

КОНКУРСНАЯ РАБОТА

на участие в конкурсе «Авиастроитель года по итогам 2022 года в номинации

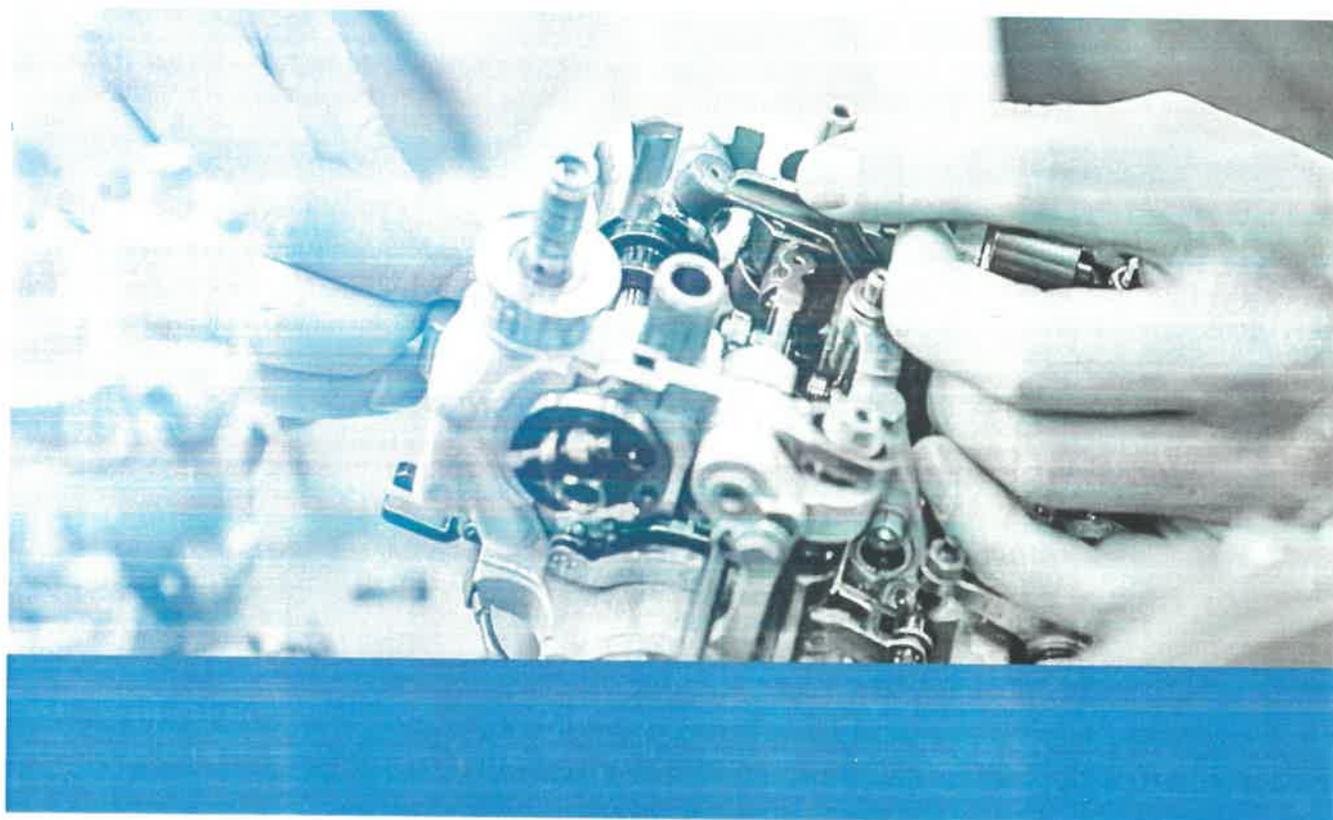
«За успехи в разработке авиационной техники и компонентов (ОКБ года)»

по теме «Разработка агрегатов топливо-регулирующей аппаратуры, входящих в состав систем автоматического управления различных авиационных двигателей»

Авторы:

Заместитель главного конструктора по топливо-регулирующей аппаратуре – И.В. Клибанов

Начальник конструкторского бюро топливо-регулирующей аппаратуры – С.О. Вальинга



Москва 2023

Введение

Конструкторское бюро топливо-регулирующей аппаратуры управления главного конструктора АО «МПО им. И. Румянцева» успешно ведет опытно-конструкторские работы по разработке гидромеханических агрегатов систем управления газотурбинными двигателями по техническим заданиям ведущих разработчиков авиадвигателей в рамках государственных контрактов и военно-технического сотрудничества

Заместитель главного конструктора по топливо-регулирующей аппаратуре И.В. Клибанов и начальник конструкторского бюро топливо-регулирующей аппаратуры С.О. Вальинга в 2022 году успешно выполнили следующие работы:

– в обеспечение выполнения государственного оборонного заказа «Минога» разработана рабочая конструкторская документация на агрегаты НД-157ВР01, АДТ-157ВР01, АУМК-157ВР01, АЗ-157ВР01, РТ-157ВР01 в рамках этапа 1 «Разработка рабочей конструкторской документации агрегатов ТРА-157ВР01» составной части опытно конструкторской работы «Разработка системы ТРА-157ВР01»;

– в рамках государственного оборонного заказа проведен комплекс испытаний опытного образца агрегата АУПН-117-30 и оформление всех необходимых документов на этапах № 1 «Проведение эквивалентно-циклических испытаний агрегата АУПН-117-30» и № 2 «Поставка 2-х опытных образцов», откорректирована рабочая конструкторская документация на агрегат АУПН-117-30 в рамках этапа 3 «Корректировка рабочей конструкторской документации агрегата АУПН-117-30 в соответствии с Дополнением № 1 к ТЗ», проведено оформление всех необходимых документов на этапе 4 «Изготовление 2-х опытных образцов агрегатов АУПН-117-30 для проведения предварительных испытаний по откорректированной РКД на этапе 3»;

– разработана рабочая конструкторская документация на агрегат АГ-30М в рамках этапа 1 «Разработка рабочей конструкторской документации агрегата АГ-30М» составной части опытно конструкторской работы «Разработка агрегата АГ-30М» в обеспечение выполнения государственного оборонного заказа;

– проведен комплекс ресурсных испытаний и испытаний на внешние воздействующие факторы агрегата РТ-80 в рамках «Проведение предварительных испытаний агрегата РТ-80» в обеспечение выполнения государственного оборонного заказа;

– проведен контроль ресурсных испытаний и испытаний на внешние воздействующие факторы агрегата АРТ-80 в рамках «Проведение предварительных испытаний агрегата АРТ-80» в обеспечение выполнения государственного оборонного заказа;

– проведен контроль ресурсных испытаний и испытаний на внешние воздействующие факторы агрегата ФН-59МА в рамках этапа «Проведение предварительных испытаний агрегата ФН-59МА», рабочей конструкторской документации присвоена литера «О» в рамках коммерческого договора;

– проведен комплекс ресурсных испытаний и испытаний на внешние воздействующие факторы агрегата ДДТ-59 входящего в состав системы АДТ-59 в рамках этапа «Проведение предварительных испытаний системы АДТ-59», рабочей конструкторской документации присвоена литера «О» в рамках коммерческого договора;

– проведен комплекс ресурсных испытаний и испытаний на внешние воздействующие факторы агрегата КОСТ-59 входящего в состав системы АДТ-59 в рамках этапа «Проведение предварительных испытаний системы АДТ-59», рабочей конструкторской документации присвоена литера «О» в рамках коммерческого договора;

Помимо задач по выполнению опытно-конструкторских работ, конструкторское бюро топливо-регулирующей аппаратуры проводит работы по сопровождению ранее разработанных агрегатов, имеющих литеру «О₁», а также по улучшению и модернизации серийно выпускаемых объединением АО «МПО им. И. Румянцева» агрегатов.

