

УДК 629.786.2

Оценка расхода ресурса агрегата по неполным данным телеметрической информации

Каленов Павел Дмитриевич

pavel.kalenov@rsce.ru

Савин Леонид Анатольевич^(*)

leonid.savin@sfoc.ru

ПАО «РКК «Энергия», Королев, Московская обл., Россия

Аннотация. Рассматриваются варианты восстановления (интерполяции) пропущенных данных о функционировании агрегата СОТР (системы обеспечения теплового режима) с целью уточнения наработки агрегата в условиях летной эксплуатации. Предмет исследования — регулятор расхода жидкости (РРЖ) наружных контуров СОТР модулей Российского сегмента МКС (Международной космической станции). Предложенный метод косвенной оценки позволяет откорректировать имеющиеся данные о наработке РРЖ, а также прогноз расхода ресурса в условиях орбитального полета.

Ключевые слова: расчет расхода ресурса, телеметрия, РРЖ, СОТР, интерполяция, эмпирические данные

Введение. Ресурс агрегата в космонавтике в значительной степени определяет надежность всей системы. При летной эксплуатации обязательным требованием является ведение журнала учета ресурсов. На подавляющее большинство агрегатов СОТР гарантированный ресурс задается по времени. В этом случае для подсчета расхода ресурса требуется только информация о временах включения / отключения агрегата. Для РРЖ ресурс задан количеством шагов шагового двигателя (ШД), используемого в приводе РРЖ. Информация об импульсах, поступающих на обмотки ШД, передается в потоке ТМИ.

Материалы и методы; результаты. РРЖ предназначен для перенаправления потока теплоносителя между радиатором-теплообменником и байпасной магистралью в зависимости от установки управляющей температуры. В связи с тем, что возможность непрерывной передачи ТМИ с борта МКС отсутствует [1], точный подсчет импульсов и шагов ШД по данным ТМИ невозможен. Но кроме импульсов ШД в потоке ТМИ поступает информация об угловом положении заслонки РРЖ и значение температуры управляющего датчика. На основании этих данных есть возможность установить зависимость между положением заслонки и температурой датчика. Далее необходимо определить периодические и аperiodические зависимости температуры от текущих баллистических условий и уровня тепловыделения на МКС, основанного на оценке текущего суммарного токопотребления. Зависимости определяются в периоды времени поступления ТМИ с борта, собирается статистика за продолжительный период времени (сопоставимый с периодами изменения баллистической обстановки) для различных баллистических условий и текущего суммарного токопотребления. Полученные эмпирические за-

висимости [2, 3] используются для восстановления (интерполяции) недостающих данных ТМИ. В виду использования большого объема ТМИ за длительный промежуток времени, в качестве уравнения интерполяционного многочлена выбрана кусочно-линейная функция, включающая уравнения прямых, проходящих через две соседние точки имеющихся телеметрических данных [4]. Такое решение снижает точность полученных данных, но позволяет увеличить скорость вычислений. После восстановления данных о перемещения заслонки РРЖ выполнен пересчет в шаги ШД в соответствии с документацией на РРЖ.

Заключение. В настоящее время в процессе летной эксплуатации подсчет расхода ресурса РРЖ в шагах ШД заменяется подсчетом времени работы РРЖ, что дает грубую (существенно отличающуюся от реальной) наработку. Предложенный метод косвенной оценки позволяет повысить точность расчета, даже при принятых упрощениях алгоритма. Использование архива ТМИ за период полета МКС позволяет уточнить имеющуюся к настоящему времени реальную наработку РРЖ.

Список источников

- [1] Соловьев В.А., Лысенко Л.Н., Любинский В.Е. *Управление космическими полетами. В 2 ч. Ч. 1.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009, 476 с.
- [2] Вапник В.Н. *Восстановление зависимостей по эмпирическим данным.* Москва, Наука, 1979, 448 с.
- [3] Загоруйко Н.Г., Ёлкина В.Н., Лбов Г.С. *Алгоритмы обнаружения эмпирических закономерностей.* Новосибирск, Наука, 1985, 110 с.
- [4] Денисова Э.В., Кучер А.В. *Краткий курс вычислительной математики.* Санкт-Петербург, СПбГУ ИТМО, 2013, с. 76–77.