



КОНКУРСНАЯ РАБОТА

АО «ОКБ «Аэрокосмические системы»

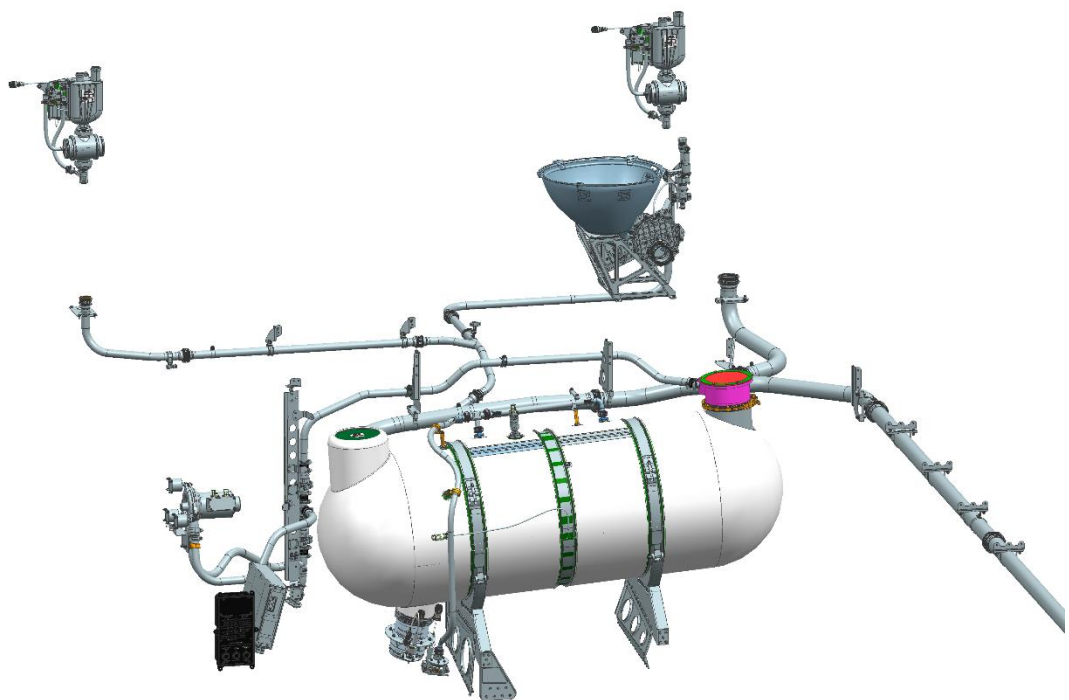
**на участие в конкурсе «Авиастроитель года» по итогам
2023 года**

в номинации:

«За успехи в создании систем и агрегатов для авиастроения»

название работы:

«Разработка водовакуумных систем для самолётов»



ВВЕДЕНИЕ

Перед разработчиками и опытным производством АО «ОКБ «Аэрокосмические системы» была поставлена задача «с нуля» разработать и освоить в производстве современные водовакуумные системы для самолетов SSJ-NEW и MC-21, обеспечивающие все требования Заказчика по надежности, комфорту, удобству эксплуатации, простоте монтажа и замене компонентов.

ОПИСАНИЕ И ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ

Водовакуумная система предназначена для распределения питьевой воды в кухонные и туалетные модули самолета из бака для хранения воды, слива отходов из раковин кухонных и туалетных модулей и отходов из унитазов в бак для хранения отходов.

Водовакуумная система состоит из следующих частей:

- подсистема водоснабжения;
- подсистема удаления отходов;
- блок управления системой водоснабжения и удаления отходов (далее – БУСВУО).

Все компоненты системы располагаются внутри зон контроля давления и температуры, кроме компонентов, размещенных на сервисных панелях технического обслуживания и на обшивке фюзеляжа.

Система обеспечивает выполнение следующих назначенных функций во всех ожидаемых условиях эксплуатации:

- хранение, подача и распределение чистой питьевой воды из бака питьевой воды к кранам кухонных стоек, кранам-смесителям и клапанам промывочным для смыва унитазов в туалетных модулях за счет создания избыточного давления в подсистеме водоснабжения;
- слив отходов из кухонных и туалетных раковин и отходов из унитазов в бак отходов за счет создания разрежения в подсистеме удаления отходов;
- обеспечение хранения отходов в баке отходов;

- непрерывный мониторинг текущих уровней измеряемых сред (уровня воды в баке питьевой воды, уровня заполнения бака отходов, уровня давления воздуха в баке питьевой воды, уровня разряжения в подсистеме удаления отходов);

- обеспечение электрообогрева трубопроводов подсистемы водоснабжения для подачи воды от бака потребителям самолета во всех ожидаемых условиях эксплуатации;

- обеспечение электрообогрева компонентов системы (клапан двухпортовый, клапан четырехпортовый, клапан дренажный, фланцы сливные, фланец вентиляционный, бак питьевой воды, штуцер промывочный, штуцер заправочный, клапан дренажный), в которых есть вероятность образования льда во всех ожидаемых условиях эксплуатации;

- выполнение диагностики и контроля работоспособности электронных и электрических компонентов системы на всех этапах эксплуатации самолета в режиме реального времени с помощью встроенных средств контроля по ARINC 604-1;

- подсчет наработки (ресурса): компрессора воздушного, насоса вакуумного;

- хранение информации об отказах в энергонезависимой памяти блока БУСВУО за последние 64 полета самолета;

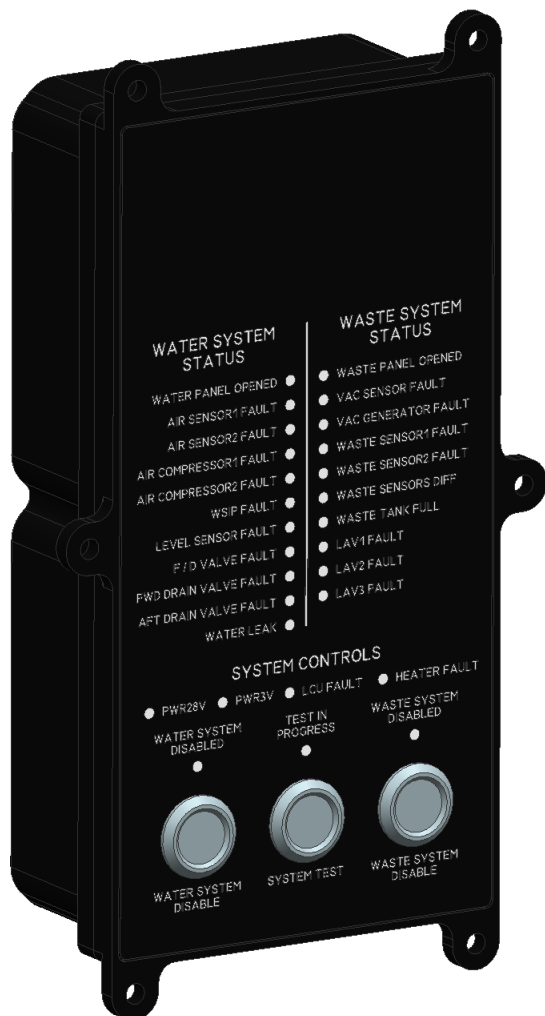
- передача информации на пульт бортпроводников о количестве питьевой воды в баке, заполнении (верхнем уровне отходов) бака отходов, сервисной информации и информации о состоянии компонентов и системы в целом (отказы и наработка);

- обеспечение проведения наземного обслуживания (заправка питьевой водой, слив отходов, дезинфицирование и промывка баков и трубопроводов, продувка трубопроводов и бака системы водоснабжения от наземного источника создания сжатого воздуха).

КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ

Блок управления системой водоснабжения.

Внешний вид БУСВУО для самолета
SSJ-NEW MC-21



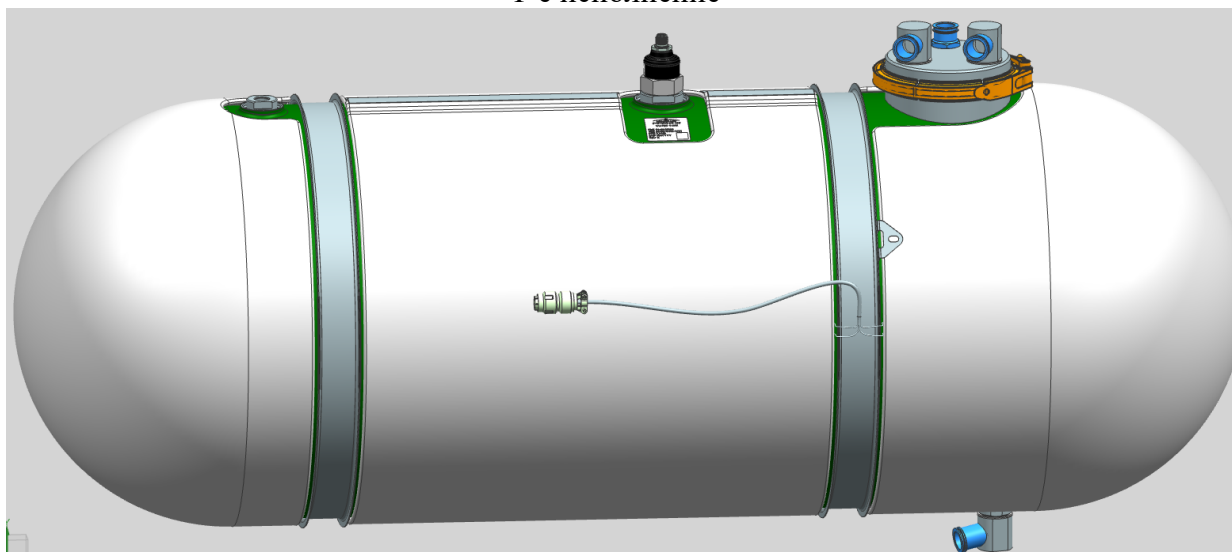
БУСВУО выполняет следующие задачи:

- автоматизированное управление функционированием системы во всех режимах работы (при выполнении полета или при проведении наземного обслуживания);
- прием и обработка сигналов от датчиков, уровнемера и клапанов;
- выдача управляющих сигналов на компоненты системы;
- регистрация и хранение информации о наработке компонентов, их отказах за последние 64 полета;
- контроль и диагностика технического состояния компонентов системы (при помощи встроенных средств контроля);
- информационный обмен с пультом бортпроводника;
- информационное взаимодействие с электронными блоками из состава системы по двум линиям связи в соответствии с ARINC 825-2 (AC 1.1.825-2-2012).
- световая индикация об отказах и неисправностях (для SSJ-NEW).

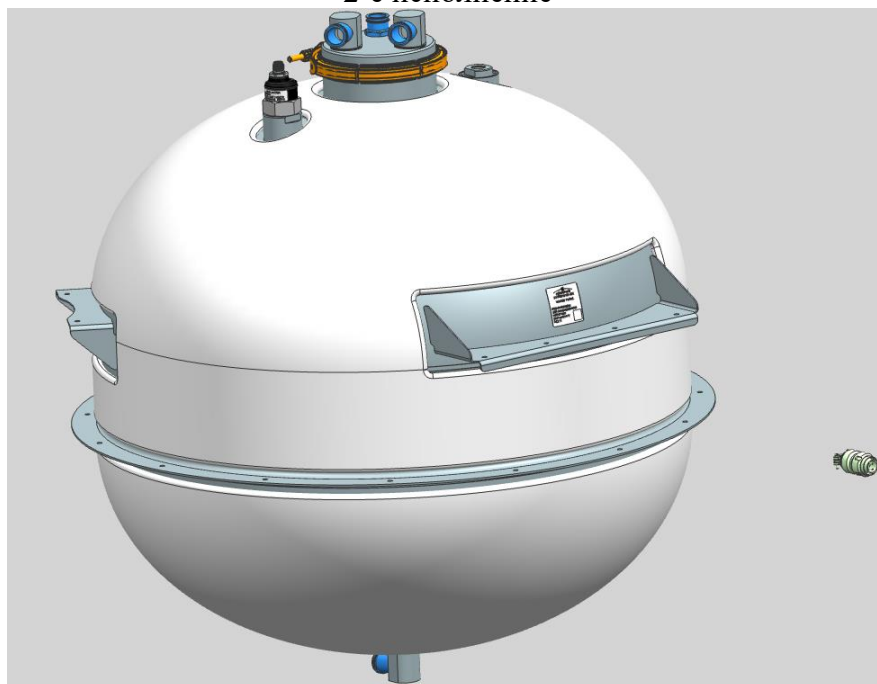
Бак питьевой воды с обогревателями.