Краткая аннотация работы

1. Система топливо-регулирующей аппаратуры ТРА-157ВР01 состоит из 5 агрегатов: насос двойной НД-157ВР01, агрегат дозирования топлива АДТ-157ВР01, агрегат управления механизацией компрессора АУМК-157ВР01, автомат запуска АЗ-157ВР01, распределитель топлива РТ-157ВР01.

Система ТРА-157ВР01 входит в состав системы автоматического управления турбовального двигателя ТВ7-117ВК, разрабатываемого АО «ОДК-Климов» для установки в перспективный вертолет под шифром «Минога».

Система ТРА-157ВР01 предназначена для топливопитания и управления двигателем на установившихся режимах и на переходных режимах работы двигателя при работе основной САУ, а также при ее отказе и работе на гидромеханическом резерве. При работе на основной системе САУ, агрегаты ТРА-157ВР01 являются исполнительным органом электронной части САУ двигателя и осуществляют управление расходом топлива в камеру сгорания, положением направляющих аппаратов компрессора и открытием клапана перепуска воздуха по командам электронного блока автоматического регулирования и контроля (БАРК). При работе в резервной системе агрегаты АДТ-157ВР01, АУМК-157ВР01, входящие в состав ТРА-157ВР01, осуществляют управление двигателем по упрощенным законам регулирования, что позволяет вертолету совершить безаварийную посадку.

Насос двойной НД-157ВР01 (Рисунок 1) обеспечивает выполнение следующих функций:

- питание топливом низкого давления высоконапорной части насоса НД-157ВР01 через топливомасляный теплообменник и фильтр тонкой очистки;
- фильтрацию топлива;
- выдачу сигнализации о засорении топливного фильтра в виде электрического сигнала;
- питание топливом высокого давления агрегатов АДТ-157ВР01, АУМК-157ВР01, РТ-157ВР01 для обеспечения выполнения ими своих функций.

Насос двойной НД-157ВР01 состоит из двух насосов, центробежного и шестеренного типа, фильтроэлемента, клапана предельного давления, клапана слива топлива из отстойника, клапана выпуска воздуха, клапана перепускного нефилтрованного топлива.

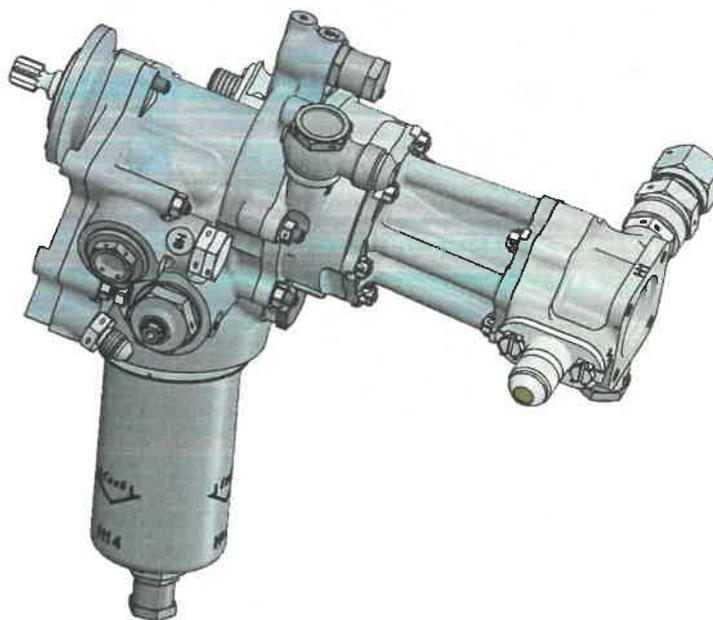


Рисунок 1. Общий вид насоса двойного НД-157ВР01

Агрегат дозирования топлива АДТ-157ВР (Рисунок 2) обеспечивает выполнение следующих функций:

- дозирование расхода топлива в двигатель по электрическим командам электронного блока автоматического регулирования и контроля с обратной связью по положению дозирующего крана при работе в основной системе;
- дозирование расхода топлива в двигатель при работе резервной системы по положению механического РУД, от малого газа до максимального режима, с коррекцией по положению ручки управления двигателем и P_K – давлению за компрессором;
- ограничение минимального расхода топлива через дозирующий кран;
- фиксирование («замораживание») расхода топлива в момент отказа основной системы при подаче электрического питания на электромагнит «Фиксация»;
- осуществление перехода от зафиксированного значения расхода топлива на значение расхода, определенного положением механического РУД при переходе на резервную систему;
- прекращение подачи топлива в двигатель электрическим стоп-краном или рычагом механического стоп-крана.

АДТ-157ВР01 состоит из трех частей, расположенных в отдельных корпусах и скомпонованных в одном агрегате – дозирующей части, блока электромагнитных клапанов, блока клапанов стоп-крана.

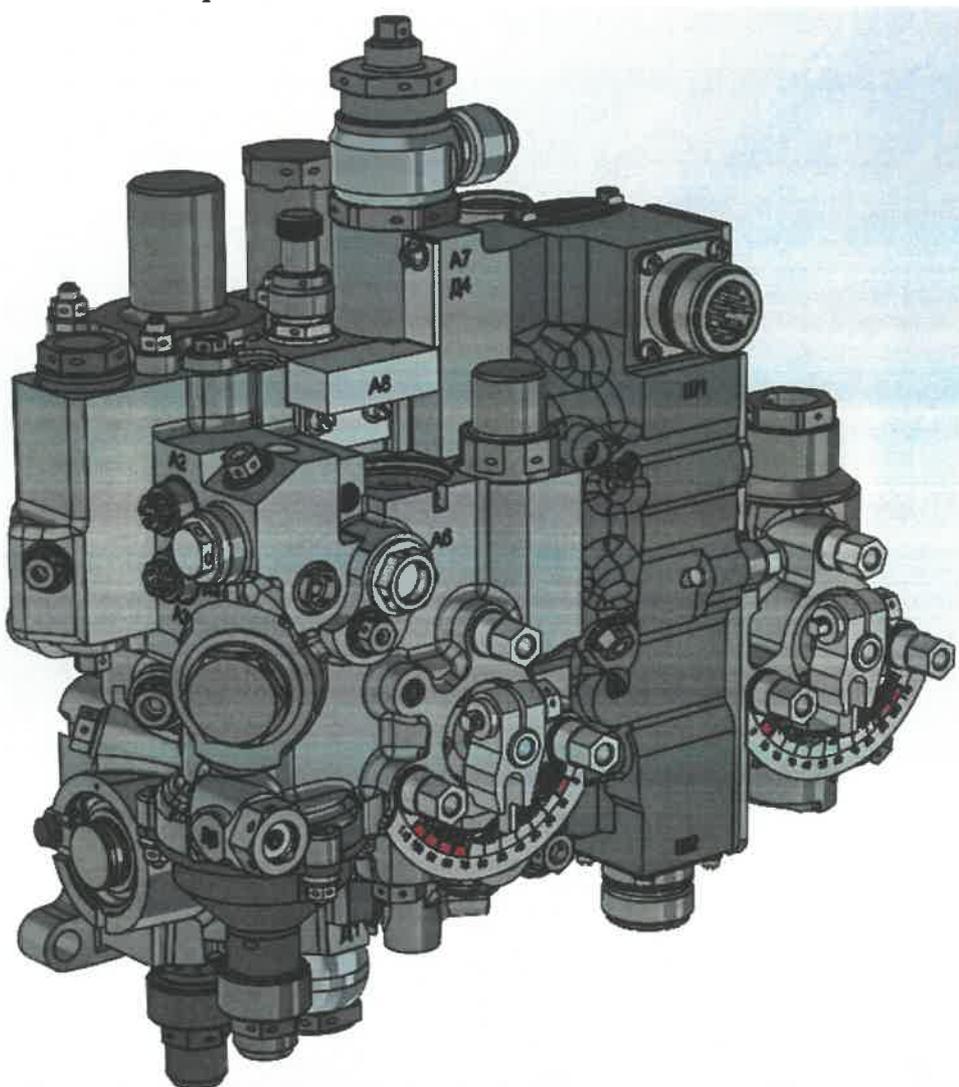


Рисунок 2. Общий вид агрегата дозирования топлива АДТ-157ВР01.

