

КЛАПАНЫ В СИСТЕМЕ РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Зиновьев И.А.

Самарский университет, г. Самара, ivanzinovev2702@gmail.com

Ключевые слова: клапан, ракетный двигатель

Общая информация

В технических системах, включая ракетные двигатели, клапаны обеспечивают дозирование компонентов топлива, защиту от нештатных режимов работы и поддержание требуемых параметров давления. Например, в авиационных двигателях клапаны регулируют подачу топлива, а в промышленных трубопроводах — предотвращают утечки. На рис. 1 представлен пример клапана ракетного двигателя, где 1- гнездо под пиропатрон; 2- клапан со срезаемым буртиком; 3- мембрана свободного прорыва (для дренажа жидкости с целью гашения гидроудара)

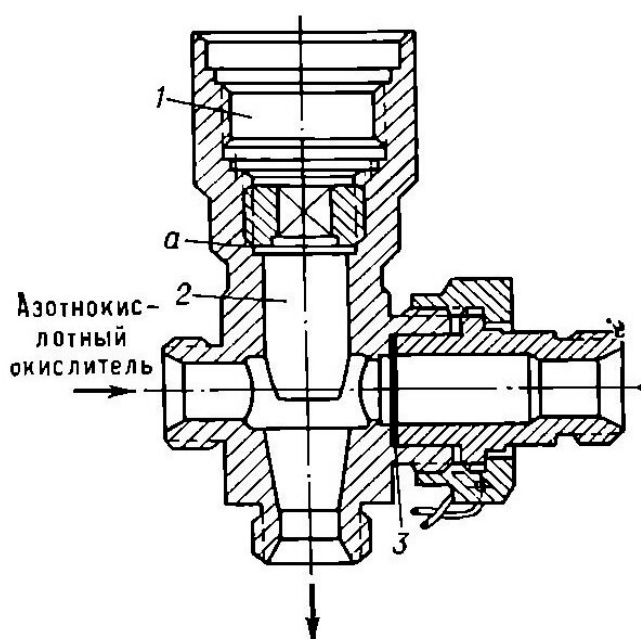


Рис. 1. – Отсечной пироклапан для газогенератора РД-216

2. Какие клапаны используются в ЖРД

Автоматика жидкостного ракетного двигателя — совокупность устройств, обеспечивающих управление, регулирование и обслуживание ЖРД. По выполняемым функциям автоматику ЖРД можно условно разделить на агрегаты управления и агрегаты регулирования. Первые из них представляют собой клапаны, при помощи которых осуществляются пуск и отсечка потока жидкости (газа) в магистралях

Клапаны (агрегаты управления), применяемые в ЖРД, могут быть автоматические и управляемые. В автоматических клапанах исполнительный орган перемещается под действием давления потока в той линии, в которой установлен клапан (например, мембрана свободного прорыва, обратный клапан). Управляемый клапан срабатывает от внешнего командного сигнала, причем в клапанах прямого действия исполнительный орган перемещается за счет энергии командного сигнала (например, под давлением пороховых газов). В типичном управляемом клапане непрямого действия энергия командного сигнала воздействует на стопорное устройство; освободившийся исполнительный орган перемещается пружиной или напором среды. По виду привода управляемые клапаны делятся на пневмо-, пиро-, электро-, электропневмо- и электрогидроклапаны. Пневмоклапаны срабатывают от давления газа, поступающего от баллонов пневмоблока ЖРД. Пироклапаны срабатывают от давления пороховых газов, генерируемых обычно. В некоторых случаях пороховые газы

поступают к клапану от твердотопливного газогенератора по трубопроводу. Электроклапаны приводятся в действие электромагнитами. В электропневмо- и электрогидроклапанах электромагниты управляют подачей к исполнительному органу рабочей среды, под действием которой он и срабатывает. Выбор типа клапана определяется назначением, рабочими параметрами ЖРД, используемым топливом, источниками энергии, содержащимися на борту КА. Особенностью автоматики ЖРД является широкое использование клапанов однократного срабатывания: пироклапанов, мембран свободного прорыва.

В жидкостных ракетных двигателях (ЖРД) применяются специализированные типы клапанов, рассчитанные на экстремальные условия: высокие давления (до 650 кгс/см²), температуры (до 1000 К) и агрессивные среды (окислители, горючее). К ним применяются специальные требования по изготовлению, подразумевающие высокую точность обработки и специализированную конструкцию.

3. В каких узлах стоят клапаны

Клапаны интегрированы в ключевые системы ЖРД: Система подачи топлива. Запорные клапаны ставятся на магистралях окислителя (жидкий кислород) и горючего (керосин, водород). Обратные клапаны устанавливаются в турбонасосных агрегатах для предотвращения гидроударов. В камере сгорания и газогенераторе редуцирующие клапаны регулируют давление подачи компонентов, а предохранительные клапаны защищают от превышения давления при нештатном горении. В системе охлаждения установлены клапаны управления расходом теплоносителя (например, в рубашке охлаждения камеры РД-191). Для системы управления вектором тяги используют гидравлические клапаны в приводах поворота сопла (двигатель Vulcain 2 ракеты Ariane 5). В системе запуска и остановки Электромагнитные клапаны инициируют впрыск стартового топлива и отключение двигателя.

Как правило, при проектировании стараются не перегружать общую систему большим количеством клапанов, так как в условиях работы в экстремальных условиях, могут возникать проблемы с протечкой клапанов и выводом из строя уплотнительных элементов. Так, в 1985 году заклинивание клапана в двигателе SSME Space Shuttle вызвало аварийную остановку.

VALVES IN THE ROCKET ENGINE SYSTEM

Zinovev I.A., Samara University, Samara, Russia

This text discusses the role and types of valves in liquid-propellant rocket engines (LPREs), highlighting their critical functions in fuel dosing, emergency protection, and pressure regulation