Внешний вид бака питьевой воды с обогревателями для самолета
SSJ-NEW

1-е исполнение



2-е исполнение

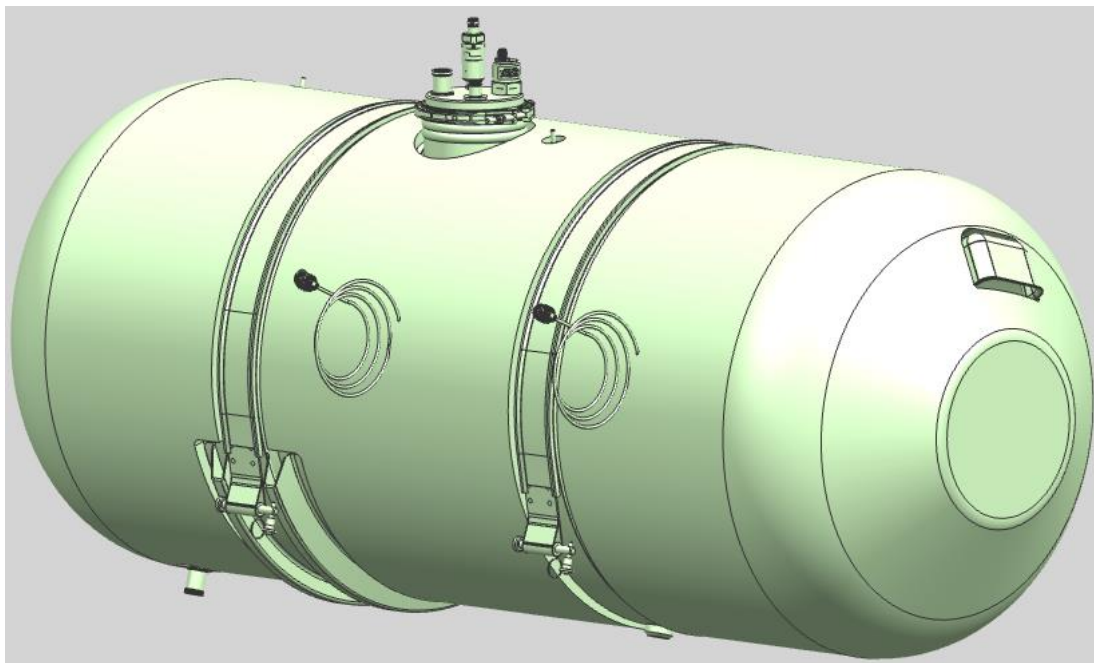


Бак для хранения воды (1 и 2 исполнение) предназначен для хранения запаса питьевой воды объемом 121 л.

В бак устанавливается уровнемер.

Бак изготавливается из стали.

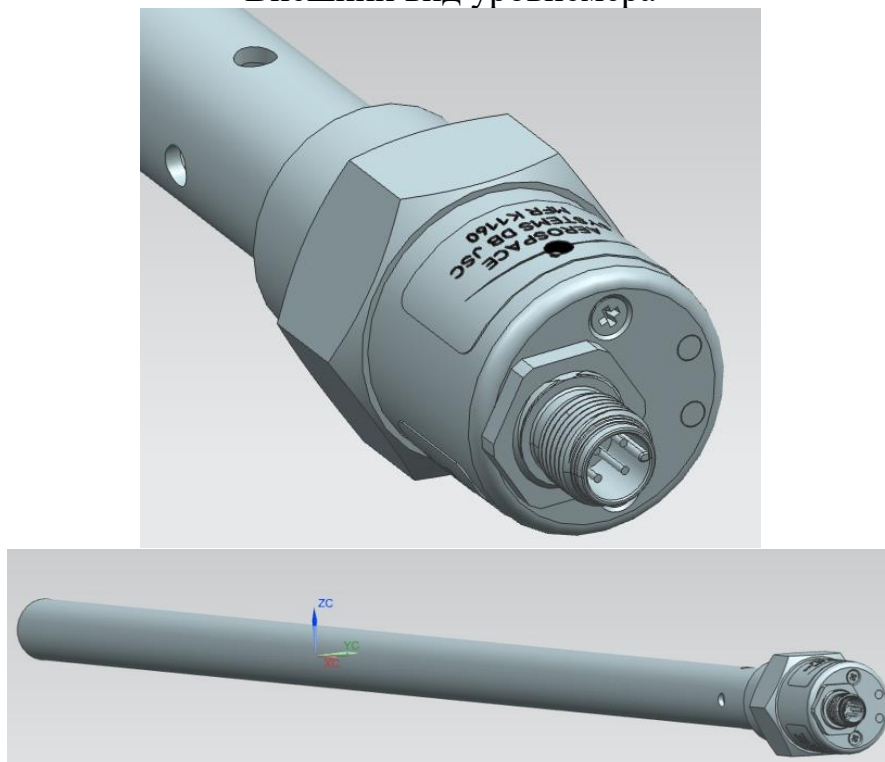
МС-21



Бак питьевой воды (далее – бак) предназначен для хранения запаса питьевой воды объемом 317 л. На нижней части бака установлены два силиконовых обогревателя, предназначенных для предотвращения образования льда в баке при эксплуатации. Снаружи бак покрыт теплоизолирующим чехлом. Чехол состоит из трех отдельных частей, каждая из которых может быть заменена при повреждении. В чехле имеются окна для ручек бака и заводского знака. В бак устанавливается уровнемер и датчик давления. Бак изготавливается из композитных материалов.

Уровнемер.

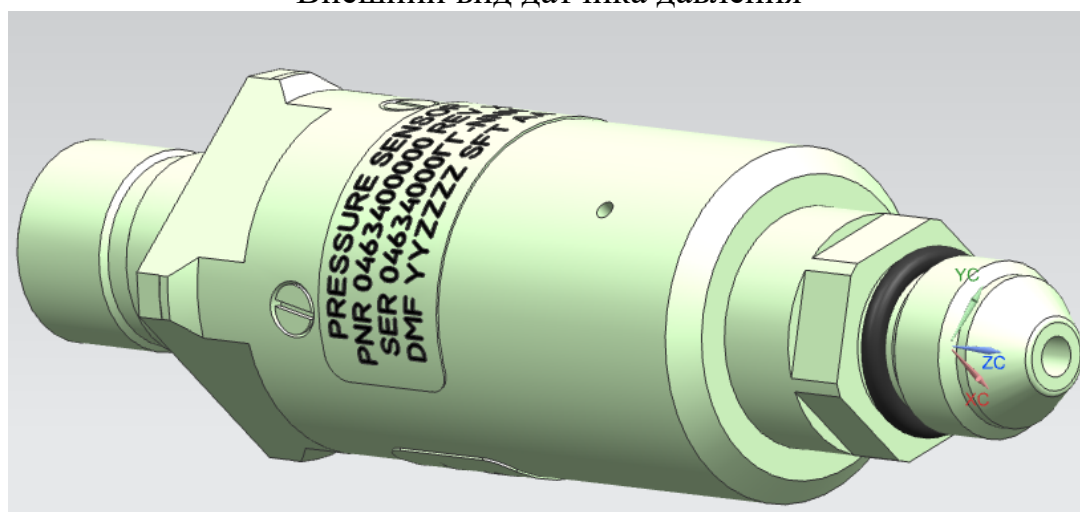
Внешний вид уровнемера



Принцип действия уровнемера основан на измерении электрической емкости между электродами конденсатора, которыми служат измерительный зонд уровнемера и стенки референтной трубки зонда. Изменение уровня питьевой воды в баке приводит к изменению емкости конденсатора, значение которой преобразуется в пропорциональный выходной аналоговый токовый сигнал уровня 4-20 мА.

Датчик давления.

Внешний вид датчика давления



Датчик давления состоит из корпуса, первичного и вторичного преобразователей, электрического соединителя. Датчик давления

преобразует измеряемое избыточное давления от минус 0,1 до 0,6 МПА в выходной аналоговый токовый сигнал 4-20 мА.

Панель управления системой водоснабжения (далее - ПУСВ).