Агрегат управления механизацией компрессора АУМК-157ВР01 (Рисунок 3) обеспечивает выполнение следующих функций:

- регулирование положения лопаток направляющий аппаратов компрессора двигателя по сигналу от блока автоматического регулирования и контроля двигателя при работе основной системы САУ;
- регулирование положения лопаток направляющих аппаратов компрессора двигателя на резервной системе по величине $\lambda_k = P_k / P_H$;
- управление клапаном перепуска воздуха двигателя по электрической команде от блока автоматического регулирования и контроля двигателя.
- вырабатывает топливную команду постоянного давления и обеспечивает ее подачу к системе РОК-ПОС.

Агрегат управления механизацией компрессора АУМК-157ВР01 состоит из трех основных частей:

- пневматического узла;
- пневмокинематического преобразователя;
- гидравлического узла.

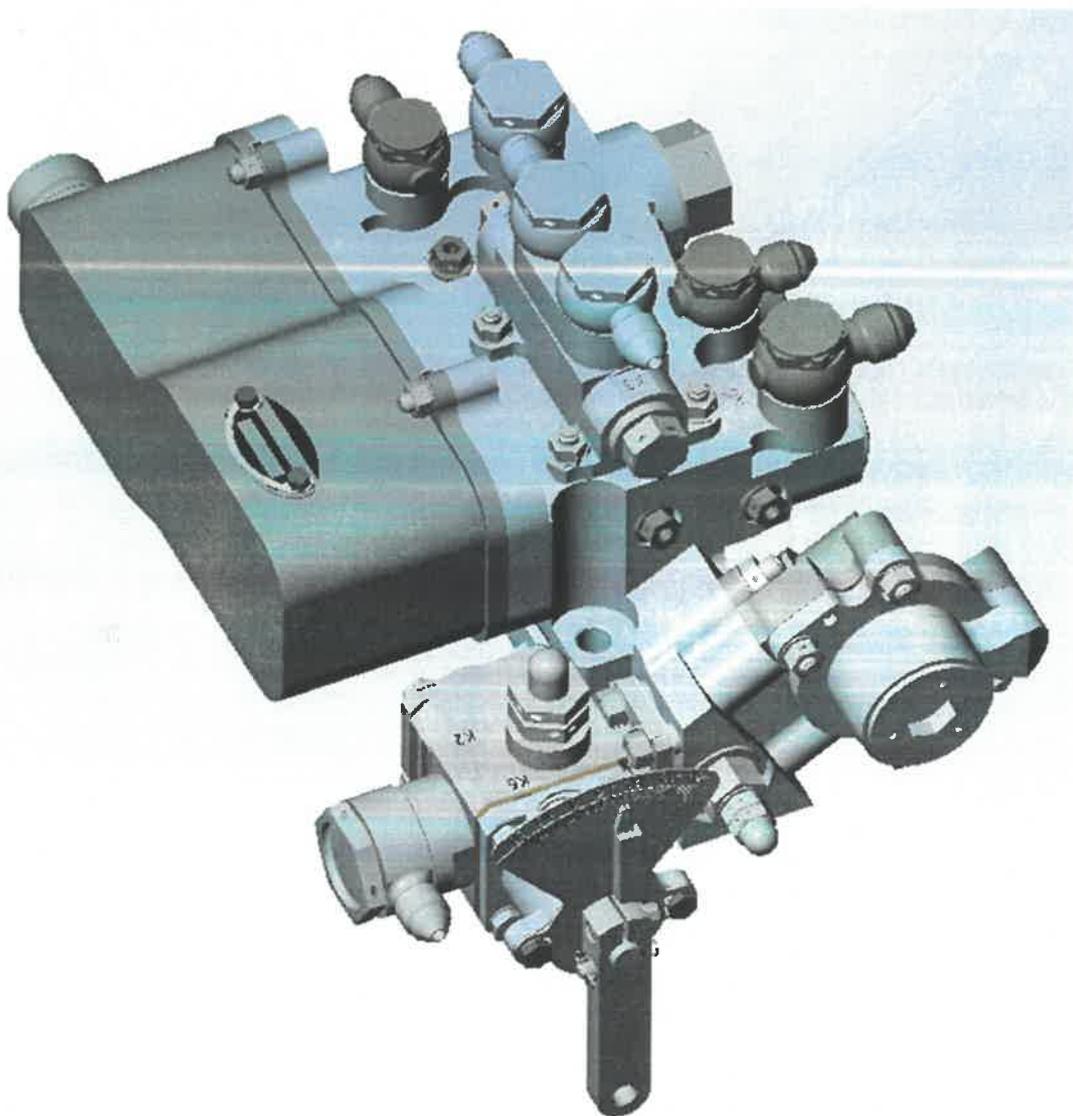


Рисунок 3. Агрегат управления механизацией компрессора АУМК-157ВР01.

Автомат запуска АЗ-157ВР01 (Рисунок 4) совместно с агрегатом РТ-157ВР01 обеспечивает дозирование топлива в камеру сгорания на режимах запуска двигателя при отказе блока автоматического управления и контроля двигателя, поддерживая давление топлива за дозирующим краном агрегата АДТ-157ВР01 пропорционально давлению воздуха за осевым компрессором двигателя.

Автомат запуска АЗ-157ВР01 состоит из золотника автомата запуска, распределительного золотника, мембранного узла и электрогидравлического клапана.

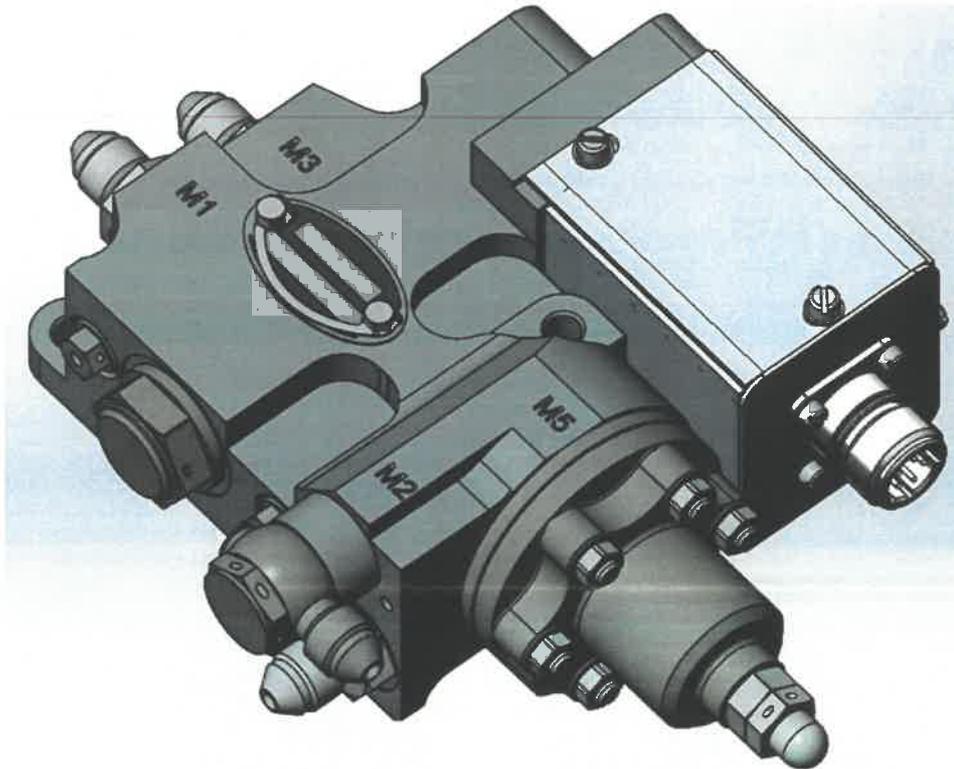


Рисунок 4. Общий вид агрегата АЗ-157ВР01.

