электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

УДК 629.762

Система поддержания температурно-влажностного режима ракеты

 # 03, март 2012

Ковалев А.А.

Студент,
кафедра «Холодильной, криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения»

Научный руководитель: Лавров Н.А.,
к. т. н., доцент кафедры «Холодильной, криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения»

МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauman@bmstu.ru

Данная система (здесь и далее) СП ТВР выполняет функцию автоматического поддержания заданных параметров внутри шахты ракеты, а также выдачу сигналов о состоянии параметров и исправности системы.

Система СП ТВР может эксплуатироваться в следующих условиях:

– при температуре воздуха от плюс 5 до плюс 35 °С, с кратковременным (до 5 ч) понижением до 0 °С.

– при относительной влажности до 80 % (при температуре плюс 35 °С), с кратковременным (до 5 ч) повышением до 98 % (при температуре плюс 35 °С).

Основные параметры системы:

– температура воздуха от 5 до 35 °С;

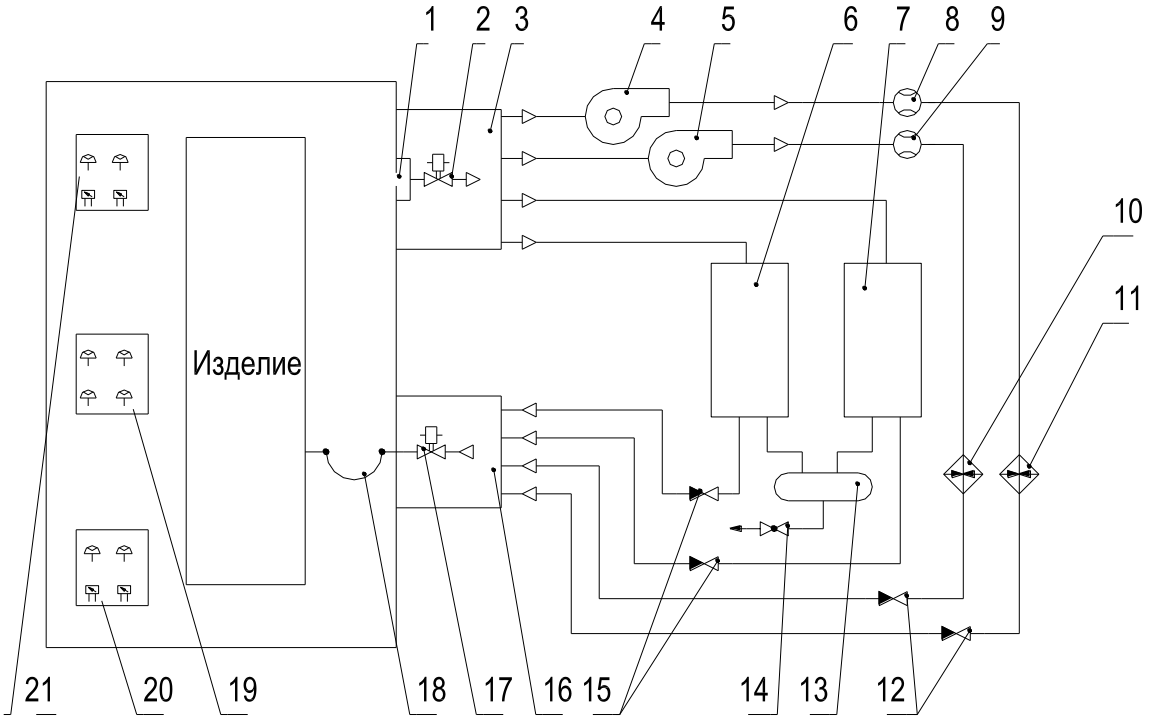
– относительная влажность при температуре 35°С – не более 70%;

– производительность по воздуху – не менее 700 $нм^3$/ч;

– производительность по влаге при температуре 7 °С и относительной влажности 50% - не менее 0,125 кг/ч.

