюхова. Ракета как объект управления. Днепропетровск, Арт – Пресс, 2004. 544 с.
- 3 Коваленко Н. Д. Ракетный двигатель как исполнительный орган системы управления полетом ракет. Днепропетровск, ИТМ НАН и НКА Украины, 2003. 412 с.
- 4 Коваленко Т. А., Коваленко Н. Д., Шептун Ю. Д. Сравнение органов управления космической ступени носителя. Вестник ДНУ. Ракетно-космическая техника. 2011. Том. 1. № 14. С. 64–71.
- 5 Kovalenko N. D., Sheptun U. D., Kovalenko T. A., Strelnikov G. A. The new concept of thrust vector control for Rocket engine. System technologies. Dnipro, 2016. № 6 (107). P. 120–127.
- 6 Коваленко Н. Д., Стрельников Г. А., Шептун Ю. Д., Коваленко Г. Н., Игнатьев А. Д. Особенности отработки системы управления вектора тяги высотных ЖРД. Вестник ДНУ. Ракетно-космическая техника. 2008. № 14/1. С. 49–63.
- 7 Коваленко Н. Д., Сироткина Н. П., Игнатьев А. Д. О модификациях перспективной системы управления вектором тяги двигателя третьей ступени ракеты-носителя типа «Циклон». Техническая механика. 2016. № 4. С. 14–23.
- 8 Колесников К. С. Динамика ракет. М. «Машиностроение». 1980, 376 с.
- 9 Коваленко Т. А., Шептун Ю. Д. Космические ступени как объект управления. Материалы научной конференции «Информационные технологии в управлении сложными системами». Днепропетровск. Изд-во «Свидтер А. Л.». 2011. С. 210–213.
- 10 Шептун Ю. Д., Коваленко Н. Д., Коваленко Т. А. Управление ступенью ракеты с массовой асимметрией. Материалы международной научной конференции «Космические технологии: настоящее и будущее». (19–21 мая 2015 г., Днепропетровск). Днепропетровск. 2015. С. 57–60.
- 11 Ракета космического назначения «Циклон-4». Буклет ГП КБ «Южное». Днепропетровск. 2001. 15 с.
- 12 Коваленко Т. А., Сироткина Н. П., Коваленко Н. Д. Бифункциональная система управления вектором тяги двигателя космической ступени ракеты-носителя. Техническая механика. 2015. № 1. С. 42–54.
- 13 Коваленко Т. А., Коваленко Г. Н., Сироткина Н. П. Управление вектором тяги ЖРД космической ступени ракеты-носителя при возникновении массовой асимметрии. Техническая механика. 2016. № 1. С. 51–59.
- 14 Коваленко М. Д., Стрельников Г. О., Шептун Ю. Д., Коваленко Т. О., Сироткина Н. П. Спосіб регулювання вектора тяги рідинного ракетного двигуна та рідинний ракетний двигун для його здійснення: пат. 103528 Україна: МПК F02K 9/00. № а 201114384; заявл. 05.12.2011; опубл. 25.10.2013, Бюл. № 20. 11 с.

- 15 Коваленко М. Д., Шептун Ю. Д., Коваленко Т. О., Сироткіна Н. П. Спосіб регулювання вектора тяги рідинного ракетного двигуна та рідинний ракетний двигун для його здійснення: пат. 105214 Україна: МПК F02K 9/56, F02K 9/82. № а 2011 12467; заявл. 24.10.2011; опубл. 25.04.2014, Бюл. № 8. 10 с.
- 16 Коваленко М. Д., Стрельников Г. О., Шептун Ю. Д., Коваленко Т. О., Сироткіна Н. П., Коваленко Г. М. Спосіб керування вектором тяги рідинного ракетного двигуна та рідинний ракетний двигун з його застосуванням: пат. № 108677 Україна: МПК F02K 9/00. № 201308511; заявл. 08.07.2013; опубл. 25.05.2015, Бюл. № 10. 9 с.
- 17 Шептун Ю. Д., Коваленко Т. О., Сироткіна Н. П., Коваленко Г. М. Рідинний ракетний двигун з турбонасосною системою подачі палива в камеру згоряння і системою газодинамічного регулювання вектора тяги: пат. 111995 Україна: МПК F02K 9/00. № а201410644; заявл. 29.09.2014; опубл. 11.07.2016, Бюл. № 13. 7 с.
- 18 Коваленко М. Д., Стрельников Г. О., Шептун Ю. Д., Коваленко Т. О., Сироткіна Н. П., Коваленко Г. М. Спосіб керування вектором тяги рідинного ракетного двигуна з турбонасосним агрегатом подачі компонентів палива в камеру згоряння та рідинний ракетний двигун з його застосуванням: пат. 107270 Україна: МПК F02K 9/00. № а 2013 06211; заявл. 20.05.2013; опубл. 10.12.2014, Бюл. № 23. 11 с.

Отримано 14.08.2018,
в остаточному варіанті 28.09.2018