

УДК 621.452.2.043+621.822

В.Н. ШНЯКИН, В.А. ШУЛЬГА, А.В. ЖИВОТОВ, А.В. ДИБРИВНЫЙ

Государственное конструкторское бюро «Южное», Днепропетровск, Украина

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ УПРАВЛЯЕМОСТЬ АКБ «КРЕЧЕТ»

Рассмотрены вопросы обеспечения управляемости АКБ с помощью системы жидкостных ракетных двигателей малой тяги на примере АКБ «Кречет», который разработан ГКБ «Южное» по программе «Днепр».

управляемость АКБ, ЖРС, ЖДУ, АКБ «Кречет»

Введение. В настоящее время для создания требуемых управляющих моментов на активных участках полета автономных космических буксиров (АКБ) наиболее часто используется изменение направления вектора тяги маршевого двигателя (МД) АКБ с помощью качания МД в двух плоскостях. Основным достоинством данного способа управления является его универсальность, возможность всегда обеспечить управляющий момент требуемой величины [1].

С другой стороны качание МД приводит, зачастую, к значительному усложнению конструкции МД и увеличению его массы. Это обусловлено тем, что для обеспечения качания в состав МД требуется дополнительно ввести: узел качания, магистрали подвода компонентов топлива с гибкими элементами и привода [2]. Для малых ЖДУ (тяга МД менее 500 кгс, заправка топливом менее 1000 кг) суммарная масса вышеперечисленных элементов может быть существенной.

Повышение массы МД приводит к ухудшению энергетических возможностей РН в целом, а усложнение его конструкции приводит к увеличению объема экспериментальной отработки и, как следствие, к повышению стоимости двигателя. С другой стороны в состав ЖДУ АКБ, как правило, входит жидкостная реактивная система (ЖРС) включающая в себя жидкостные ракетные двигатели малой тяги (ЖРД МТ) которые обеспечивают стабилизацию АКБ в полете при неработающем МД, создают условия для повторного запуска МД и отделения КА.

Если система ЖРС будет обеспечивать создание требуемых управляющих моментов на всех участках полета АКБ, то конструкцию МД и ЖДУ, в целом, можно существенно упростить.

Постановка задачи. Главным ограничением применимости ЖРС для создания управляющих усилий при полете АКБ является величина требуемых управляющих усилий. Так как удельный импульс тяги ЖРД МТ всегда существенно ниже чем у МД то применение ЖРД МТ приводит к тому, что значительная часть топлива АКБ будет израсходована с низкой экономичностью, и как следствие будут ухудшены энергетические возможности АКБ. Поэтому на стадии проектирования ЖДУ АКБ необходимо реализовывать такие технические решения, которые ведут к снижению необходимых управляющих усилий.

Технические решения, реализованные при разработке АКБ «Кречет». Для АКБ «Кречет» такими решениями являются: юстировка МД; обеспечение минимального смещения центра масс АКБ в полете.

Юстировка камеры МД АКБ «Кречет» обеспечивает минимальную величину смещения вектора тяги МД относительно центра масс орбитального блока. Юстировка производится на этапе сборки ЖДУ и заключается в том, что камера МД устанавливается в заданную для конкретной миссии точку относительно плоскостей стабилизации АКБ.

Что касается минимизации смещения центра масс АКБ в полете то это требование вызвано особен-

ностями компоновки АКБ «Кречет» – в состав системы питания АКБ "Кречет" входят четыре топливных бака, объемом 125 дм³ каждый. Топливо, размещаемое в баке, отделено от газа наддува жесткой диафрагмой, выполненной из алюминиевого сплава. Баки имеют общий наддув и попарно объединены по каждому из компонентов топлива в общие магистрали. ПГС АКБ «Кречет» представлена на рис. 1.

В процессе работы из-за разбросов и изменения жесткости диафрагм (под жесткостью мембраны понимается разность давлений, замеренных в газовой и жидкостной полостях баков, при наличии расхода жидкости из баков) возможна неравномерная выработка компонентов топлива из баков. Это приведет к нерасчетному изменению положения центра масс и, как следствие, к увеличению расхода компонентов топлива на стабилизацию АКБ. Для обеспечения равномерной выработки компонентов топлива на выходе из каждого бака установлены жиклеры с перепадом давлений, обеспечивающим допустимую неравномерность выработки.