Внешний вид ПУСВ для самолета
SSJ-NEW MC-21



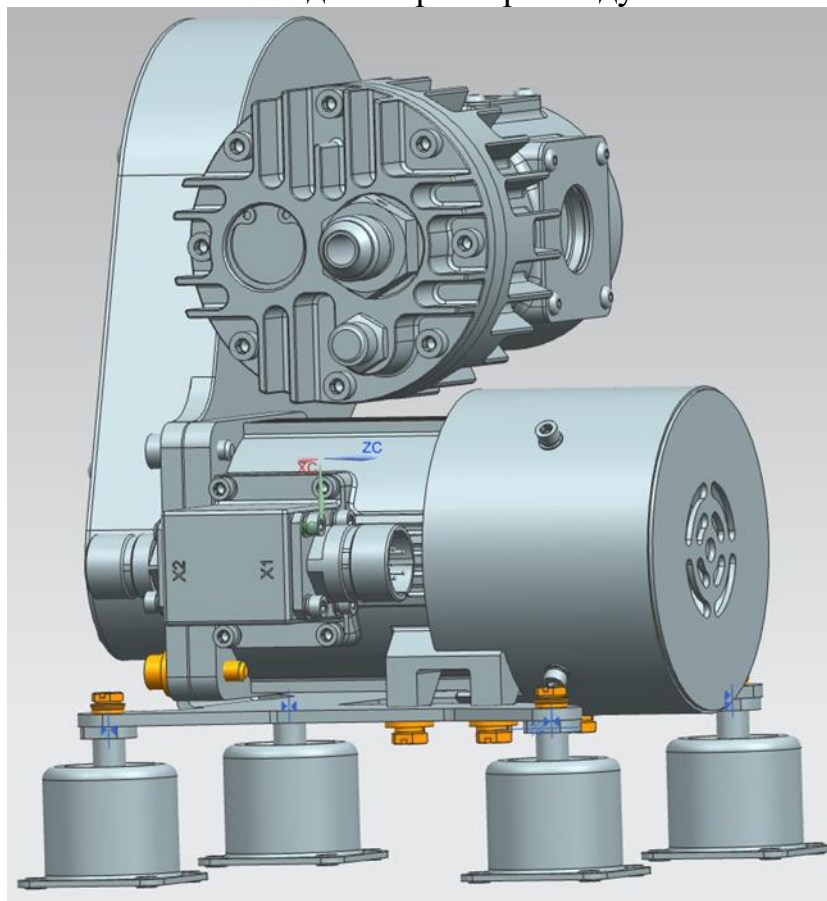
ПУСВ выполняет следующие задачи:

- обеспечение возможности заправки и слива воды из бака питьевой воды переключением оператором механического галетного переключателя;
- световая индикация количества воды в баке хранения воды и обобщенной неисправности системы водоснабжения;
- текущий контроль собственного состояния;
- расширенный контроль собственного состояния;

- осуществление информационного взаимодействия с блоком БУСВУО по двум независимым кодовым линиям связи в соответствии с ARINC 825-2 (АС 1.1.825-2-2012).

Компрессор воздушный.

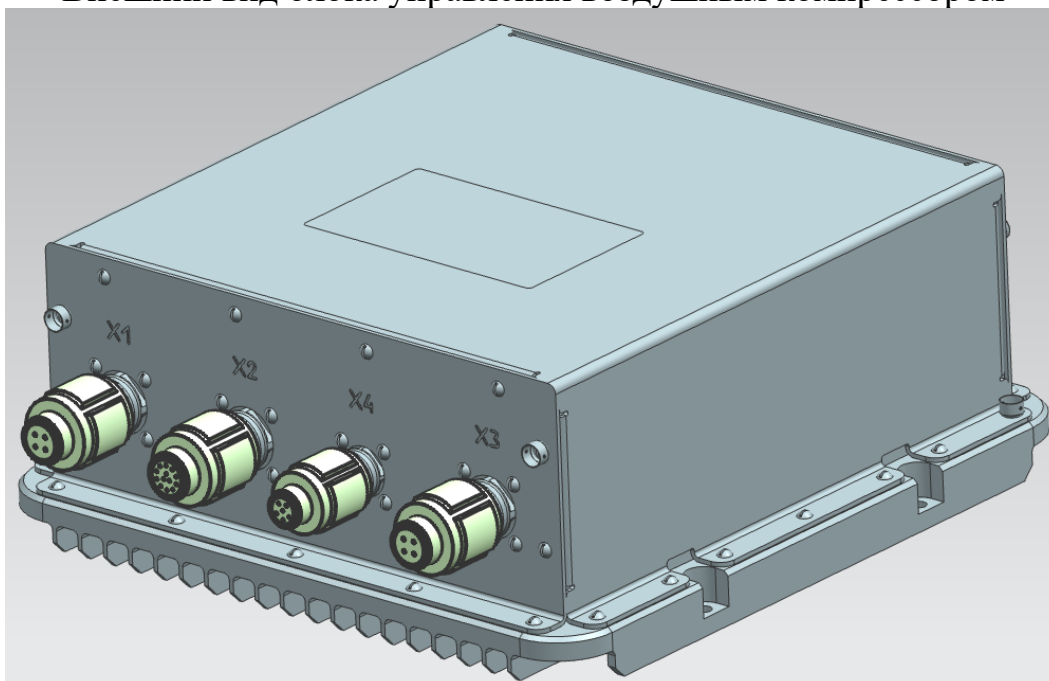
Внешний вид компрессора воздушного



Компрессор воздушный управляется от БУСВУО на самолете SSJ-NEW и от БУВК на самолете МС-21. Компрессор воздушный создает необходимое избыточное давление в баке питьевой воды. В системе на самолете SSJ-NEW применяются два компрессора воздушных, для обеспечения функции резервирования, а на самолете МС-21 один компрессор воздушный, так как он является резервным источником избыточного давления.

Блок управления воздушным компрессором (далее - БУВК).

Внешний вид блока управления воздушным компрессором



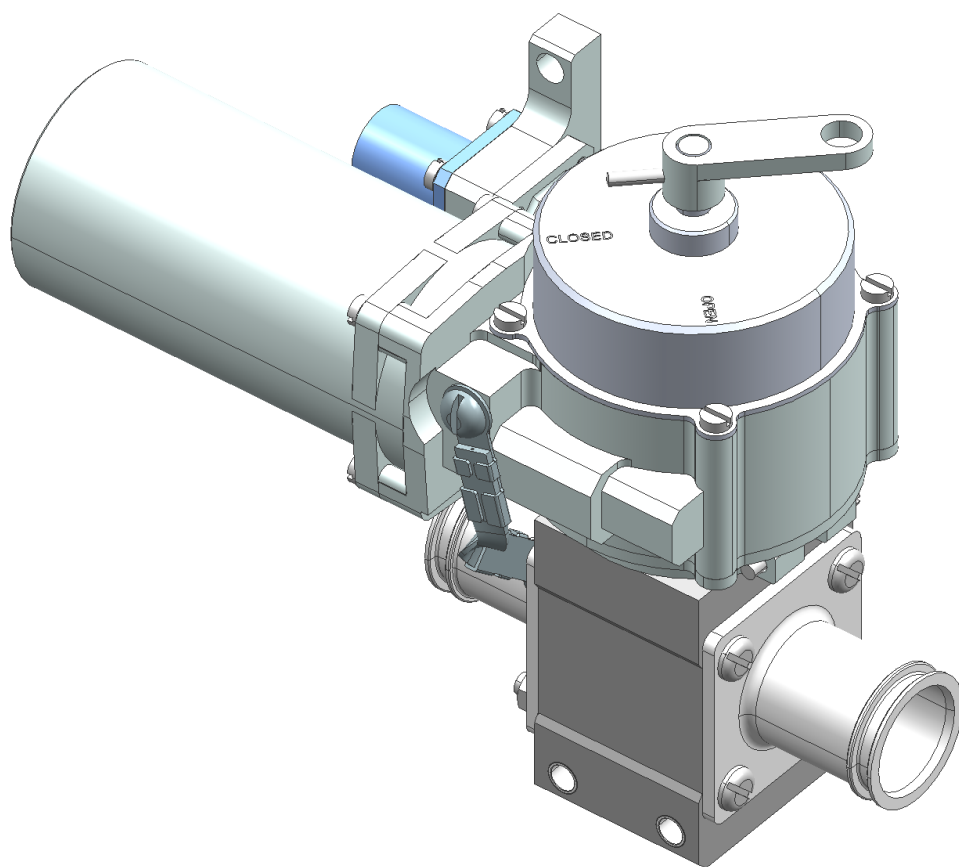
БУВК входит в состав системы на самолете МС-21.