Распределитель топлива РТ-157ВР01 (рисунок 5) обеспечивает выполнение следующих функций:

- распределение дозированного топлива между 1-м и 2-м коллекторами форсунок камеры сгорания по заданному закону;
- включение вдува воздуха и прекращение вдува во 2-й коллектор форсунок в процессе запуска;
- дренирование коллектора форсунок при останове двигателя и отключение дренажа коллекторов при подаче топлива в 1-й коллектор форсунок;
- дренирование камеры сгорания при останове двигателя и отключение дренажа камеры сгорания при подаче топлива в 1-й коллектор форсунок;
- прекращение подачи топлива в коллекторы форсунок при останове двигателя.

Распределитель топлива РТ-157ВР01 состоит из клапанов запорных 1-го и 2-го коллекторов, клапана вдува воздуха, клапана дренажа камеры сгорания и клапана дренажа 1-го и 2-го коллекторов форсунок.

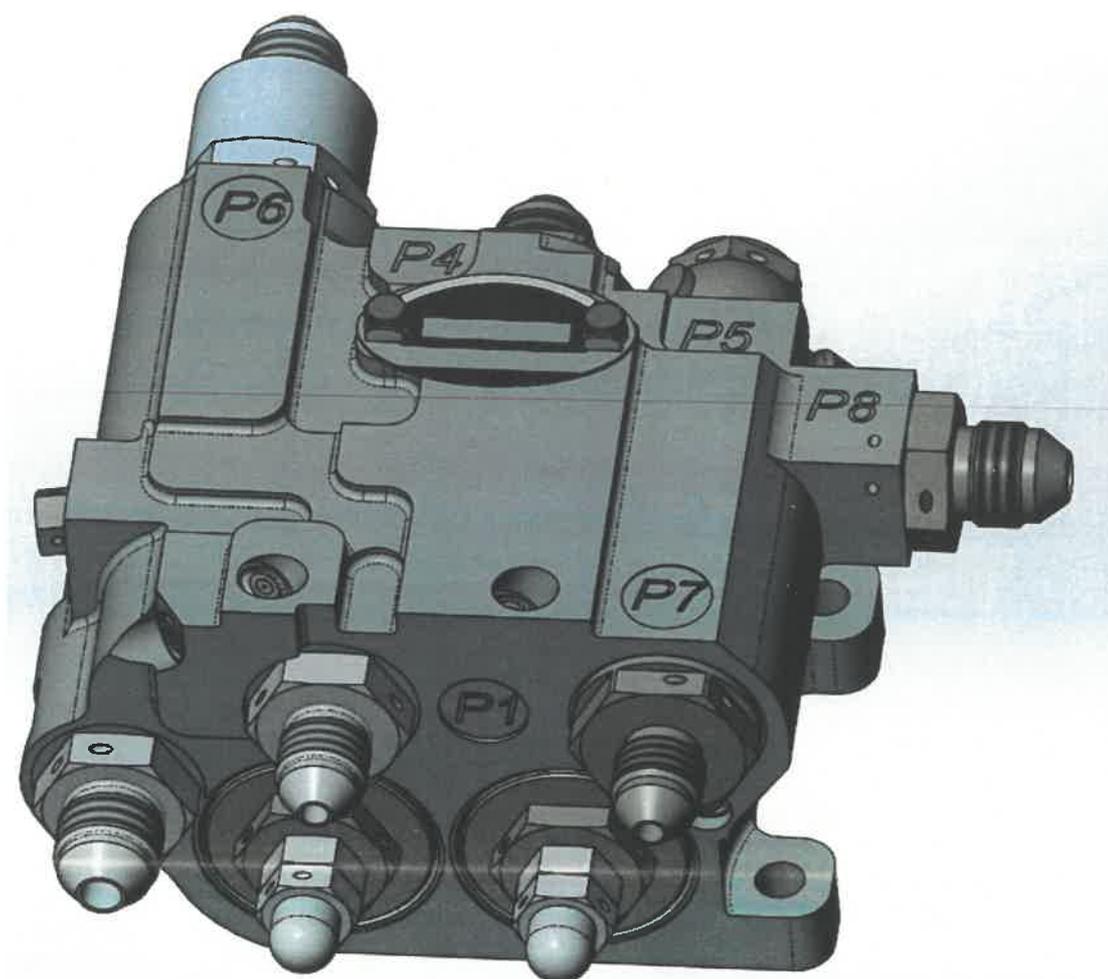


Рисунок 5. Общий вид агрегата PT-157BP01.

2. Агрегат управления переключением насосов АУПН-117-30.

Агрегат управления переключением насосов АУПН-117-30 (рисунок 6) входит в состав системы автоматического управления двухконтурного турбореактивного двигателя с форсажной камерой. Агрегат является частью топливо-регулирующей аппаратуры изделий «117», «117М», «30», разработанных ОКБ им А. Льюльки филиал ПАО «ОДК-УМПО».

Агрегат управления переключением насосов АУПН-117-30 обеспечивает выполнение следующих функций:

- подачу и переключение подачи топлива от насосов НП и НГП в основную и форсажную камеры сгорания, а также к агрегатам автоматики изделия;
- формирование гидравлической управляющей команды (командного давления) к НП;
- управление выключением подачи топлива от НГП в основную и форсажную камеры сгорания;
- отключение питания топливом автоматики двигателя от НП;
- подачу фильтрованного топлива от НГП к автоматике (при отключенном агрегате НП);
- аварийный слив топлива;
- подключение/отключение топливомасляного теплообменника ТТМ.

Агрегат управления переключением насосов АУПН-117-30 состоит из узла переключения подвода расхода топлива к агрегатам ДТ и ДТФ от насоса НП либо от насоса НГП и обратно, электрогидравлического клапана управления переключением подвода топлива в

основную камеру сгорания и форсажную камеру сгорания от НГП или от НП, узла перепуска топлива НГП, узла аварийного слива топлива, клапанов электромагнитных (2 шт.) включения (выключения) аварийного слива топлива, узла перепуска топлива ТТМ, узла переключения подачи топлива с НП на НГП к агрегатам автоматики, узла формирования управляющего командного давления к НП, узла управления переключением расходов от НГП, клапана электрогидравлического управления отключением подачи топлива от НП к автоматике, фильтроэлементов топливных в линии от НГП в линию командного топлива.