Система может работать в трех режимах – режима «осушки», режима «нагрева» и режима «перемешивания».

Система реализована следующим образом – 4 независимых друг от друга контура, в которые входят 2 контура включающие вентилятор и агрегат осушки и 2 контура с вентилятором и нагревателями. Сделано это для увеличения надежности при эксплуатации. Система выполнена симметрично.



1 - решетка; 2 - клапан (КО1); 3 - распределитель; 4 - электровентилятор (ВЕНТИЛЯТОР1); 5 - электровентилятор (ВЕНТИЛЯТОР 2);
6 - агрегат осушки (ОВ1); 7 - агрегат осушки (ОВ2); 8 - датчик-реле потока воздуха (РД1); 9 - датчик-реле потока воздуха (РД2);
10 - секция нагревательная (ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬ2); 11 - секция нагревательная (ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬ1); 12 - заслонка; 13 - бак;
14 - вентиль запорный муфтовый; 15 - заслонка; 16 - распределитель; 17 - клапан (КО2); 18 - рукав; 19 - блок датчиков ;
20 - блок датчиков ; 21 - блок датчиков

Пневмогидравлическая принципиальная схема системы СП ТВР ракеты

Режим осушки предназначен для уменьшения влажности воздуха в результате инфильтрации внутри шахты. Агрегат осушки обеспечивает относительную влажность не более 40%.

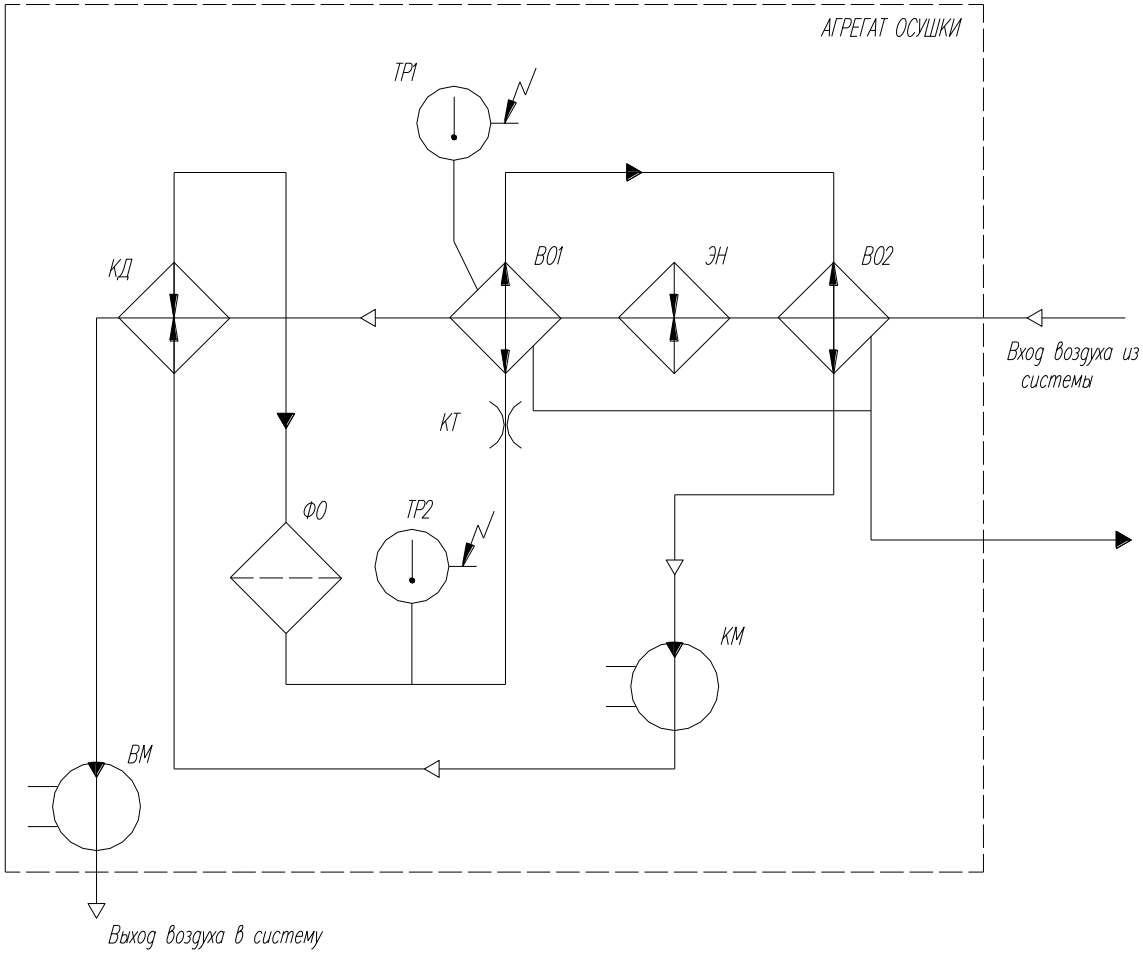
Режим нагрева предназначен для нагрева воздуха внутри шахты до определенных параметров, заданных уставкой.