БУВК обеспечивает:

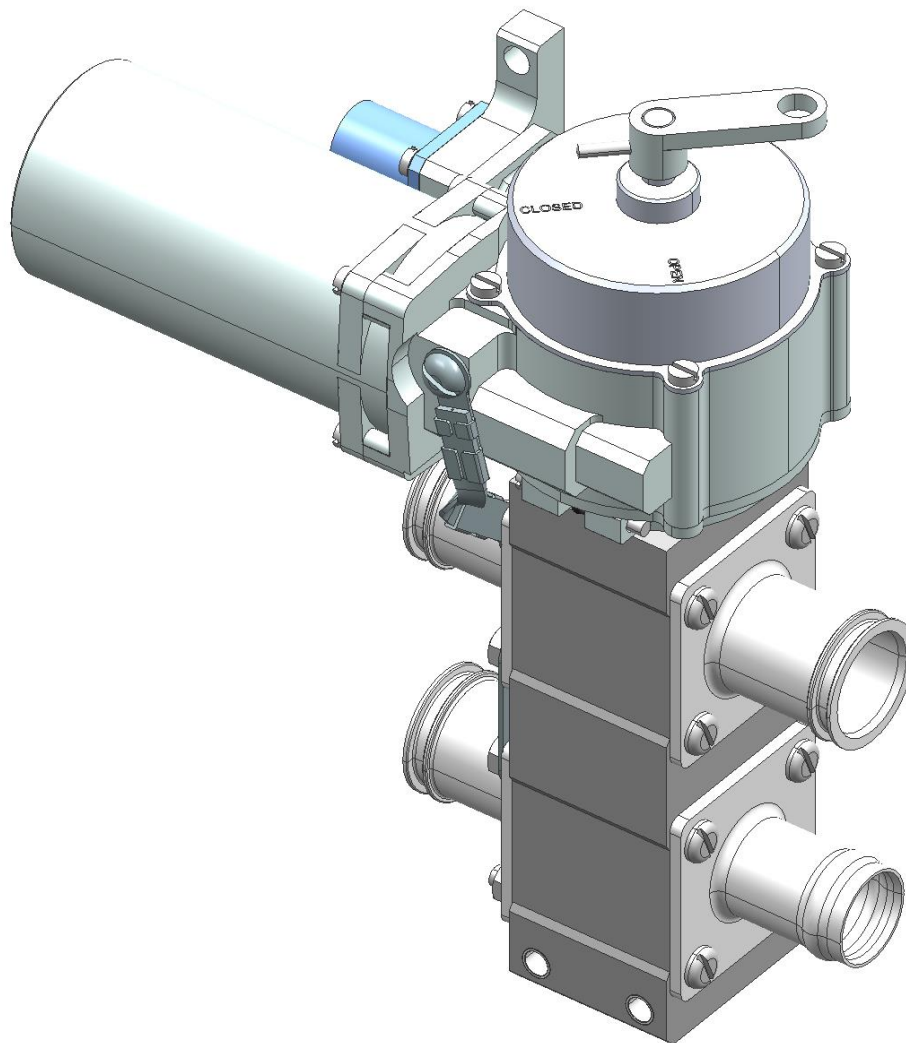
- подачу питания на обмотки электродвигателя компрессора воздушного на напряжении трехфазного переменного тока заданной частоты;
- защиту электродвигателя от перегрева и КЗ;
- информационное взаимодействие с блоком БУСВУО по двум независимым кодовым линиям связи в соответствии с ARINC 825-2 (АС 1.1.825-2-2012).

Клапан двухпортовый.

Внешний вид клапана двухпортового



Клапан двухпортовый является запорной арматурой и представляет собой двухпозиционный шаровой пневмо-гидравлический клапан с электрическим приводом – коллекторным электродвигателем постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов, закрывающим (открывающим) одно проходное сечение.



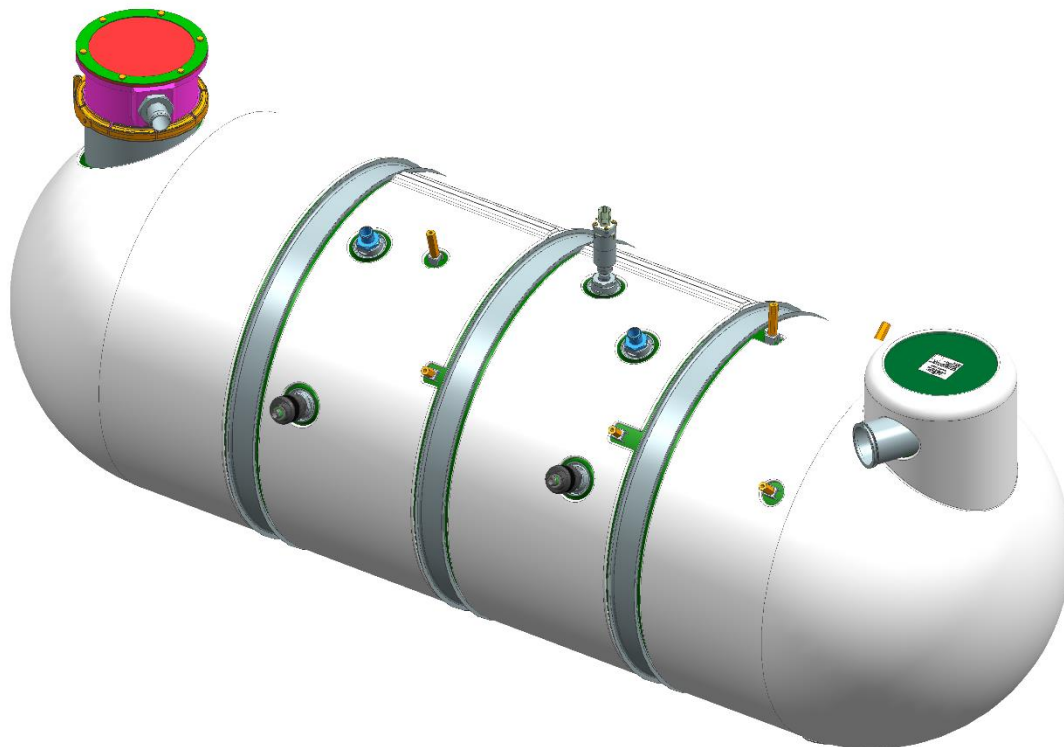
Клапан четырехпортовый.

