

## **КОНКУРСНАЯ РАБОТА**

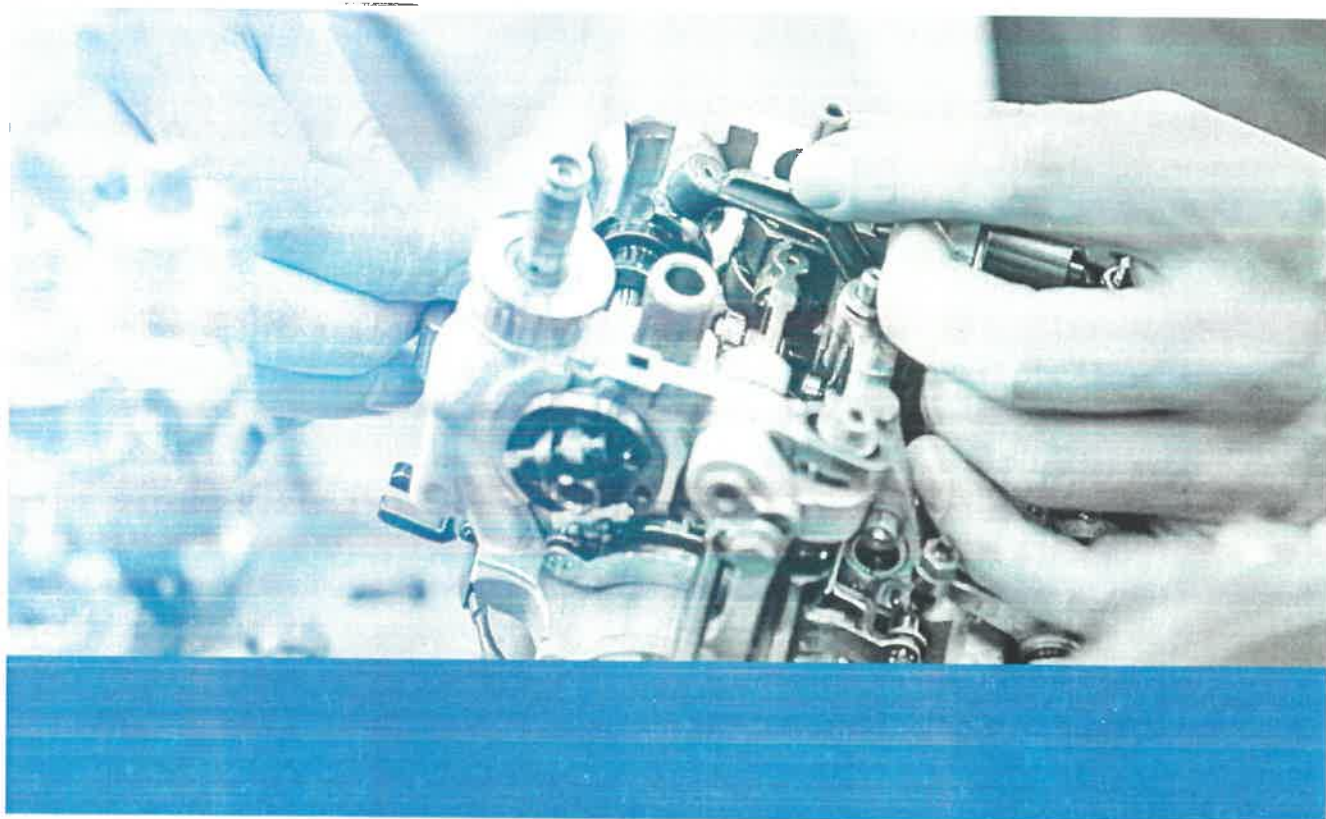
**на участие в конкурсе «Авиастроитель года по итогам 2022 года в номинации**

**«За успехи в создании систем и агрегатов для авиастроения»**

**по теме «Агрегат гидравлический АГ-30М резервного управления. Расчёт элементов узла управления»**

**Автор:**

**Ведущий инженер-конструктор бюро топливно-регулирующей аппаратуры – А.В. Лисунов**



Москва 2023

## **Введение**

В настоящее время в авиационной отрасли нашей страны ведутся работы по разработке авиационных двигателей для боевых самолетов с системой управления, регистрации и контроля параметров газотурбинных двигателей (ГТД) с полной ответственностью – FADEC (Full Authority Digital Engine Control system), выполненной по схеме с центральным управляющим блоком, в которой сигналы от датчиков по коммуникационным шинам поступают к управляющему блоку и от него к исполнительным механизмам (централизованная система автоматизированного управления (САУ)). В настоящее время на двигателях 5-го поколения применяется САУ FADEC 3-го поколения, в которых совмещены функции управления и диагностики технического состояния двигателя.

