

УДК 21474

Разработка регулятора расхода жидкости со стабильной характеристикой для системы обеспечения теплового режима модуля МКС

***Белоусова О.Н., студент**
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Системы автоматического управления»*

*Научный руководитель: Жарков М.Н., заместитель руководителя
НТЦ ОАО РКК «Энергия» им. С.П. Королёва,
Россия, 141070, г. Королёв, ул. Ленина, 4а
rkt@bmstu.ru*

Система терморегулирования космического аппарата – служебная система космического аппарата, которая обеспечивает поддержание баланса между получаемой тепловой энергией и её отдачей, перераспределением тепловой энергии между элементами конструкции аппарата и, таким образом, обеспечением заданной температуры.

Многие узлы требовательны к температурному режиму, не терпят перегрева или переохлаждения. Для различных отсеков аппарата приняты различные нормы температурного режима. Например, для обитаемых отсеков пилотируемых космических аппаратов температура должна поддерживаться в диапазоне 18 ± 5 °С.

Космический аппарат непрерывно получает тепло от различных источников. К ним относятся внутренние источники (приборы, агрегаты самого аппарата), прямое солнечное излучение, отражённое от планеты солнечное излучение, собственное излучение планеты. Одной из особенностей космической среды является то, что единственным способом сброса тепла, получаемого аппаратом, является излучение, т.к. КА находится в безвоздушном пространстве.

Характерной особенностью данных источников тепла является то, что количество передаваемого аппарату тепла не постоянно. Так, при заходе аппарата в тень планеты исчезает прямое солнечное излучение; количество тепла, излучаемого бортовым радиотехническим комплексом, зависит от того, ведёт ли вещание передатчик; трение об атмосферу зависит от высоты орбиты и т. д.

Системы терморегулирования подразделяются на активные и пассивные. Пассивные системы относительно просты, однако не обеспечивают высокой точности поддержания заданной температуры, поэтому они нашли применение на объектах, температурный режим которых может изменяться в широких пределах. Так как пассивные системы во многих случаях дают слишком широкий диапазон изменения температуры объектов, то их дополняют активными системами, которые осуществляют принудительный теплообмен агрегатов космического аппарата с окружающей средой. Для этого они могут использовать следующие приёмы:

изменение ориентации космического аппарата;

изменение внутреннего теплового сопротивления;

изменение термического сопротивления между выносными поверхностями, играющими роль радиаторов и отсеком, где требуется поддерживать постоянную температуру;

регулирование излучательной способности поверхности космического аппарата с помощью жалюзи;

использование электрических или радиоизотопных подогревателей;

движение теплоносителя между внешними и внутренними радиаторами.

Регулятор расхода жидкости (РРЖ) - регулируемый аппарат, предназначенный для формирования требуемого расхода жидкости в подводимом и отводимом потоках рабочей жидкости.

Гидравлический дроссель предназначен для поддержания заданного расхода рабочей жидкости в зависимости от перепада давлений на дросселе.

Дроссельные регуляторы расхода жидкости подразделяются на 2 группы:

1) на основе редукционного клапана и дросселя;

2) на основе переливного клапана и дросселя.

Регуляторы расхода жидкости часто используют в объёмных гидроприводах, в системах стабилизации скорости движения вала гидромотора или штока гидроцилиндра. Например, будучи установленным в сливной гидролинии, регулятор расхода жидкости поддерживает на постоянном уровне слив из гидродвигателя, и, таким образом, обеспечивает постоянство скорости движения рабочего органа.

Принцип работы дроссельного регулятора расхода жидкости состоит в следующем. На гидродросселе при заданном расходе образуется перепад давлений. В случае увеличения или уменьшения расхода, соответственно, увеличивается или уменьшается перепад давлений. Один из каналов, управляющих движением запорно-регулирующего

клапана, подключается ко входу дросселя, а второй канал — к выходу дросселя. При изменении перепада давлений на дросселе также изменяется и разница давлений в управляющих каналах клапана. При изменении разницы давлений запорно-регулирующий элемент смещается в ту или иную сторону, увеличивая или уменьшая проходное сечение клапана, и тем самым восстанавливая величину расхода.