Внешний вид клапана четырехпортового

Клапан четырехпортовый является запорной арматурой и представляет собой четырехпозиционный шаровой пневмо-гидравлический клапан с электрическим приводом – коллекторным электродвигателем постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов, закрывающим (открывающим) два проходных сечения.

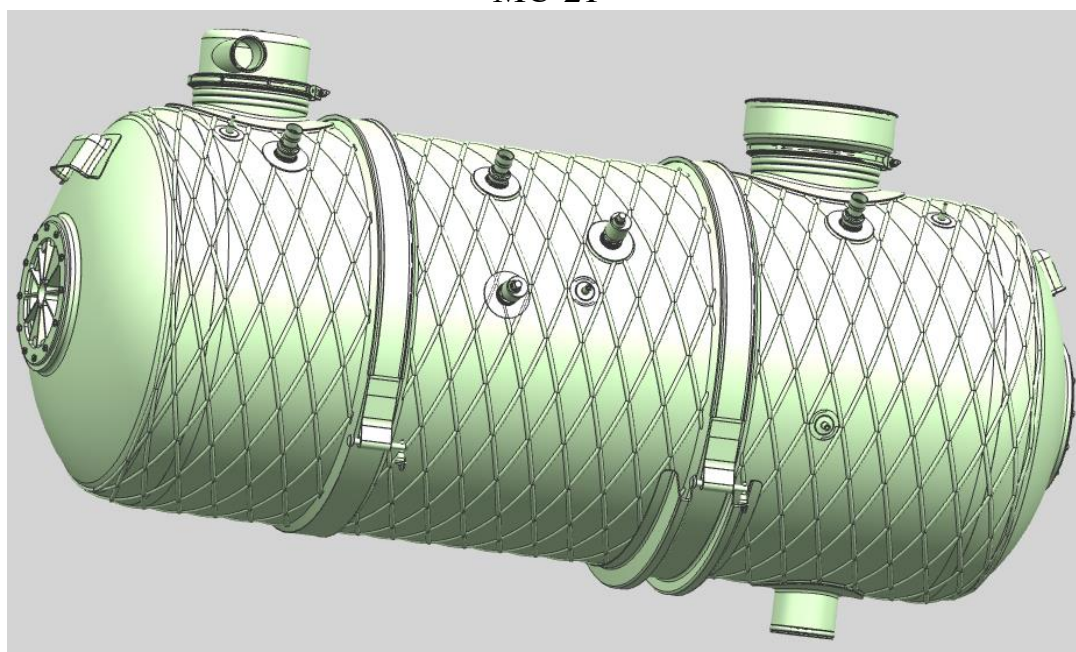
Бак отходов.

Внешний вид бака отходов для самолета
SSJ-NEW



Бак отходов предназначен для хранения отходов объемом 170 литров. В бак устанавливается два сигнализатора уровня и датчик давления (разряжения). Бак изготавливается из композитных материалов.

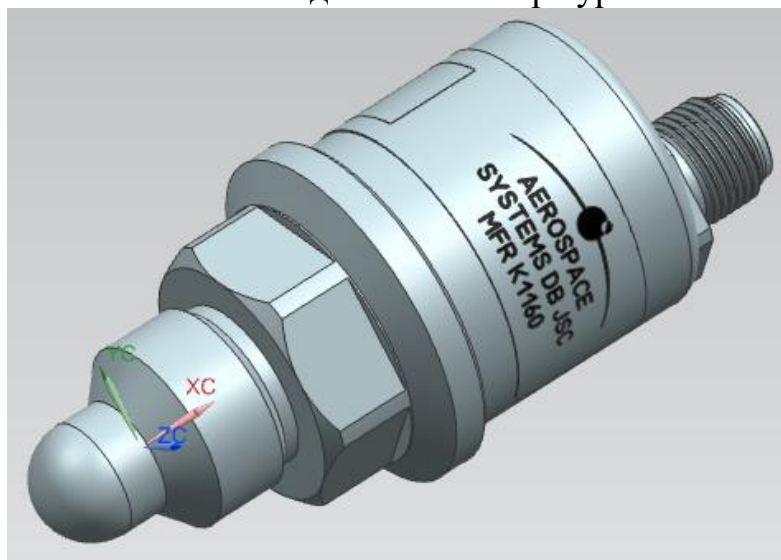
МС-21



Бак отходов предназначен для хранения отходов объемом 408 литров. В бак устанавливается два сигнализатора уровня.
Бак изготавливается из композитных материалов.

Сигнализатор уровня.