Электронные системы значительно упрощают осуществление управления запуском двигателя и различными режимами работы двигателя, обеспечение устойчивой работы компрессора и камеры сгорания (КС) двигателя на установившихся и переходных режимах и остальные функции САУ. Вышеуказанные системы имеют серьезные недостатки – начиная от отказов различных электронных элементов и заканчивая отключением всей системы управления из-за радиоэлектронного воздействия на объект различными средствами.

На случай невозможности управления двигателем электронными средствами, встает вопрос резервирования системы управления, которая была бы не сложной и обеспечивала управление ГТД на установившихся и переходных режимах по упрощенным программам из условия обеспечения тяги для безаварийного полета, что позволит осуществить выполнение боевой задачи, а также успешное возвращение самолета на аэродром базирования.

Конструкторское бюро топливо-регулирующей аппаратуры управления главного конструктора АО «МПО им. И. Румянцева» ведет опытно-конструкторскую работу по разработке гидравлического агрегата АГ-30М по контракту в рамках государственного оборонного заказа для обеспечения гидравлического резервирования электронной САУ.

Автор работы, Лисунов Артём Владимирович, в 2022 году в целях обеспечения функциональных требований соответствующих техническому заданию на разработку агрегата выполнил следующие задачи:

- провел анализ технических требований к агрегату АГ-30М;
- в обеспечение заданных функций агрегата провел гидравлические и механические расчеты узлов и деталей;
- на основании полученных расчетов определил конструктивный облик узлов и деталей агрегата АГ-30М;
- осуществил компоновку агрегата и создал электронную 3D модель агрегата АГ-30М.

Помимо задач по выполнению опытно-конструкторских работ, ведущий инженер-конструктор конструкторского бюро топливо-регулирующей аппаратуры (КБ ТРА) А.В. Лисунов провёл работы по улучшению и модернизации серийно выпускаемых агрегатов АО «МПО им. И. Румянцева».

## **Область применения агрегата**

Агрегат АГ-30М (Рисунок 1) предназначен для работы в составе изделий 30, 117, 117М, 117Б. Он входит в резервную систему гидромеханического типа и обеспечивает безопасное завершение полета при полном отказе или выключении основной системы управления подачи топлива в двигатель, с обеспечением дискретного переключения режимов: «Малый газ» – «Крейсерский», по электрическим командам с борта объекта к агрегату АГ-30М. При отсутствии электрических команд агрегатом АГ-30М поддерживается режим «Крейсерский».

При работе в резервной системе осуществляется управление следующими агрегатами: дозатором топлива (ДТ), гидроприводным насосом (НГП) и агрегатом управления механизацией компрессора (АУМК).

