

## **РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО**

*Б.А. Павлов  
ученик 5 А класса,  
г.о. Самара, МБОУ Школа №68  
Научный руководитель:  
Н.Г. Провосудов  
преподаватель  
г.о. Самара, МБОУ Школа №68*

### **Вводная часть**

Мой доклад посвящён видам ракетного топлива, его разновидностям, составу, преимуществам и недостаткам, а также разработкам топлива для будущего.

Оторваться от Земли, набрать скорость, достаточную, чтобы выйти на орбиту – это требует колоссальных затрат топлива. Например, сухая масса ракеты «Союз» – это масса без учёта топлива, чуть больше тридцати трёх с половиной тонн. Но на старте общая масса ракеты – почти 308 тонн – только одиннадцать процентов от общей массы выходят в космос с полезной нагрузкой. Больше 270 тонн топлива сгорает, чтобы «Союз» преодолел притяжение.

### **ВИДЫ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА**

Сегодня дымный порох используют в основном в петардах, салютах и других пиротехнических изделиях, хотя изначально именно он был первым ракетным топливом. Одно из четырёх великих китайских изобретений – по отдельным данным, смесь селитры, древесного угля и серы использовали в ракетах ещё во втором веке нашей эры.

### **Твёрдое ракетное топливо**

Твёрдое ракетное топливо – это вещество, или смесь веществ, которые способны гореть без доступа кислорода, при этом выделяя достаточно много газа.

Среди достоинств твёрдотопливных двигателей называют относительную простоту в изготовлении и применении, отсутствие проблемы с утечками токсичных веществ, надёжность и возможность длительного хранения топлива. Недостатки таких двигателей – это невысокий удельный импульс, трудности в управлении тягой двигателя и его повторным запуском, высокий уровень вибраций при работе. Из-за недостатков твёрдотопливных двигателей, первыми в космос полетели именно ракеты с двигателями на жидком топливе, хотя, твёрдые горючие смеси были изобретены раньше.

Современные твёрдые топлива – это смесь горючих веществ и окислителя. Для ракетостроения подходят многие, но большинство основаны на окислителях, которые способны взаимодействовать с разным горючим. Это могут быть перхлораты аммония, лития или калия. Или нитраты калия или аммония. Как горючее используют металлы, или их сплавы, например, алюминий, магний, литий и бериллий. Возможно использование и других материалов: полимеров или смол, как полиэтилен, каучук и битум.

### **Жидкое ракетное топливо**

Жидкостные реактивные двигатели могут использовать в качестве топлива одно-, двух- и трёхкомпонентные смеси. У них высокий удельный импульс, их можно останавливать и повторно запускать, что важно при маневрировании в космосе, сами ракеты на жидкостных двигателях получаются легче. Но они сложнее устроены и дороже: система топливных баков, трубопроводов и насосов требует

более тщательной подготовки и проверки в процессе сборки и перед запуском.

**Элементы жидкого топлива – это горючее и окислитель.** Они подаются из разных баков под давлением через форсунки и перемешиваются в камере сгорания. После воспламенения начинается процесс горения, которое продолжается, пока горючее и окислитель поступают в камеру. Керосин, водород, сжиженный для закачки в баки и азотно-водородное соединение гидразин – основные виды горючего для жидкостных ракетных двигателей. Если в качестве горючего используют керосин или водород, в качестве окислителя применяют сжиженный кислород. Если горючим выступает гидразин, то как окислитель используют четырёхокись азота -  $N_2O_4$ .

Чаще остальных горит водород – соединяясь с кислородом он выделяет только тепло и водяные пары. Керосин, который очищают, чтобы использовать как горючее, при сгорании выделяет угарный и углекислый газы.

Топливо жидкостных двигателей может быть и однокомпонентным. Из-за небольшого удельного импульса и меньшей эффективности такие виды менее популярны, чем двухкомпонентные смеси, но их отличает простота в конструкции двигателя.

### **Гибридное ракетное топливо (слайд 5)**

Комбинация положительных преимуществ твёрдых и жидких ракетных топлив позволило создать новый вид силовой установки – **гибридной**. Гибридная установка использует топливо в твёрдом, а окислитель в жидком или газообразном состоянии, что позволяет контролировать тягу в ракете в зависимости от объёма поданного окислителя.

### **Топливо будущего**

Химические ракетные топлива, жидкие, и твёрдые, способны вывести космические аппараты на околоземные или лунные орбиты, но для дальних космических миссий их может быть недостаточно.

Одно из предложений, которое может решить проблему с дальними полётами – это ядерные двигатели. По расчётам, ядерный тепловой двигатель может доставить ракету на Марс всего за три месяца. Одна из американских компаний предложила использовать ядерный двигатель со сжиженным водородом в качестве рабочего тела. В такой системе реактор вырабатывает тепло из уранового топлива. Это тепло нагревает жидкий водород, который при расширении и создаёт тягу. Разработки ядерных ракетных двигателей начинались ещё в пятидесятых годах, но пока ни один из таких аппаратов не был запущен.

А в марте 2021 года в Роскосмосе сообщили, что в 2025-2030 годах планируют испытать ещё одну перспективную разработку – новые ионные двигатели мощностью от 200 Вт до 35 кВт. Ионные двигатели – это тип электрических ракетных двигателей, которые создают тягу на базе ионизированного газа, разогнанного до высоких скоростей в электрическом поле. Такие разработки уже используются в космических миссиях. Ионные двигатели отличаются малым расходом топлива и долгим временем работы.

### **Спасибо за внимание.**

Информация взята с портала «Научная Россия»  
(<https://scientificrussia.ru/>)