

**Научно-
исследовательский
институт химического
машиностроения,
государственное
предприятие**



КВД-1

С5.92

141300 Россия, г. Сергиев Посад Московской обл.

тел. (09654) 63321, (095) 584-5618, факс (09654) 67698, (095) 251-7210,

телекс: 846246 AGAT SU

Директор - Макаров Александр Александрович,

тел. (09654) 63321, (095) 584-5618

Первый заместитель Д - Денисов Константин Петрович

НИИ Химмаш - ведущая организация России по разработке ЖРД для верхних ступеней ракет и космических аппаратов. В свое время в КБ были созданы ЖРД с вытеснительной и турбонасосной системой подачи топлива, принципиально новое изделие- ЖРД со скрепленными оболочками, ЖРД малой тяги (ЖРДМТ) с антипульсационными перегородками, первый цельносварной ЖРД. За время существования предприятия разработаны и введены в эксплуатацию ЖРД и двигательные установки для боевой, ракетной и космической техники, в т.ч. ДУ ступеней морских баллистических ракет конструкции ОКБ В.П.Макеева и ракет-носителей конструкции ОКБ М.К.Янгеля, тормозные и корректирующие ДУ космических кораблей "Восток", "Восход", "Союз" и лунного орбитального корабля (ЛОК) ракетно-космического комплекса Н-1/Л-3 конструкции ОКБ С.П.Королева, ДУ космических аппаратов серии "Луна", "Венера", "Марс", "Зонд", "Молния", "Полет", "Космос", орбитальных станций "Салют" и др.

КВД-1

жидкостный ракетный двигатель

КВД-1 - однокамерный двигатель с турбонасосной системой подачи компонентов топлива; в отличие от американского ЖРД RL-10А-3 того же класса тяги, выполнен по схеме с дожиганием, характерной для отечественных двигателей. Однако, если для привода ТНА отечественных "неводородных" ЖРД замкнутой схемы традиционным является ГГ, производящий окислительный парогаз (т.н. кислый газ - с избытком кислорода), в ГГ двигателя КВД-1 сжигается топливо с избытком горючего, производя восстановительный (т.н. сладкий) газ.

Двигатель КВД-1 так же, как и двигатель РД-0120 имеет одновальный ТНА. Для приведения насосов окислителя и горючего в соответствие с их кавитационными характеристиками при одинаковых оборотах вала ТНА используются бустерные преднасосы. Имея встроенные лопаточные преднасосы на линиях подачи компонентов, ЖРД может работать с выносными бустерными преднасосами окислителя и горючего с внешним приводом, создающими необходимое давление компонентов топлива для бескавитационной работы насосов его основного ТНА.

Поддержание и изменение режима работы двигателя по тяге и соотношению массовых расходов компонентов топлива осуществляются при помощи дросселей, установленных на магистралях питания окислителем ГГ и камеры сгорания. Управляющие элементы дросселей перемещаются электрическими приводами по командам от системы управления разгонного блока.

Запуск и останов двигателя осуществляются при помощи агрегатов автоматики, управляемых сжатым гелием, подаваемым через функционирующие по программе электропневмоклапаны пневмосистемы разгонного блока.

В процессе запуска и останова двигателя производится продувка полостей окислителя камеры и ГГ гелием, подаваемым из пневмосистемы разгонного блока.

Зажигание компонентов топлива при запуске двигателя обеспечивается за счет их первичного воспламенения в ГГ при помощи пиротехнических устройств; газы, истекающие из газогенератора, подаются на турбину, а затем идут в камеру сгорания и дожигаются там при добавлении недостающего окислителя. Газогенератор имеет шесть запальных элементов (пиросвеч), рассчитанных на дублированное зажигание смеси посредством одновременного срабатывания двух пиросвечей. Таким образом, стандартная (показанная на выставке) конфигурация двигателя рассчитана на трехкратное включение. Однако, по утверждению представителей НИИ Химмаш, при стендовой отработке двигателя КВД-1 надежное включение ЖРД осуществлялось даже при срабатывании только одной пиросвечи, что делает возможным шестикратное включение двигателя в полете.