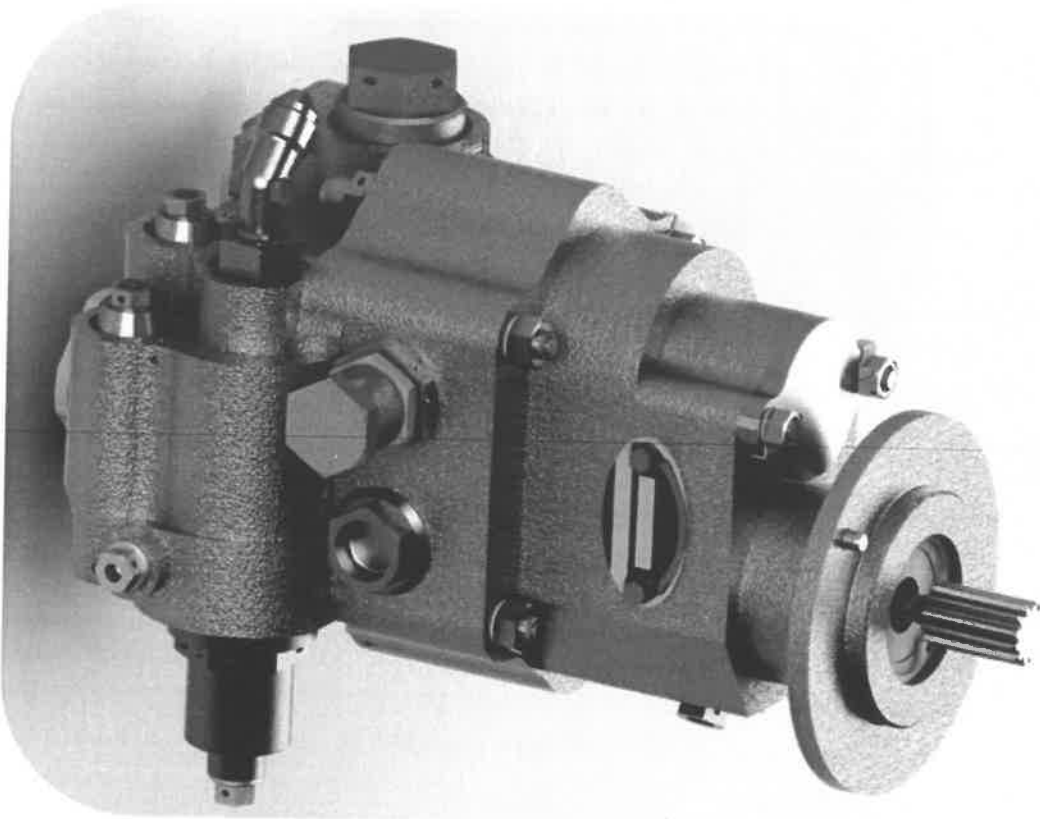


Рисунок 1. Общий вид агрегата гидравлического АГ-30М

#### **Поставленные задачи**

Обеспечить заданный уровень командных давлений к агрегатам топливной автоматики ДТ, НГП и АУМК при определённых частотах вращения вала двигателя. А именно:

- управление дозированием топлива в основную камеру сгорания изделия (ОКС) совместно с агрегатом ДТ;
- поддержание режима работы изделия «Крейсерский» (номинальное значение частоты вращения РВД  $n_2 = 86\%$ );
- формирование гидравлической команды к агрегату НГП автоматики изделия;
- формирование гидравлических команд к агрегату АУМК для перекладки направляющих аппаратов на режимах «Малый газ» – «Крейсерский».

При переходе с электронной системы управления на гидромеханический резерв агрегат должен обеспечить максимально плавный переход с точки зрения управляемости двигателем, без забросов или провалов его оборотов.

#### **Решенные задачи**

Вышеописанные задачи решены расчётно-аналитическим методом.

В состав агрегата АГ-30М входит статическая приставка, которая формирует гидравлическую команду на перемещение дозирующего крана и улучшает качество управления на переходных режимах. Одновременно с этим, в агрегате АГ-30М предусмотрено формирование гидравлической команды к агрегату управления механизацией компрессора для перестройки направляющих аппаратов компрессора в соответствии с режимом работы двигателя. Гидравлическая команда к агрегату НГП обеспечивает его перестройку на обеспечение потребной подачи топлива в основную камеру сгорания на режиме «Крейсерский».

Для решения задач обеспечения заданного уровня командных давлений при определённых частотах вращения вала двигателя был выбран гидромеханический регулятор прямого действия. Два центробежных датчика частоты вращения, находящиеся один на ведущем валу агрегата, соединённым через рессору с валом двигателя, а другой - на ведомом, с коэффициентом передачи равным единице, входят в состав гидромеханического регулятора и преобразуют изменение частоты вращения вала в угловое перемещение грузиков.

В регуляторе прямого действия измеритель частоты вращения (грузики) и регулирующий орган (золотник) связаны между собой. В зависимости от частоты вращения вала изменяется положение грузиков центробежного датчика оборотов, которые через иглу и рычаг воздействуют на золотник клапана, приоткрывая (прикрывая) щель во втулке, обеспечивающую перепуск поступающего в агрегат АГ-30М от АУПН топлива на слив. Начало открытия (закрытия) щели, в зависимости от оборотов рессоры, регулируется винтом путем изменения усилия пружины. Между дроссельным пакетом (находится в канале подвода топлива от АУПН к АГ-30М) и клапаном, в зависимости от частоты вращения, формируется определенное давление, которое подаётся в управляемую полость дозирующего крана, изменяя его положение, тем самым изменяя расход топлива в камеру сгорания двигателя.

#### **Выводы**

В результате проведённых расчётов ведущим инженером-конструктором А.В. Лисуновым:

- получены характеристики грузиков центробежных регуляторов (материал, масса, геометрия);
- получены характеристики пружин, взаимодействующих с соответствующим центробежным регулятором;
- получены характеристики подстроечных пружин, обеспечивающих отладку вступления в работу соответствующего регулятора;
- для обеспечения заданных давлений в управляющих полостях соответствующих агрегатов (ДТ, АУМК, НГП) в зависимости от частоты вращения двигателя получены геометрические параметры профилей золотников, подобраны потребные дроссельные пакеты;
- получена геометрия центробежных регуляторов, позволяющих уложиться в заданные габариты (разработана их конструкция).

Спроектированы центробежные регуляторы с использованием программы 3D моделирования, включающей инженерные расчёты и анализ изделий методом конечных элементов, что позволило сократить время на проектирование. На основании проведённых расчётов определена геометрия узлов и деталей, а также скомпонована 3D модель агрегата АГ-30М.

#### **Достигнутые результаты:**

В рамках СЧ ОКР по теме «Разработка агрегата АГ-30М», на основании проведённых выше расчётов разработана и передана в производство конструкторская документация на агрегат АГ-30М для изготовления опытных образцов.

✓ 0 Главный конструктор



Ю.А. Лебедев