Режим перемешивания предназначен для выравнивания температур вдоль ракеты при превышении установленных параметров.

При отклонении параметров воздуха от заданных значений по относительной влажности, температуре или перепаду температур сигнал поступает в стойки управления, которая включает автоматически агрегаты блока оборудования в эти режимы.

Основной элемент системы – агрегат осушки – представляет собой классический осушитель, понижающий относительную влажность методом понижения температуры воздуха ниже точки росы. Выполнен в герметичном корпусе. В данной системе для обеспечения надежности температура понижается ниже 0, поэтому на испарителе образуется снежная шуба из льда. Для удаления этой снежной шубы предусматриваются электронагреватели. Время работы агрегата осушки – не более 40 минут, время оттайки – 20 минут. Вся влага попадает на поддон и затем удаляется (сливается) из агрегата наружу. Охлаждение воздуха происходит в испарителе, подогрев – в конденсаторе. В системе в качестве хладагента используется R134a. Испаритель и конденсатор выполнены в едином блоке – конденсаторно-воздухоохладительном. После прохождения через них воздух засасывается вентилятором и подается обратно в шахту. 2 контура с агрегатами осушки работают поочередно (если это требуется).

Пневмогидравлическая схема агрегата осушки представлена на рисунке.



СП ТВР и шахта изолированы друг от друга.

Особую сложность представляет система управления влажностью и температурой для надежной и безотказной работы системы.

Принцип действия системы СП ТВР-77 основан на управлении агрегатами блока оборудования, в зависимости от состояния параметров воздуха внутри шахты, контролируемых датчиками влажности и температуры, размещенными в блоках датчиков. При отклонении параметров воздуха от заданных значений по относительной влажности, температуре или перепаду температур сигнал поступает в стойку управления, которая автоматически включает агрегаты блока оборудования в режим «Осушка», «Нагрев» или «Перемешивание». Если параметры воздуха не отклоняются от заданных значений, система находится в режиме «Стоянка».

Датчики параметров воздуха, электрическая схема управления и агрегаты блока оборудования конструктивно выполнены в виде двух каналов. Датчики параметров каждого канала имеют разные величины уставки контролируемых параметров: уставки первого канала соответствуют заданным значениям параметров, уставки второго канала определяются допустимыми отклонениями от заданных значений.

При отклонении параметров воздуха от заданных значений включается первый канал; при дальнейшем увеличении отклонения параметров включается второй канал и отключается первый канал. Одновременная работа двух каналов исключена с помощью

электрических блокировок (допускается одновременное включение линии нагрева первого канала и линии перемешивания второго канала).