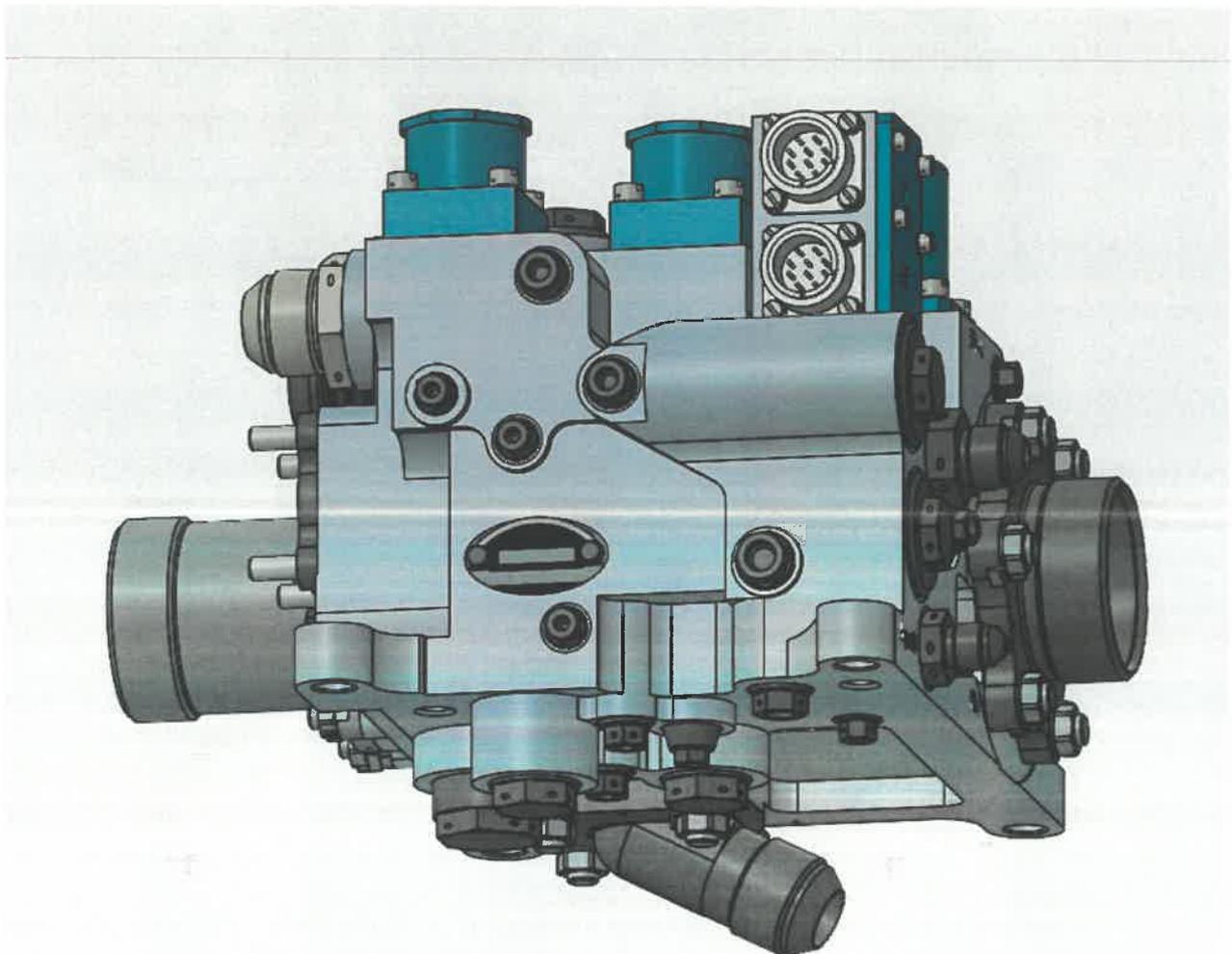


Рисунок 6. Общий вид агрегата управления переключением насосов АУПН-117-30.

3. Агрегат гидравлический АГ-30М.

Агрегат гидравлический АГ-30М (рисунок 7) входит в состав системы автоматического управления двухконтурного турбореактивного двигателя с форсажной камерой. Агрегат является частью топливо-регулирующей аппаратуры изделий «117», «117М», «30», разработанных ОКБ им А. Люльки филиал ПАО «ОДК-УМПО».

Агрегат гидравлический АГ-30М представляет собой агрегат резервного управления, обеспечивающий работу изделия в период прохождения многочисленных специальных воздействий.

Агрегат АГ-30М обеспечивает выполнение следующих функций:

– управление дозированием топлива в основную камеру сгорания изделия совместно с ДТ-30 (ДТ-117);

- формирование гидравлической команды к агрегату НГП автоматики изделия;
- формирование гидравлической команды к агрегату АУМК изделия.

Агрегат гидравлический АГ-30М конструктивно выполнен в виде двух соединенных между собой корпусов, с расположенными в них узлами и деталями. Крепление агрегата к коробке самолетных агрегатов хомутовое.

Агрегат гидравлический АГ-30М состоит из двух центробежных датчиков частоты вращения, один из которых расположен на ведущем валу, второй на ведомом валу с коэффициентом передачи равном единице, центробежного регулятора, золотникового узла, узла «изодрома» (статической приставки), узла команды к агрегату АУМК, узла команды к агрегату НГП, обратного клапана, клапан электрогидравлического, клапана стравливания воздуха.

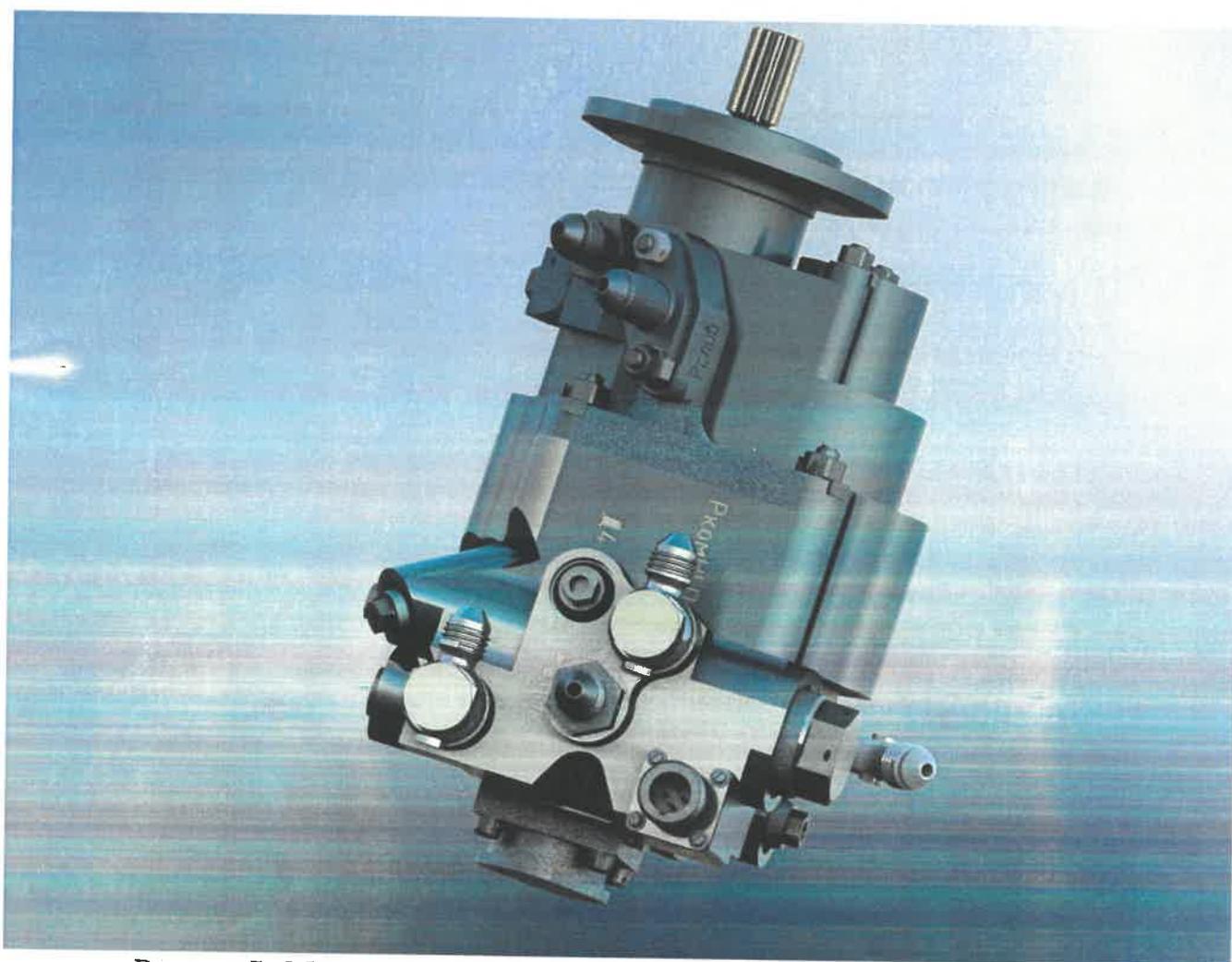


Рисунок 7. Общий вид агрегата гидравлического АГ-30М.

4. Распределитель топлива РТ-80.

Агрегат распределитель топлива РТ-80 (рисунок 8) входит в состав системы автоматического управления двухконтурного турбореактивного двигателя. Агрегат является частью топливо-регулирующей аппаратуры изделия «РФ», разработанного ПАО «ОДК-Кузнецов».