В насосном гидроприводе, получившем наибольшее распространение в технике, механическая энергия преобразуется насосом в гидравлическую. Носитель энергии (рабочая жидкость) нагнетается через напорную магистраль к гидродвигателю, где энергия потока жидкости преобразуется в механическую энергию. Рабочая жидкость, отдав свою энергию гидродвигателю, возвращается либо обратно к насосу, если схема гидропривода является замкнутой, либо в бак, если схема гидропривода является разомкнутой (открытой). В общем случае, в состав насосного гидропривода входят гидротрансформатор, гидроаппараты, кондиционеры рабочей жидкости, гидроёмкости и гидролинии.

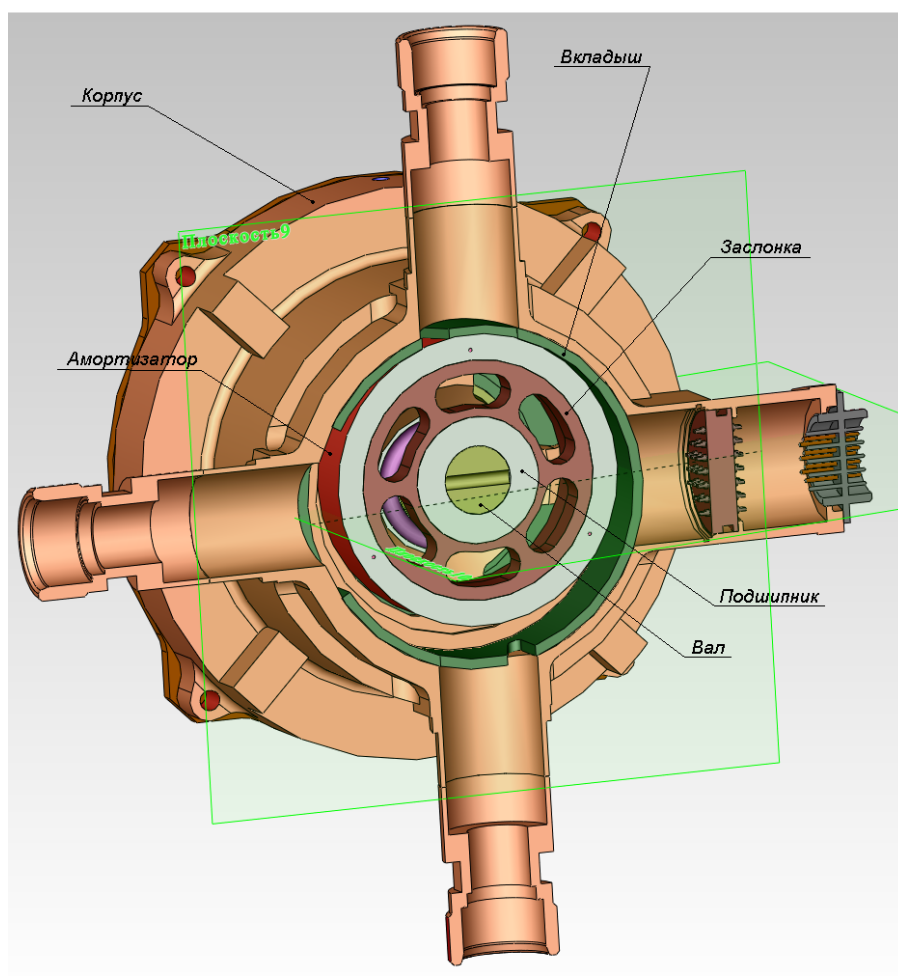


Рис. 1. Конструкция существующего РРЖ с упругодеформируемым рабочим элементом

Устройство деления потока жидкости, выбранное в качестве прототипа – регулятор расхода жидкости с упругодеформируемым рабочим элементом. Конструкция существующего РРЖ изображена на рисунке 1. Существующая конструкция РРЖ обладает недостатками по сравнению с предлагаемой конструкцией РРЖ.