При одновременном отклонении разных параметров (влажности, температуры, перепада температур) система обеспечивает последовательную отработку режимов: «Осушка», потом «Нагрев», затем «Перемешивание». Одновременная работа оборудования линии осушки, нагрева и перемешивания исключена с помощью электрических блокировок.

Температура и перепад температур контролируется с помощью датчиков-реле температур, относительная влажность контролируется с помощью блока контроля влажности.

Система автоматически включается в режим «Осушка» по сигналу датчиков при относительной влажности, соответствующей значениям уставок, приведенных в таблице1.

Таблица 1

Режим работы	Позиционное обозначение датчиков		Параметры воздуха, при которых происходит срабатывание	
	I канал	II канал	Включение	Отключение
Осушка	Датчики 1 кананала		Влажность воздуха 55 %	Влажность воздуха 54 %
		Датчики 2 кананала	Влажность воздуха 65 %	Влажность воздуха 64 %

При повышении относительной влажности более 55 % по сигналу датчиков включается режим «Осушка» I канала. Включение и отключение оборудования линии осушки осуществляется автоматически в соответствии с циклограммой его работы.

При повышении относительной влажности более 65 % по сигналу датчиков включается режим «Осушка» II канала.

Для повышения надежности измерения влажности в каждом из каналов применены по две параллельные линии датчиков, которые размещены на разных уровнях шахты.

Контроль температуры и автоматического включения (отключения) режима «Нагрев» осуществляется по срабатыванию датчиков-реле температуры, величины настройки которых приведены в таблице 2.

Таблица 2

Режим работы	Позиционное обозначение датчиков		Параметры воздуха, при которых происходит срабатывание	
	I канал	II канал	Включение	Отключение
Нагрев	Датчик реле температуры 1		Температура воздуха менее 7 ºС	Температура воздуха 10 ºС
		Датчик реле температуры 2	Температура воздуха менее 6 ºС	Температура воздуха 10 ºС

При понижении температуры ниже уставки шкалы уставок датчиков реле температуры включается линия нагрева первого (или второго) канала – включается электровентилятор и секция нагревательная соответствующего канала.

При повышении температуры выше уставок шкалы уставок датчиков реле температуры отключается электровентилятор и секция нагревательная соответствующего канала.

Перепад температур на контролируемых уровнях шахты определяется абсолютным значением температуры воздуха на уровне блока датчиков СП ТВР-77.Сб05.

Включения (отключения) режима «Перемешивание» в системе осуществляются по срабатыванию датчиков-реле температуры, величины настройки которых приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Режим работы	Позиционное обозначение датчиков		Параметры воздуха при которых происходит срабатывание	
	1 канал	II канал	Включение	Отключение
Перемешивание	Датчик реле температуры 3		Температура воздуха более 11 ºС	Температура воздуха менее 8,5ºС
		Датчик реле температуры 4	Температура воздуха более 12 ºС	Температура воздуха менее 9,5ºС

При повышении температуры выше значений уставок на величину зоны возврата датчика УТ4 (или УТ4[1]) включается электровентилятор ЭВ 800/165 первого (или второго) канала. При понижении температуры ниже значений уставок датчика УТ4 (или УТ4[1]) отключается электровентилятор соответствующего канала.

Список использованной литературы:

1. «Криогенные системы», том 1 «Основы теории и расчета» под общей редакцией А.М.Архарова и А.И.Смородина, Москва, «Машиностроение», 1999.
2. «Криогенные системы», том 2 ««Основы проектирования аппаратов, установок и систем»» под общей редакцией А.М.Архарова и А.И.Смородина, Москва, «Машиностроение», 1999.
3. «Техническая термодинамика» В.А.Кириллин, В.В.Сычев, «Энергия», 1974.
4. Под общей редакцией И. А. Сакуна. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. – Ленинград: Изд-во “Машиностроение”, 1987.
5. «Системы термостатирования» под общей редакцией В.Ф.Хлыбова, Москва, 2005.