Распределитель топлива РТ-80 предназначен для распределения топлива по контурам форсунок камеры сгорания, прекращения подачи топлива в коллекторы форсунок при останове, работе противопомпажной системы и системы защиты турбины от раскрутки.

Распределитель топлива РТ-80 работает совместно с гидравлическими агрегатами САУ изделия РФ и насосом –ограничителем НО-80. Агрегат устанавливается на двигателе.

Распределитель топлива РТ-80 обеспечивает выполнение следующих функций:

- герметичность магистралей подачи топлива в контуры КС при избыточном давлении топлива менее от 0 до 490 кПа (от 0 до 5 кгс/см²) перед запорным устройством РТ;
- подключение подачи топлива во второй контур камеры сгорания и распределение топлива по первому и второму контурам в соответствии с заданным законом;
- прекращение подачи топлива в камеру сгорания по гидравлической команде с перепуском дозированного топлива на вход в НО-80 при останове, работе противопомпажной системы и системы защиты турбины высокого давления от раскрутки;
- обеспечивает возможность выполнения консервации (расконсервации) топливной системы изделия путем установки в штуцерах 1-ого и 2-ого контуров технологических штуцеров.

Распределитель топлива РТ-80 состоит из запорного клапана, клапана распределительного 2-ого коллектора, клапана останова, клапана обратного, разъемов для технологических штуцеров для консервации (расконсервации) топливной системы изделия, корпуса с элементами крепления.

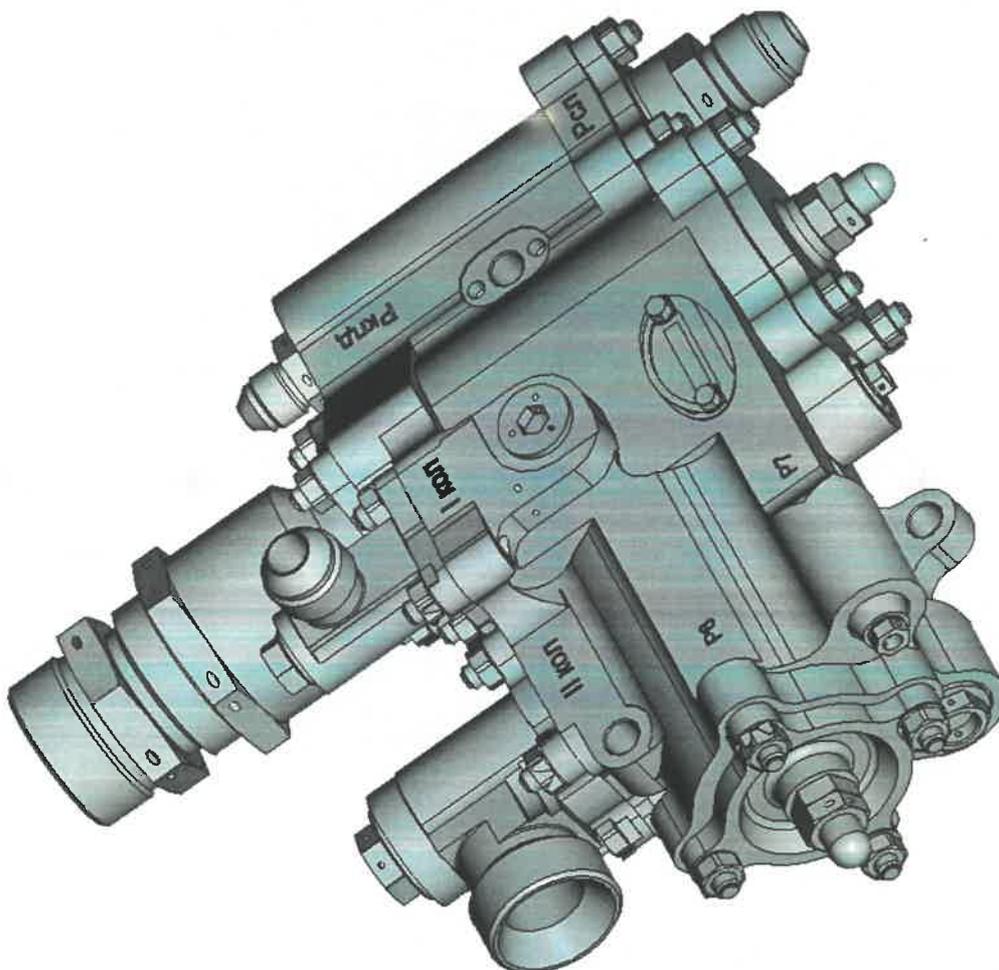


Рисунок 8. Общий вид агрегата РТ-80

5. Агрегат перепуска топлива АПТ-80.

Агрегат перепуска топлива АПТ-80 (Рисунок 9) входит в состав системы автоматического управления двухконтурного турбореактивного двигателя. Агрегат является неотъемлемой частью топливо-регулирующей аппаратуры изделия «РФ» разработанного ПАО «ОДК-Кузнецов».

Агрегат предназначен для перепуска части топлива с выхода насоса ЦН-80, за двумя параллельно установленными за ним топливными масляными теплообменниками, в баки двигателя в зависимости от температуры топлива за насосом НО-80.

АПТ-80 работает совместно с агрегатами РТ-80, насосом –ограничителем НО-80 и подкачивающим шнеко-центробежным насосом ЦН-80. Агрегат устанавливается на двигателе.

Агрегат обеспечивает выполнение следующих функций:

- открытие перепуска топлива;
- закрытие перепуска топлива;

– обеспечивает расход перепускаемого топлива в зависимости от температуры топлива за НО-80.

Агрегат перепуска топлива АПТ-80 состоит из термочувствительного элемента, клапана командного, клапана перепуска топлива, клапана запорного.

