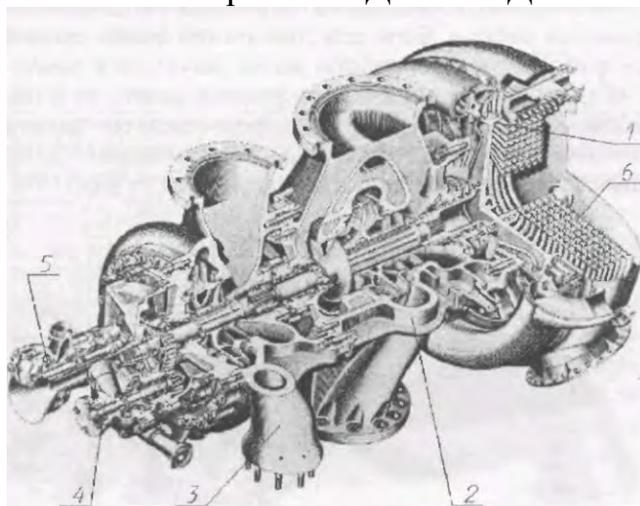


СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТУРБОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ В ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Самикаев Р.И.

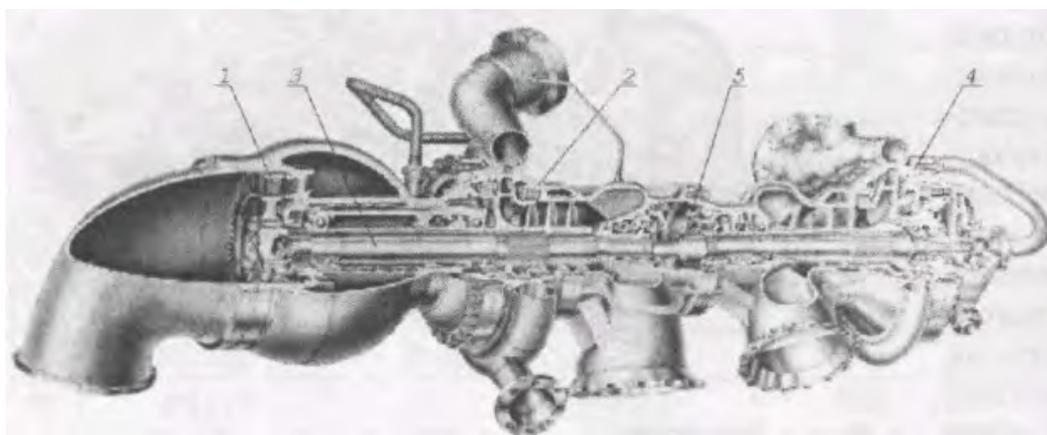
Оренбургский государственный университет, г.Оренбург

Одним из наиболее ответственных и напряженных узлов ЖРД является турбонасосный агрегат, обеспечивающий подачу топлива в камеру сгорания и газогенератор. Он состоит из насосов окислителя и горючего, турбины. Иногда ставятся дополнительные насосы, например, для подачи жидкости в газогенератор и наддува баков. Турбонасосный агрегат является «сердцем» ракетного двигателя. По своим характеристикам и, в частности, по удельной мощности, т.е. мощности, приходящейся на единицу расхода, данные агрегаты среди энергетических машин образуют отдельную группу [1]. На рисунках 1 и 2 представлены турбонасосные агрегаты РД107 и РД120.



1 – турбина; 2 – насос окислителя; 3 – насос горючего; 4 – насос перекиси водорода; 5 – насос жидкого азота; 6 – теплообменник.

Рисунок 1 – Турбонасосный агрегат РД107



1 – турбина; 2 – насос окислителя; 3 – вал; 4 – насос горючего; 5 – рессора.