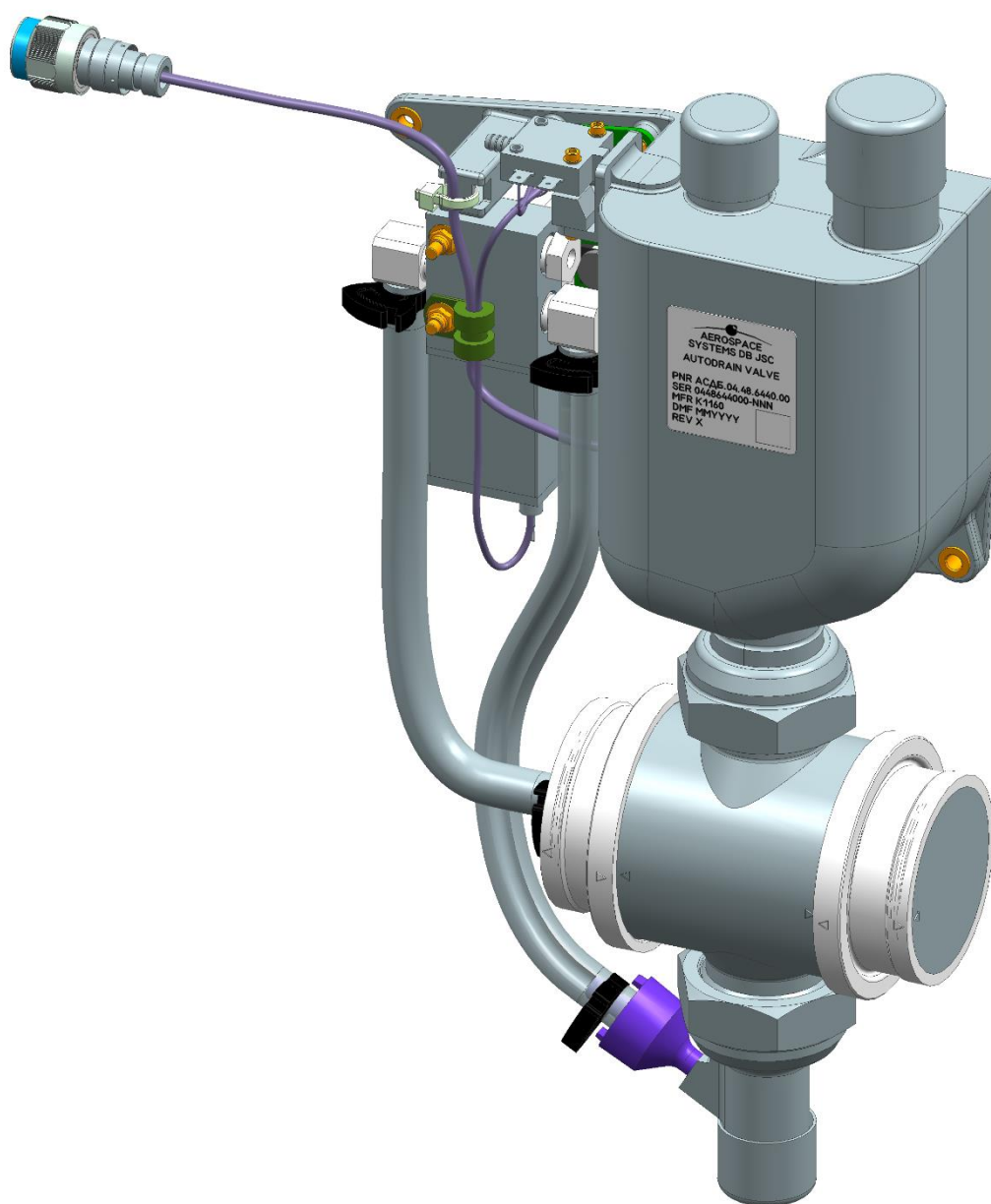
Внешний вид сигнализатора уровня



Сигнализатор уровня предназначен для контроля заполнения отходами бака отходов.

Клапан отработанной воды.

Внешний вид клапана отработанной воды

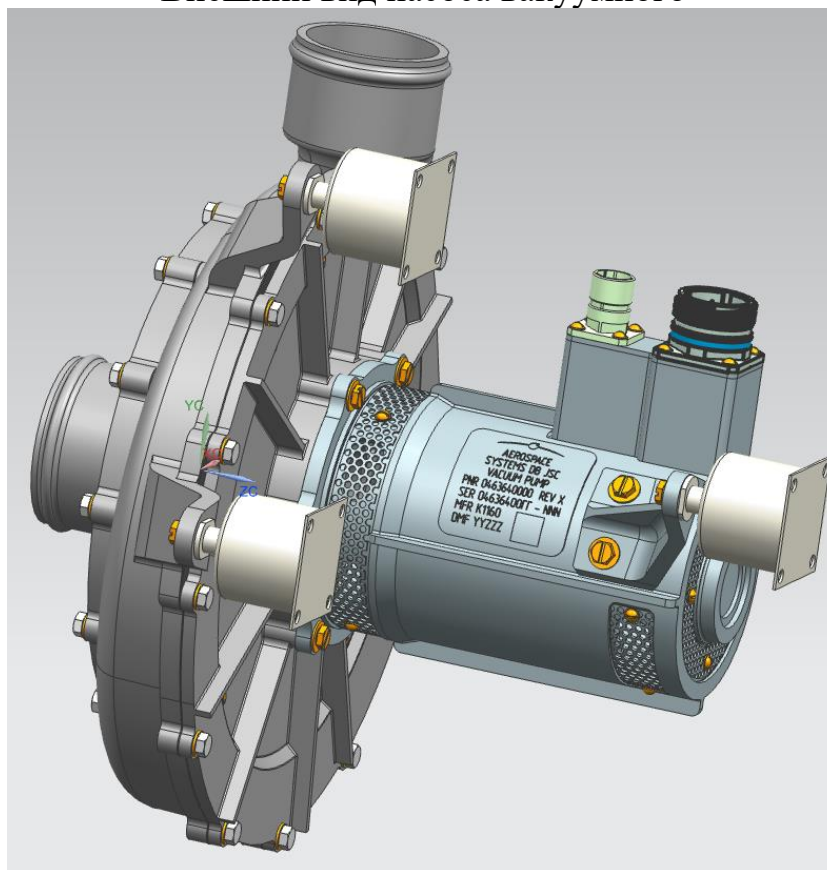


Клапан отработанной воды предназначен для сбора и удаления отходов из раковины кухонного и туалетного модулей по трубопроводам подсистемы удаления отходов в бак отходов.

Электропитание клапана осуществляется от источника постоянного тока, с номинальным напряжением 27 В, параметры которого соответствуют требованиям, предъявляемым к каналам генерирования постоянного тока в нормальном режиме работы СЭС. Клапан является приемником второй категории по ГОСТ Р 54073.

Насос вакуумный.

Внешний вид насоса вакуумного

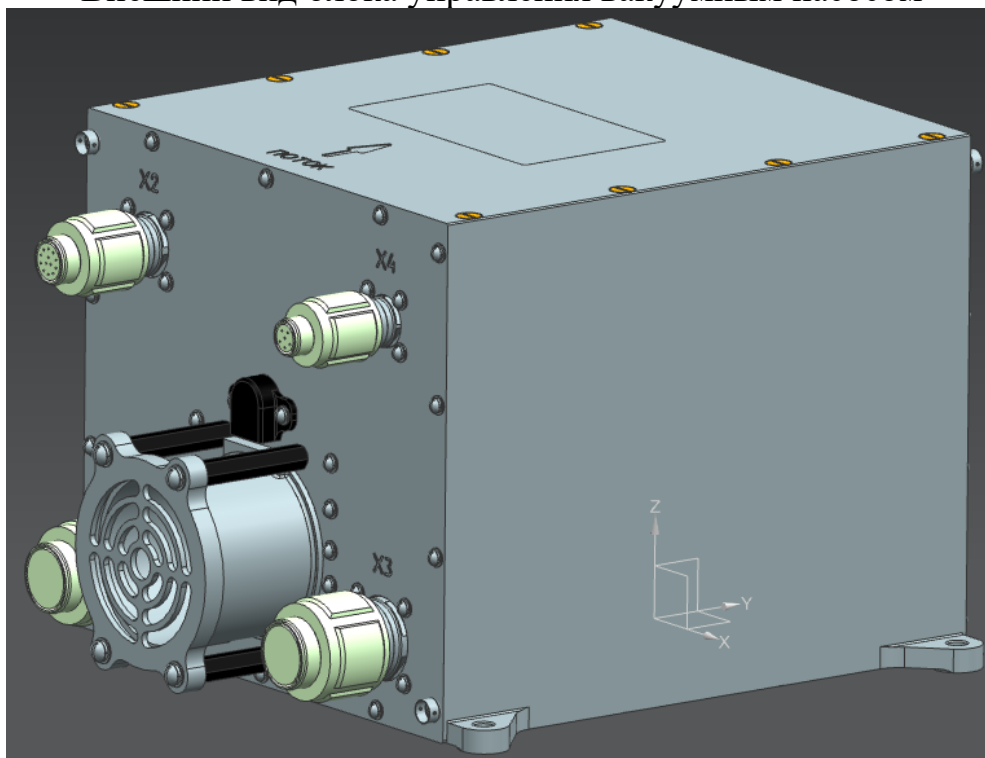


Насос вакуумный предназначен для обеспечения транспортирования отходов из туалетных и кухонных модулей самолета путем создания необходимого разряжения в трубопроводах и баке отходов подсистемы удаления отходов.