Основным недостатком РРЖ с упругодеформируемым рабочим элементом является наличие кольца из путаной проволоки в качестве рабочего элемента. Путаная проволока не имеет геометрической стабильности: при функционировании регулятора расхода жидкости она упруго деформируется в ограниченной угловой зоне.

В случае работы РРЖ на полном диапазоне угла (что встречается достаточно редко – только в случае изменения выделяемого тепла в широком диапазоне) изменение геометрических размеров кольца практически незаметно. Однако при эксплуатации диапазон тепловыделения достаточно узок, что приводит к работе РРЖ в виде небольших отклонений в обе стороны от установившегося значения. Это приводит к тому, что путаная проволока «выжимается» из положения, соответствующего установившемуся значению положения исполнительного элемента в соседние области, т.е. делает кольцо из путаной проволоки разнотолщинным, что, во-первых, искажает расчётные значения расхода через дроссельные щели штуцеров, и, во-вторых, делает возможным заклинивание исполнительного элемента. Рисунок 2 показывает ход исполнительного элемента регулятора расхода жидкости при различных режимах работы.

Ход исполнительного элемента РРЖ

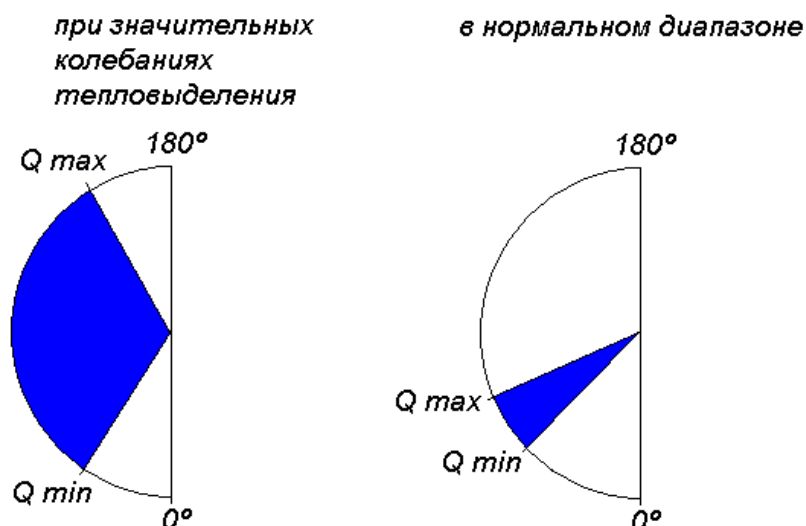


Рис. 2. Ход исполнительного элемента регулятора расхода жидкости при различных режимах работы

Предлагается использование регулятора расхода жидкости с дискретным рабочим элементом, конструкция которого показана на рисунке 3. В результате использования РРЖ с дискретным рабочим элементом обеспечивается стабильность гидравлической характеристики (зависимости соотношения расходов жидкости через выходные патрубки от положения переключающего элемента). Так как ротор шагового двигателя перемещается на дискретные величины, то указанная характеристика зависит только от соотношения площадей открытых радиальных отверстий, сообщающихся пазами, что определяется числом и диаметрами этих отверстий, - а эти величины не меняются в процессе эксплуатации устройства.