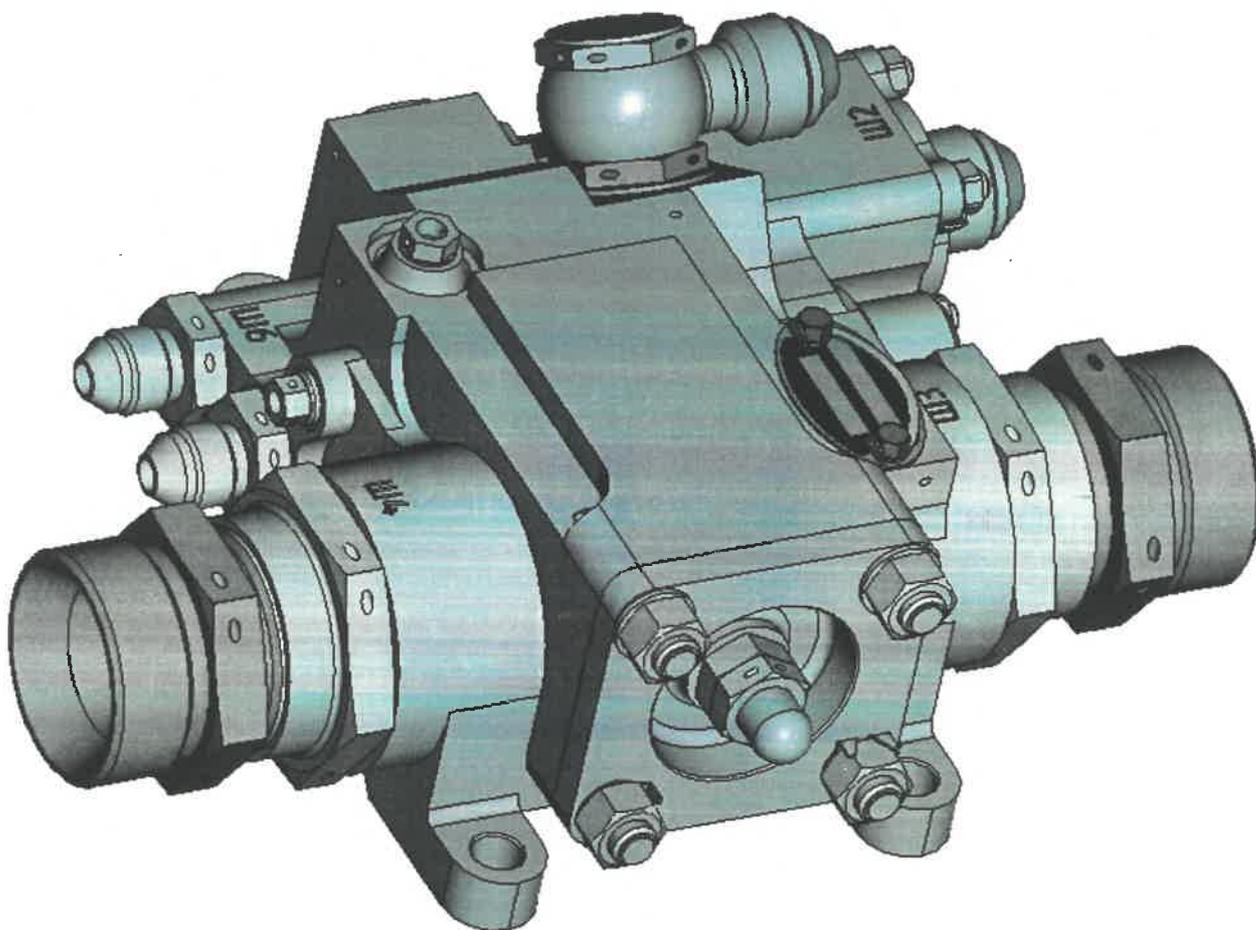


Рисунок 9. Общий вид агрегата перепуска топлива АПТ-80.

6. Насос форсажный ФН-59МА.

Форсажный насос ФН-59МА (Рисунок 10) входит в состав системы автоматического управления двухконтурного турбореактивного двигателя с форсажной камерой. Агрегат является частью топливо-регулирующей аппаратуры изделия «РД-93МА», разработанного АО «ОДК-Климов».

Форсажный насос ФН-59МА представляет собой одноступенчатый центробежный насос и предназначен для питания топливом форсажного контура двигателя на форсажных режимах и для обеспечения аварийного слива топлива по электрической команде от электросистемы самолета. Агрегат устанавливается на коробку двигательный агрегатов.

Форсажный насос ФН-59МА обеспечивает выполнение следующих функций:

- обеспечение необходимым расходом и напором топлива питания форсажного контура;
- выключение подачи топлива на нефорсированных режимах;
- перепуск топлива от насоса-регулятора для питания форсажного контура на режимах частичного форсажа при закрытом клапане входа насоса;
- аварийный слив топлива на нефорсированных режимах.

Форсажный насос ФН-59МА состоит из расположенных в трех отдельных корпусах, скомпонованных в одном агрегате, следующих основных частей – качающего узла, торцевого уплотнения, клапана входа, клапана выхода, клапана перепуска топлива основного контура, клапана аварийного слива топлива, эжектора, электромагнитного клапана включения аварийного слива, исполнительного золотника клапана аварийного слива.

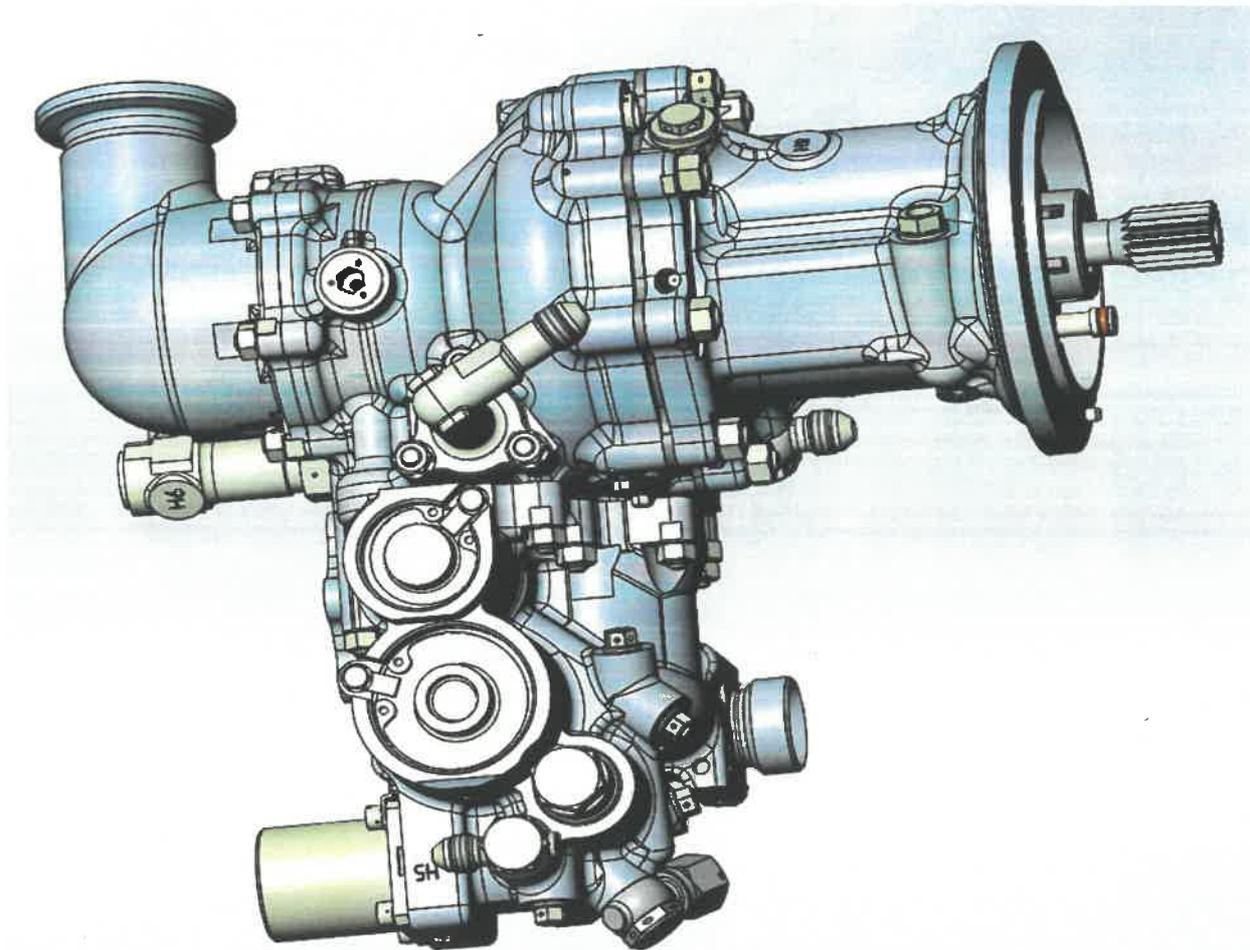


Рисунок 10. Общий вид форсажного насоса ФН-59МА.

7. Дозатор дополнительного топлива ДДТ-59.

Дозатор дополнительного топлива ДДТ-59 (рисунок 11) входит в состав системы автоматического управления двухконтурного турбореактивного двигателя с форсажной камерой. Агрегат является частью топливо-регулирующей аппаратуры изделия «РД-93МА» разработанного АО «ОДК-Климов».

Дозатор дополнительного топлива ДДТ-59 представляет собой агрегат дозирования дополнительного топлива и предназначен для обеспечения топливом основной камеры сгорания в ограниченном диапазоне режимов работы двигателя при отказе насоса-регулятора НР-59МК.

Дозатор дополнительного топлива ДДТ-59 работает совместно с блоком автоматического регулирования и контроля БАРК-93МА и взаимодействует с насосом-регулятором НР-59МК, насосом высокого давления ПН-99, входной проставкой подкачивающего насоса ДЦН-78, распределителем топлива РТ-59МК, агрегатом КОСТ-59 в составе системы АДТ-59, электросхемой двигателя и самолета.