Зажигание компонентов топлива при запуске двигателя обеспечивается за счет их первичного воспламенения в ГГ при помощи пиротехнических устройств; газы, истекающие из газогенератора, подаются на турбину, а затем идут в камеру сгорания и дожигаются там при добавлении недостающего окислителя. Газогенератор имеет шесть запальных элементов (пиросвеч), рассчитанных на дублированное зажигание смеси посредством одновременного срабатывания двух пиросвечей. Таким образом, стандартная (показанная на выставке) конфигурация двигателя рассчитана на трехкратное включение. Однако, по утверждению представителей НИИ Химмаш, при стендовой отработке двигателя КВД-1 надежное включение ЖРД осуществлялось даже при срабатывании только одной пиросвечи, что делает возможным шестикратное включение двигателя в полете.

Двигатель снабжен шар-баллоном, в который закачивается гелий высокого давления, необходимый для раскрутки ротора бустерного ТНА горючего при первом запуске ЖРД. Для последующих запусков шар-баллон может быть заполнен газообразным водородом высокого давления, отбираемым из выходного коллектора камеры двигателя.

Первым криогенным РБ является "Смерч" - четвертая ступень перспективной РН "Протон-М", которая, как предполагают, заменит в конце 1990-х гг. современный носитель "Протон" с кислородно-керосиновым блоком "ДМ". Модификация этой же ступени может быть установлена на РН "Энергия-М". Применение кислородно-водородного топлива вместо кислородно-керосинового даст на этих РН выигрыш в массе ПН примерно на 30-55% при выведении спутников на геостационарную орбиту.

Кроме того, кислородно-водородный РБ может стать хорошей заменой блока "ДМ" на современной РН "Зенит-3" или на одной из ее перспективных модификаций и позволит резко расширить возможности ракеты при запуске ПН на высокоэллиптические и геосинхронные орбиты.

Еще одним вариантом использования КВД-1 является его установка на крупногабаритный криогенный разгонный блок (КРБ), разрабатываемый в РКК "Энергия" для применения со стандартным вариантом РН "Энергия" (с четырьмя боковыми ускорителями "Зенит-1"). Основное назначение КРБ - выведение в будущем тяжелых ПН на высокие орбиты, включая геостационарную, и на траектории отлета к Луне и другим планетам. В настоящее время в качестве РБ для этих целей рассматриваются либо "сдвоенный" блок "ДМ", либо масштабно увеличенный блок "ДМ", работающие на кислородно-керосиновом топливе. Применение кислородно-водородного КРБ даст возможность примерно в полтора раза увеличить массу ПН при запуске к Луне, Венере или Марсу.

Так как тяга КВД-1 недостаточна для одноимпульсного перехода с низкой околоземной орбиты на траекторию полета к планетам или к геостационарной орбите, двигатель придется включать многократно. Применительно к КРБ количество включений сможет достигать 10. Эксплуатационный ресурс КРБ ограничен четырьмя сутками в связи с использованием жидкого водорода; по этой же причине КРБ будет иметь очень большие габариты и сухую массу.

Схема двигателя - замкнутая

Принцип газогенерации - двухкомпонентный ГГ

Окислитель - ЖК

Горючее - ЖВ

Привод управляющих элементов системы управления ЖРД - электропневматический

Управляющий газ - гелий

Газ для раскрутки ротора бустерного ТНА горючего - гелий, водород

Зажигание - пиротехническое

Соотношение окислителя и горючего - 6,0

Тяга в вакууме - 7.100 кгс

Удельный импульс в вакууме - 462 с

Расход топлива - 15,37 кгс

Давление управляющего газа - 50-75 атм.

Давление компонентов на входах в насосы ТНА: - 3 атм.

- окислителя - 5 атм.,

- горючего - 100-120 атм.

Давление газа для раскрутки ротора бустерного ТНА горючего - 82,3 атм.

Температура компонентов:

- окислителя - 81 К

- горючего - 21,9 К

Время выхода на режим - менее 7,5 с

Число запусков в полете - 3-6

Время работы ЖРД в полете:

- суммарное - 800

- одиночного включения (max) - 600

Масса незалитого ЖРД - 282 кг

Удельная масса ЖРД - 39,72 кг/тс

Высота - 2,14 м

Диаметр - 1,58 м

Частота вращения турбины - 42.000 об/мин

C5.92

жидкостный ракетный двигатель

Двигатель C5.92 построен по открытой схеме. ЖРД однокамерный, с турбонасосной подачей компонентов топлива. Турбина ТНА работает на основных компонентах топлива; выхлоп осуществляется через неподвижные рулевые сопла. Особенность двигателя C5.92 - установка его камеры не в карданном подвесе, как обычно, а в шарнире, обеспечивающем плоско-параллельное движение ЖРД внутри ДУ. Таким способом достигается смещение вектора тяги двигателя по отношению к центру масс, расположенному у данной ДУ очень близко к головке двигателя (карданный шарнир не обеспечивал в данном случае необходимого плеча для создания момента тяги). Двигатель C5.92 способен работать в двух режимах: большой (БТ) и малой (МТ) тяги. На первом режиме осуществляются маневры аппарата, связанные с большим изменением скорости, на втором - маневры, требующие большой точности "выборки" импульса скорости.

