1. **Пневмо-гидравлическая схема РД**
   1. **Выбор и обоснование пневмогидравлической схемы РД**

В данной схеме генераторный газ, после срабатывания на турбине ТНА направляется по газоводу в камеру сгорания, где он дожигается с другим компонентом топлива.

Генераторный газ вырабатывается двухкомпонентным газогенератором (22), путем сжигания основных компонентов топлива. Генераторный газ - окислительный.

Расход горючего в камеру сгорания (24), так же как для большинства ЖРД превышает расход окислителя. Коэффициент избытка окислителя составляет: αкс = 0,97.

В ТНА расположение турбины консольное. При таком расположении система обладает худшими, по сравнению с центральным расположением турбины, антикавитационными качествами, но для двигателей данного типа эта разница не существенна. К тому же для уменьшения влияния кавитации на магистрали горючего и окислителя установлены эжекторы (12), (13).

Эжекторы - преднасосы "Г" и "О", (12) и (13) соответственно предназначены для повышения антикавитационных качеств топливоподающей системы, что обеспечивает работу двигателя принизких давлениях в баках.

Жидкость, подводимая к насадкам, отбираетсяиз магистрали компонента за насосом. Через насадки с большой скоростью происходит истечение компонентов в поток жидкости, проходящей черезэжектор.

В результате смешенияобоих потоков в эжекторе происходит изменение количествадвижения основного (эжектируемого)потока, как следствие, повышение давления на выходе из эжектора.

Наддув баков производится вытесняющим газом, получаемым в восстановительном газогенераторе для бака горючего и струйном смесителе для бака окислителя.

Для обеспечения заправки и слива баков компонентами установлены заправочно-сливные устройства (9). Так же на случай повышения давления в баках предусмотрены дренажно-предохранительные клапаны (1).

Пневмогидравлическая система представлена в приложении (см. КП А8М31.2019.0010 ).

**2.2 Описание работы ПГС**

**Заправка**

Заправка баков изделия обеспечивает заполнение топливными компонентами магистралей двигателя до пусковых клапанов окислителя и горючего (11).

**Запуск двигателя**

За 1±0,2 с до запуска от наземной установки в коллектор продувки поступает азот, который через обратные клапаны (3) поступает в полости камеры и газогенератора, продуваяих. При поступлении азота в магистрали продувки замыкаются контакты сигнализатора давления, установленного в магистрали подвода азота, что делает дальнейшее прохождение командна "ЗАПУСК" возможным.

Пусковая наземная система по команде ''ЗАПУСК'' обеспечивает подачу воздуха в пусковой коллектор двигателя, откуда воздух через клапан отсечки воздуха (5) и пусковые сопла поступает на лопатки турбины, приводя ее ротор во вращение. Одновременно, действием давления "пускового" воздуха нож пускового клапана "Г" (11) срезает мембрану и горючее начинает поступать в полость насоса горючего.

Через 0,44 ± 0,028 с после команды "ЗАПУСК\* подается напряжение на пиропатрон клапана воздуха, который открывается, обеспечивая поступление воздуха к клапану пуска “O”и его открытие. Окислитель поступает в полость насоса “O”.Оба насоса двигателя включаются в работу. Горючее от насоса "Г" через регулятор (19), настроенный на предварительную ступень, клапан отсечки горючего газогенератора (22) поступает в охлаждающийтракт,форсуночную головку и,далее, камеру сгорания газогенератора. Одновременно, по линии питания камеры, горючее через дроссель (18), клапан (21) поступает в рубашку охлаждения камеры, полость ее форсуночной головкии, далее камеру сгорания.

Окислитель от насоса через клапан окислителя (16), находящийся в открытом состоянии, поступает в газогенератор (характеристики систем совокупно с циклограммой запуска обеспечивают опережение окислителя при поступлении компонентов в камеру сгорания ГГ). По поступлении в камеру сгорания газогенератора горючего процесс в газогенераторе завязывается, генераторный газ поступает на лопатки турбины, обеспечивая повышение ее оборотов, и по газоводам направляется в камеру. При поступлении в камеру сгорания горючего, в камере происходит воспламенение топливных компонентов, двигатель выходит на режим предварительной ступени.

В процессе выхода двигателя на режим предварительной ступени давлением компонентов прорываются клапаны (12), (13) эжекторов и компоненты топлива поступают на форсунки преднасосов. Возросшим давлением горючего закрываются также обратные клапаны продувки (3).

После срабатывания сигнализатора давления 2С-60А (23) на пиропатроны регулятора расхода "Г" (19) в газогенераторе, клапан "О" (16) и клапаны горючего подается напряжение, агрегаты перестраиваются, двигатель выходит на номинальный режим.

В момент, когда начинается подъем изделия со стартового устройства подается напряжение на пиропатрон клапана (16) отсечки запуска и включаются системы РКС и СОБ.

**Работа двигателя на основном режиме**

Заданный режим работы поддерживается датчиком обратной связи (23), установленном на камере двигателя.

Регулирование двигателя по тяге производится путем перекладки регулятора (19) по сигналу, подаваемому от системы РКС на привод регулятора. Ограничение сверху режима форсирования двигателя обеспечивается изменением температуры генераторного газа, и, при достижении ею 700К – прекращением перекладки регулятора на увеличение расхода вне зависимости от команды РКС.

Обеспечение одновременного опорожнения баков изделия осуществляется системой СОБ. В случае рассогласования относительных уровней компонентов сигнал от датчиков уровня, расположенных в баках топливных компонентов, подается на привод дросселя.

В процессе работы диапазон возможного изменения направления вектора тяги (угол качания) двигателя составляет ± 8°.

**Останов двигателя**

При достижении изделием заданной скорости полета от системы управления изделия подается команда на проведение. "НОРМАЛЬНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ" двигателя.

По этой команде подается напряжение на пиропатрон клапана отсечки (16) горючего от газогенератора. Через 0,12 ±0,044 с подается напряжение на пиропатроны клапанов отсечки "О" от газогенератора и отсечки горючего от камеры (21). Одновременно выключается РКС и СОБ. Двигатель прекращает работу.

В случае преждевременного израсходования горючего или падения давления в камере сгорания двигателя ниже 75%, от номинального значения сигнализатор давления 2С-130 (23) выдает команду на выключение двигателя, которое происходит аналогично нормальному выключению.