Магистрали забора компонентов из соответствующих им баков имеют симметричную разводку, и указанные выше жиклеры имеют одинаковые минимально необходимые расчетные перепады. Увеличение перепадов давлений на жиклерах не целесообразно, так как в этом случае потребуются увеличение давления наддува баков (или напора ПНА) и как следствие бортового запаса гелия, а также возможно снижение режима двигателя большой тяги при выработке последней порции топлива из баков.

Благодаря введению вышеуказанных мероприятий обеспечена практически одновременная выработка компонента из обоих баков каждого из компонентов топлива.

Заключение. Внедрение юстировки камеры МД и системы обеспечения синхронизации выработки топлива из баков позволило полностью переложить

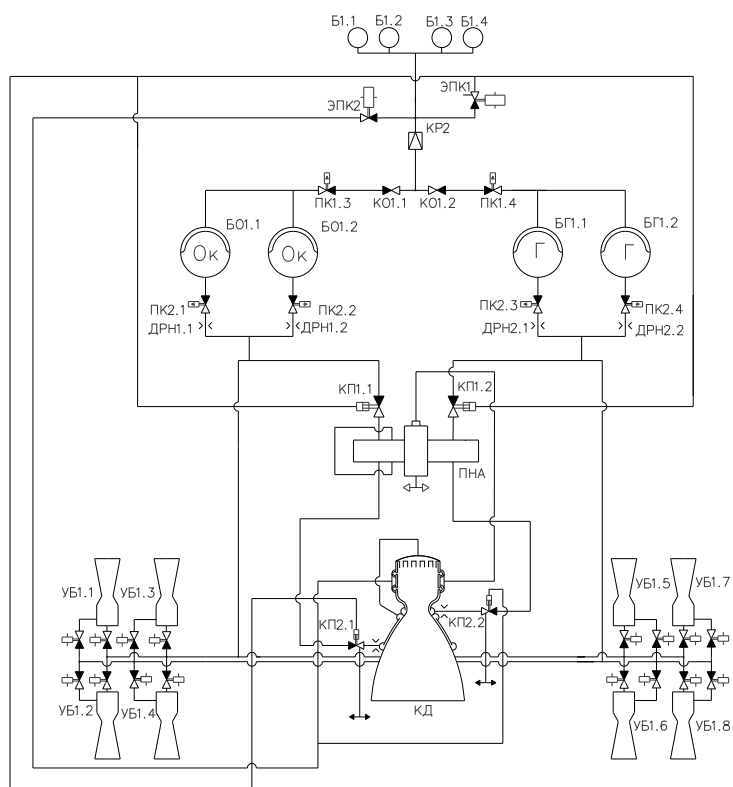


Рис. 1. ПГС АКБ «Кречет»:

Б1.1-Б1.4 – баллон; БГ1.1, БГ1.2 – бак горючего; БО1.1, БО1.2 – бак окислителя; ДРН1-ДРН2 – жиклер; КД – камера двигателя; КО1.1, КО1.2 – клапан обратный; КП1.1, КП1.2 – клапан перекрывной; КП2.1, КП2.2 – клапан; КР – клапан редукционный; ПК1.1-ПК1.4, ПК2.1-ПК2.4 – пироклапан; ПНА – пневмонасосный агрегат; УБ1.1-УБ1.8 – ЖРД МТ; ЭПК1 и ЭПК2 – электропневмоклапан

все задачи по обеспечению управляемости АКБ «Кречет» на систему ЖРД МТ. Максимальное количество топлива, расходуемое через ЖРД МТ в течении 10 включений при продолжительности полета 10 суток, составляет не более 8% от суммарной заправки.

Литература

1. Гохун Г.Г. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей. – М.: Машиностроение, 1989. – С. 61-63.
2. Добровольский В.М.. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. – М.: Машиностроение, 1968. – 256 с.

Поступила в редакцию 4.06.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.В. Гайдачук, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.