Насос вакуумный управляется от БУСВУО на самолете SSJ-NEW и от БУВН на самолете МС-21.

Блок управления вакуумным насосом.

Внешний вид блока управления вакуумным насосом



БУВН входит в состав системы на самолете МС-21.

БУВН обеспечивает:

- подачу питания на обмотки электродвигателя вакуумного насоса напряжением трехфазного переменного тока заданной частоты;
- защиту электродвигателя от перегрева и КЗ;
- информационное взаимодействие с блоком БУСВУО по двум независимым кодовым линиям связи в соответствии с ARINC 825-2 (АС 1.1.825-2-2012).

Унитаз вакуумный.

Внешний вид унитаза вакуумный



Унитаз вакуумный предназначен для удаления отходов, продуктов дефекации и мочеиспускания пассажиров и членов экипажа на борту самолета. Унитаз вакуумный устанавливается в каждый туалетный модуль.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБОГРЕВА ПРИ МИНУСОВЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

На каждом компоненте системы, который участвует в подаче воды потребителям, установлен нагревательный элемент (далее – НЭ).

На рисунках 1 и 2 представлены примеры НЭ на компонентах системы.

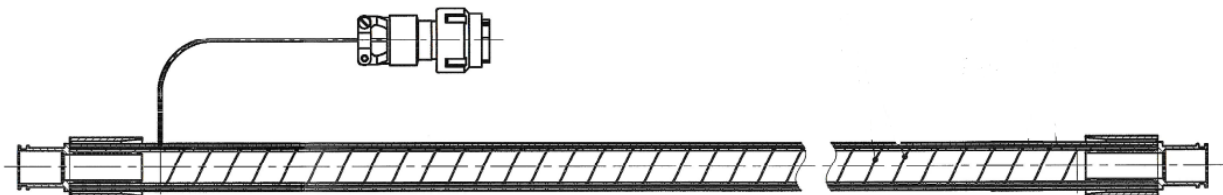


Рисунок 1 – Внешний вид рукава с электрообогревом

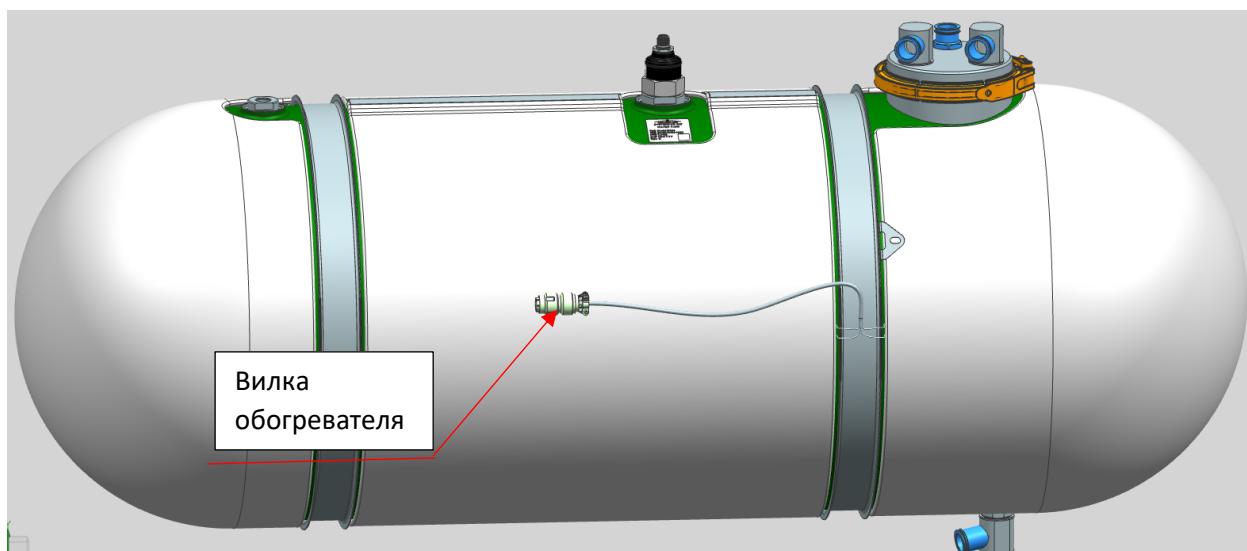


Рисунок 2 – Бак для хранения воды с обогревателем

Обогрев системы у самолета SSJ-NEW и MC-21 построен по-разному. Для самолета SSJ-NEW используются датчики температуры, блок управления и контроля нагревательных элементов, а для самолета MC-21 используются реле температуры в каждом НЭ.

Обогрев системы у самолета SSJ-NEW

Обогрев элементов системы построен по зональному принципу.

Температуру в каждой зоне контролирует датчик температуры (далее – ДТ), за исключением температуры за бортом самолета.

Блок управления и контроля нагревательных элементов (далее – БУКНЭ) получает сигнал с каждого установленного ДТ.

При фиксации любым ДТ падения температуры до плюс 5 °С или ниже, БУКНЭ подает питание на НЭ, расположенные в зоне ответственности данного датчика.

При получении с ДТ, по которому включен обогрев, значения плюс 12 °С, БУКНЭ отключает НЭ, расположенные в зоне ответственности данного датчика.

На время стоянки вода из системы сливается. Система водоснабжения спроектирована таким образом, чтобы не было застойных зон, препятствующих сливу воды без остатка в трубах, баке и агрегатах системы.

Обогрев системы у самолета МС-21

На каждом НЭ из состава системы установлены реле температуры, которые срабатывают (замыкаются) при температуре не менее плюс 5 °С и включают НЭ, расположенные на элементах системы. Электропитание НЭ осуществляется напрямую от системы электроснабжения воздушного судна.

При фиксации реле температуры от плюс 10 °С – НЭ отключаются (реле размыкается).

На время стоянки вода из системы сливается, система водоснабжения спроектирована таким образом, чтобы не было застойных зон, препятствующих сливу воды без остатка в трубах, баке и агрегатах системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе разработки водовакуумной системы предприятие получило новые компетенции в области разработки электронных блоков, запорной арматуры, клапанов, баков, источников накачки и разрежения воздуха.

«ОКБ «Аэрокосмические системы» разработало собственные алгоритмы функционирования водовакуумных систем на самолеты SSJ-NEW и MC-21 и реализовала их в программном обеспечении электронных блоков.

В дальнейшем, полученные компетенции позволят разработать аналогичные системы на другие отечественные самолеты.