Рисунок 2 – Турбонасосный агрегат РД120

По параметрам и особенностям конструкции турбонасосные агрегаты можно разделить на две группы, которые различаются схемами использования рабочего тела турбины. В первой группе газ после турбины выбрасывается в окружающее пространство – это открытая схема, во второй группе газ после турбины поступает в камеру сгорания, где дожигается – это схема с дожиганием. Турбонасосные агрегаты двигателей с открытой схемой характеризуются применением высокоперепадных активных турбин и насосов с относительно низкими напорами. Доля расхода рабочего тела на привод турбины в этой схеме составляет 1,5-2% от общего расхода топлива через двигатель. Особенностью турбонасосных агрегатов двигателей с дожиганием является применение низкоперепадных реактивных турбин с относительным перепадом давления и высоконапорных (в несколько сотен атмосфер) насосов, что отразилось на конструктивном исполнении данных агрегатов [2].

Выброс газа в открытой схеме приводит к потерям удельного импульса двигателя, которые возрастают с ростом мощности турбины. Это ограничивает возможности совершенствования двигателя с открытой схемой.

Во второй схеме отсутствие выброса газов исключает потери удельного импульса двигателя и многократно расширяет возможности повышения мощности турбины, повышения давления в камере сгорания и улучшения энергетических характеристик ЖРД [2].

Постоянно растущие требования, предъявляемые к турбонасосным агрегатам, вызывают необходимость совершенствования таких систем. Это достигается путем освоения новых компонентов топлива, внедрением новых схемных и конструктивных решений, разработкой соответствующих материалов, исследованием рабочих процессов, разработкой теоретической базы, развитием измерительной техники.

Так, для повышения защиты конструкции турбины от возгорания в случае попадания посторонних металлических частиц можно применять никелевое покрытие рабочих и сопловых лопаток. Также такое покрытие можно применять в конструкциях на внутренних поверхностях газового тракта.

Повышения антикавитационных качеств и высокой экономичности насосов можно добиться применением комбинаций шнековых и центробежных колес с высокой степенью гидродинамического совершенства проточной части.

Для разгрузки подшипников ротора от осевых сил необходимо конструкцию насоса выполнять таким образом, чтобы обеспечивать автоматическую разгрузку возможных неуравновешенных осевых сил во всем диапазоне режимов. При этом разгрузка осуществляется непосредственно рабочими элементами ротора и корпуса. Применение лопаточных или трубчатых диффузорных аппаратов снимает проблему разгрузки подшипников от радиальных сил.

Повышение прочности и качества рабочих колес турбин и насосов можно обеспечить применением технологии порошковой металлургии, для изготовления сложных деталей также применима электроэрозионная обработка.

По своим характеристикам и параметрам турбонасосные агрегаты последних разработок, находясь на предельно высоком уровне, имеют высокую

степень надежности, большой ресурс и могут быть использованы в качестве основы при разработке конструкции для условий многократного использования. Стоящие перед разработчиками ракетной техники задачи дальнейшего значительного повышения ресурса двигателей и многократности их использования выводят на первый план решение таких проблем, как снижение динамических нагрузок (пульсаций давления в жидкостных и газовых трактах), снижение уровней вибраций и повышение усталостной прочности элементов конструкции турбонасосных агрегатов.

Основными путями решения названных проблем являются: гидродинамическое совершенствование проточных трактов насосов и турбин, направленное на выравнивание полей скоростей и давлений, поиск новых оптимальных конструктивных решений, повышение качества изготовления и использования новых материалов, повышение эффективности средств измерения параметров во время работы и методов диагностики состояния материальной части турбонасосных агрегатов. Решение этих проблем позволит осуществить переход к созданию ракетно-космических систем многократного использования.

Список литературы

- 1. Гахун Г.Г. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей / Г.Г. Гахун, В.И. Баулин, В.А. Володин. — М.: Машиностроение, 1989. — 424 с. — ISBN 5-217-00360-X.*
- 2. Иванов В.К. Турбонасосные агрегаты ЖРД конструкции НПО Энергомаш / В.К. Иванов, А.М. Кашкаров, Е.Н. Романенко, Л.А. Толстиков / Конверсия в машиностроении. — ISSN 0869-6772.*