

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 дм<sup>3</sup> 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

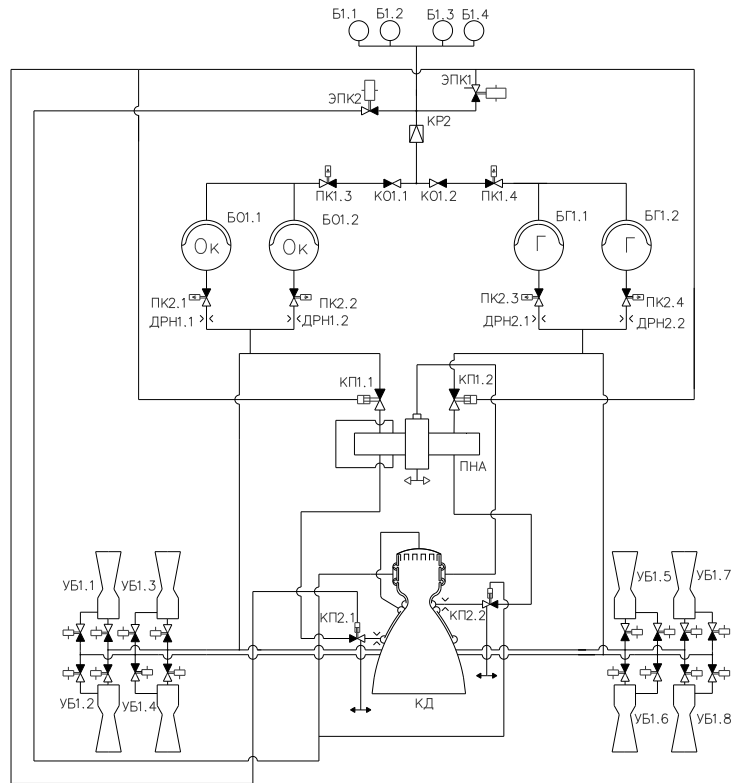


Рис. 1. ПГС АКБ «Кречет»:

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 переключной; 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.