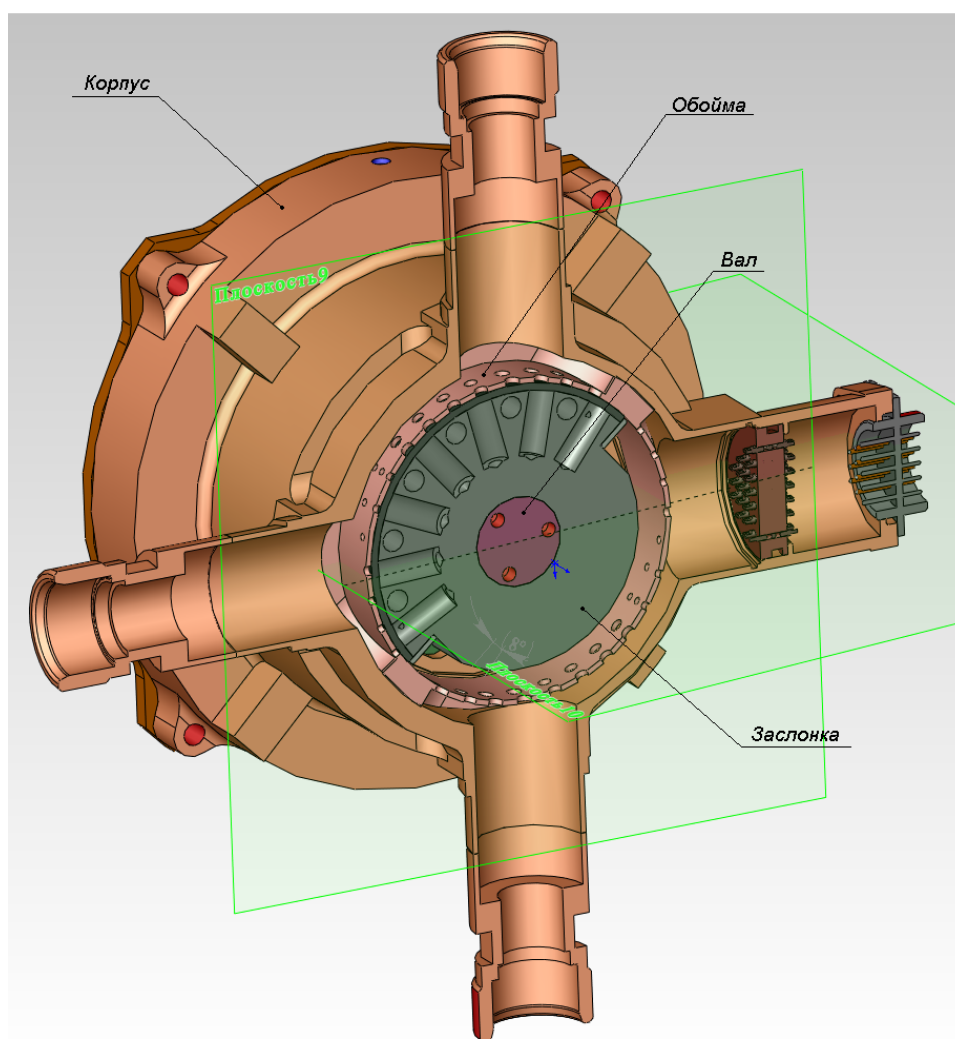


Рис. 3. Предлагаемая конструкция РРЖ с дискретным рабочим элементом

Характеристика устройства представляет собой ряд соотношений расходов через выходные патрубки в зависимости от положения ротора шагового двигателя. Предлагаемая конструкция позволяет реализовать любой тип монотонно возрастающей

характеристики. При этом число положений ротора на диапазоне регулирования определяет число различных точек характеристики (число радиальных отверстий), поэтому для увеличения возможного диапазона регулирования (другими словами, числа точек характеристики), число положений ротора следует максимально увеличить за счёт количества радиальных отверстий. Поэтому отверстие входного патрубка сообщено с внутренней полостью расточки через выполненный в корпусе канал, выходящий во внутреннюю полость расточки со стороны её торца.

Список литературы

1. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. 2-е изд. М.:Машиностроение, 1966. 358 с.
2. Малоземов В.В. Тепловой режим космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1980. 228 с.
3. Грянко Л.П., Папир А.Н. Лопастные насосы. М: Машиностроение, 1975. 432 с.
4. Юдин Е.М. Шестеренные насосы: основные параметры и их расчет. М.: Книга по требованию, 2013. 237 с.