Особенностями двигателя C5.92, как, впрочем, и остальных ЖРД разработки НИИ Химмаш, являются предельно малые габариты (компактность), небольшая удельная масса при весьма высоких параметрах тяги и удельного импульса. По этим показателям двигатель C5.92 превосходит одинаковый с ним по классу тяги РД-161М разработки НПО "Энергомаш", несмотря на то, что последний построен по более совершенной замкнутой схеме с дожиганием. Компактность ЖРД разработки НИИ Химмаш достигается прежде всего за счет оптимального сочетания параметров ТНА, давления в камере, степени расширения сопла. Кроме того, открытая схема позволяет создать ЖРД, вертикальные габариты которого не превышают размеров камеры сгорания.

Режим большой тяги

Схема двигателя - незамкнутая

Окислитель - тетроксид азота

горючее - НДМГ

Соотношение окислителя и горючего - 1,95-2,05

Тяга камеры в вакууме - 2.000 кгс

Тяга выхлопных сопел - 40 кгс

Удельный импульс в вакууме - 327 с

Расход топлива - 6,12 кг/с

Давление в камере сгорания - 98 атм.

Давление в газогенераторе - 118 атм.

Частота вращения ТНА - 58.000 об/мин

Суммарное время работы - 2.000 с

Время выхода на режим - 3,0 с

Возможное число включений - 50

Пауза между включениями:

- минимальная - 6 мин

- максимальная 300 суток

Масса незалитого двигателя - 75 кг

Удельная масса двигателя - 37,5 кг/тс

Габариты двигателя - 0,677x0,838x1,028 м

Диаметр критического сечения - 0,0369 м

Диаметр среза сопла - 0,4576 м

Режим малой тяги

Схема двигателя - незамкнутая
 Окислитель - тетроксид азота
 горючее - НДМГ
 Соотношение окислителя и горючего - 2,0-2,1
 Тяга камеры в вакууме - 1.400 кгс
 Тяга выхлопных сопел - 19 кгс
 Удельный импульс в вакууме - 316 с
 Расход топлива - 4,43 кг/с
 Давление в камере сгорания - 68,5 атм.
 Давление в газогенераторе - 61 атм.
 Частота вращения ТНА - 43.000 об/мин
 Суммарное время работы - 2.000 с
 Время выхода на режим - 2,5 с
 Возможное число включений - 50
 Пауза между включениями:
 - минимальная - 6 мин
 - максимальная 300 суток
 Масса незалитого двигателя - 75 кг
 Удельная масса двигателя - 37,5 кг/тс
 Габариты двигателя - 0,677x0,838x1,028 м
 Диаметр критического сечения - 0,0369 м
 Диаметр среза сопла - 0,4576 м

Наиболее близкими по характеристикам западными аналогами двигателя С5.92 являются ЖРД, разработанные в конце 1980-х гг. для разгонного блока ASPS BBC США: XLR-132 фирмы "Рокетдайн" и "Транстар-1" фирмы "Аэроджет тексистемз", работающие на топливе АТ - "Аэрозин-50" (смесь 50% гидразина и 50% несимметричного гидразина). Однако оба этих двигателя лишь к 1989г. вышли на стадию стендовых огневых испытаний.

Представители НПО им. С.А.Лавочкина демонстрировали на своем стенде макет универсального ракетного блока "Фрегат" с двигателем С5.92, предназначенного для использования с 1995г. в составе существующих ("Протон", "Молния") и перспективных ("Русь", "Урал", "Ангара") РН в качестве верхней ступени для выведения ПН на различные орбиты ИСЗ, в т.ч. солнечно-синхронные, высокоэллиптические (геопереходные), высокие, круговые (геостационарные), и на траектории полета к Солнцу, Луне, планетам, кометам и астероидам. РБ "Фрегат" может выполнять функции маршевой двигательной установки космических аппаратов, межорбитальных буксиров, орбитальных или орбитально-посадочных модулей. Основные системы и агрегаты блока "Фрегат" успешно прошли летно-конструкторские испытания в составе различных космических аппаратов.