Дозатор дополнительного топлива ДДТ-59 обеспечивает выполнение следующих функций:

- по командам БАРК-93МА включение подачи топлива в основную камеру сгорания, его дозирование и выключение подачи топлива в основную камеру сгорания;
- гидравлическую команду на КОСТ-59 для отключения подачи топлива от НР-59МК в основную камеру сгорания на режиме аварийного дозирования топлива.

Дозатор дополнительного топлива ДДТ-59 состоит из клапана подключения ПН-99, электромагнитного клапана включения агрегата ДДТ-59, дозирующего крана с встроенным индукционным датчиком положения (типа LVDT), клапана постоянного перепада давлений на дозирующем кране агрегата, клапана обратного, электрогидравлического усилителя управления дозирующим краном, топливного фильтра с тонкостью фильтрации (8...16) мкм в магистрали питания электрогидравлического усилителя, корпуса с элементами крепления и присоединительными штуцерами.

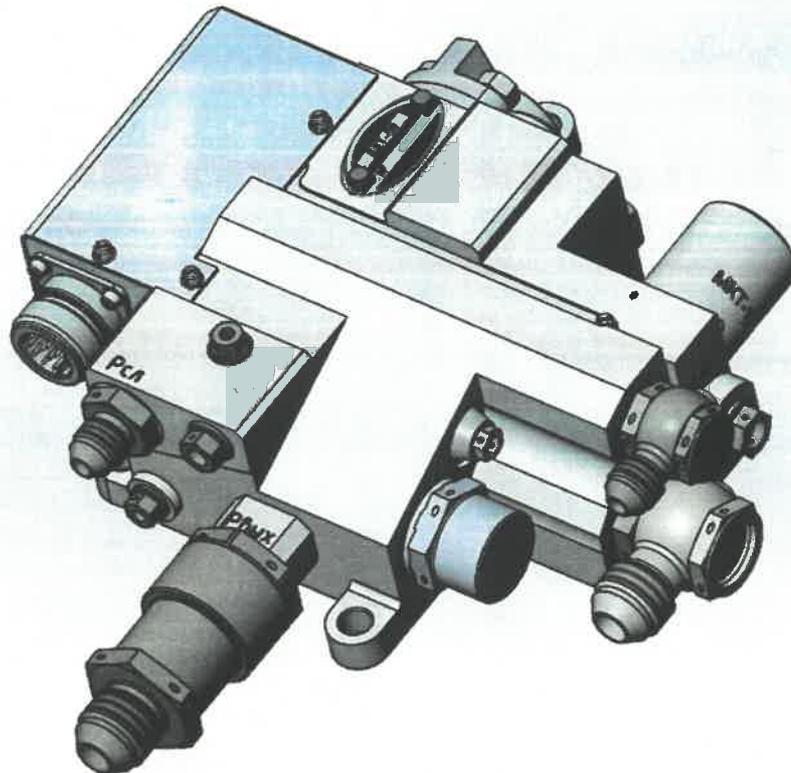


Рисунок 11. Общий вид дополнительного дозатора топлива ДДТ-59

8. Клапан останова КОСТ-59

Клапан останова КОСТ-59 (рисунок 12) входит в состав системы автоматического управления двухконтурного турбореактивного двигателя с форсажной камерой. Агрегат является частью топливо-регулирующей аппаратуры изделия «РД-93МА» разработанного АО «ОДК-Климов».

Клапан останова КОСТ-59 предназначен для прекращения подачи топлива в основную камеру сгорания по электрическом сигналу от блока автоматического управления и контроля двигателя в обеспечение работы противопомпажной системы и системы защиты турбины от раскрутки.

Клапан останова КОСТ-59 обеспечивает выполнение следующих функций:

- прекращение подачи топлива в камеру сгорания изделия за время 0,03 секунды по электрическому сигналу от БАРК-93МА при работе противопомпажной системы и при защите турбины низкого давления от раскрутки, с выдачей гидравлической команды на перестройку дозирующего крана НР-59МК на минимальный расход;

- гидроблокировку снятия действия сигнала на прекращение подачи топлива в основную камеру сгорания через время $(3_{-1,0}^{+1,5})$ с момента подачи сигнала на электромагнитный клапан при отказе электроисполнительного механизма и (или) неснятии действия сигнала;

- управление расходом топлива на запуске двигателя путем перепуска части дозированного топлива НР-59МК на слив;

- отключение перепуска части дозированного топлива НР-59МК по приведенным оборотам двигателя;

- прекращение подачи топлива в камеру сгорания изделия от НР-59МК по гидравлической команде от ДДТ-59 с выдачей гидравлической команды на перестройку дозирующего крана НР-59МК на минимальный расход на режиме аварийного дозирования топлива.

Клапан останова КОСТ-59 состоит из клапана гидроблокировки, клапана отсечки, клапана перепуска, клапана включения резервной системы, клапана перепуска дозированного топлива, гидрореле, клапана слива, клапана электромагнитного.

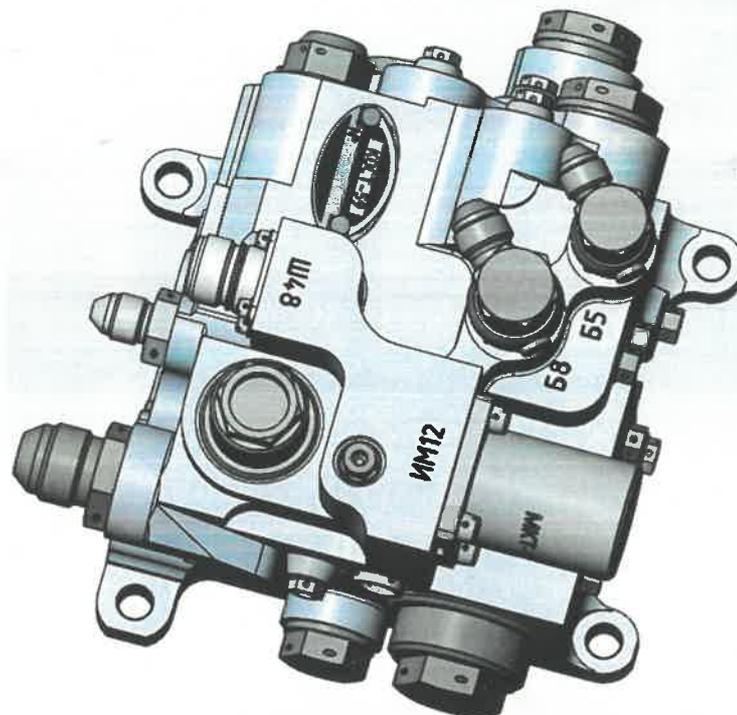


Рисунок 12. Общий вид клапана останова КОСТ-59.

Практическое применение

Все агрегаты, разработанные конструкторским бюро топливо-регулирующей аппаратуры (КБ ТРА) АО «МПО им. И. Румянцева», по окончании опытно-конструкторских работ передаются в серийное производство и используются в составе заявленных изделий и объектов применения.

Вывод

Конструкторское бюро топливо-регулирующей аппаратуры управления главного конструктора АО «МПО им. И. Румянцева», и его руководители – заместитель главного конструктора по топливо-регулирующей аппаратуре И.В. Клибанов и начальник конструкторского бюро топливо-регулирующей аппаратуры С.О. Вальинга, успешно выполняют задачи, поставленные перед АО «МПО им. И. Румянцева» предприятиями – заказчиками в части разработки гидромеханических агрегатов, входящих в состав систем автоматического управления современных авиационных двигателей различных типов и назначений.

Специалисты КБ ТРА постоянно подтверждают свои компетенции по разработке новых изделий в агрегатостроении для нужд отечественной авиации.

Внедрение новых конструктивных решений осуществляются в тесном сотрудничестве с технологическими и производственными службами АО «МПО им. И.Румянцева» с целью достижения максимальных результатов в требуемые сроки.

При разработке новых изделий применяются как отработанные и проверенные временем конструктивные решения с использованием современных методов проектирования, так и новаторские конструктивные решения, учитывающие возможности современного оборудования и технологий

110 Главный конструктор



Лебедев Ю.А.

