

# Зарождения ракетных двигателей

# Ракетный двигатель -

- Это реактивный двигатель, источник энергии и рабочее тело которого находится в самом средстве передвижения. Ракетный двигатель — единственный практически освоенный для вывода полезной нагрузки на орбиту Земли и применения в условиях безвоздушного космоса.

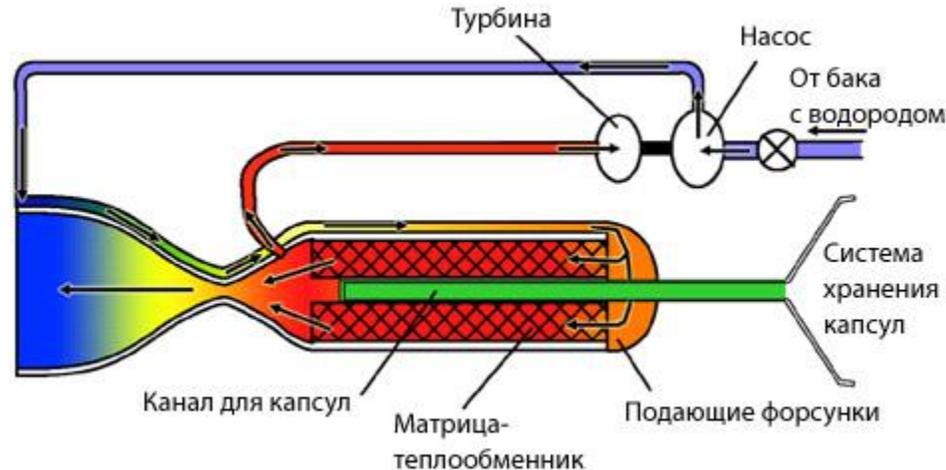


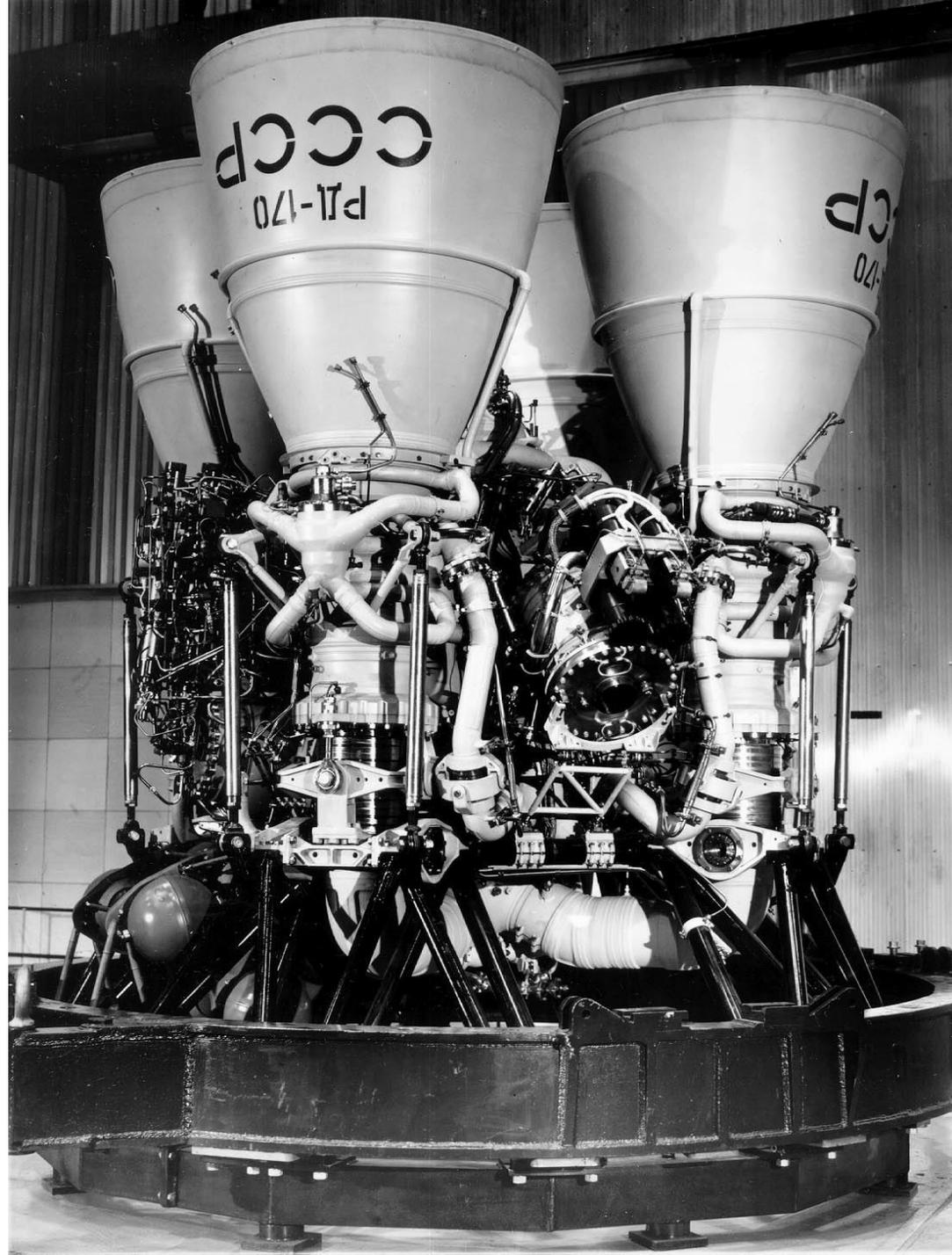
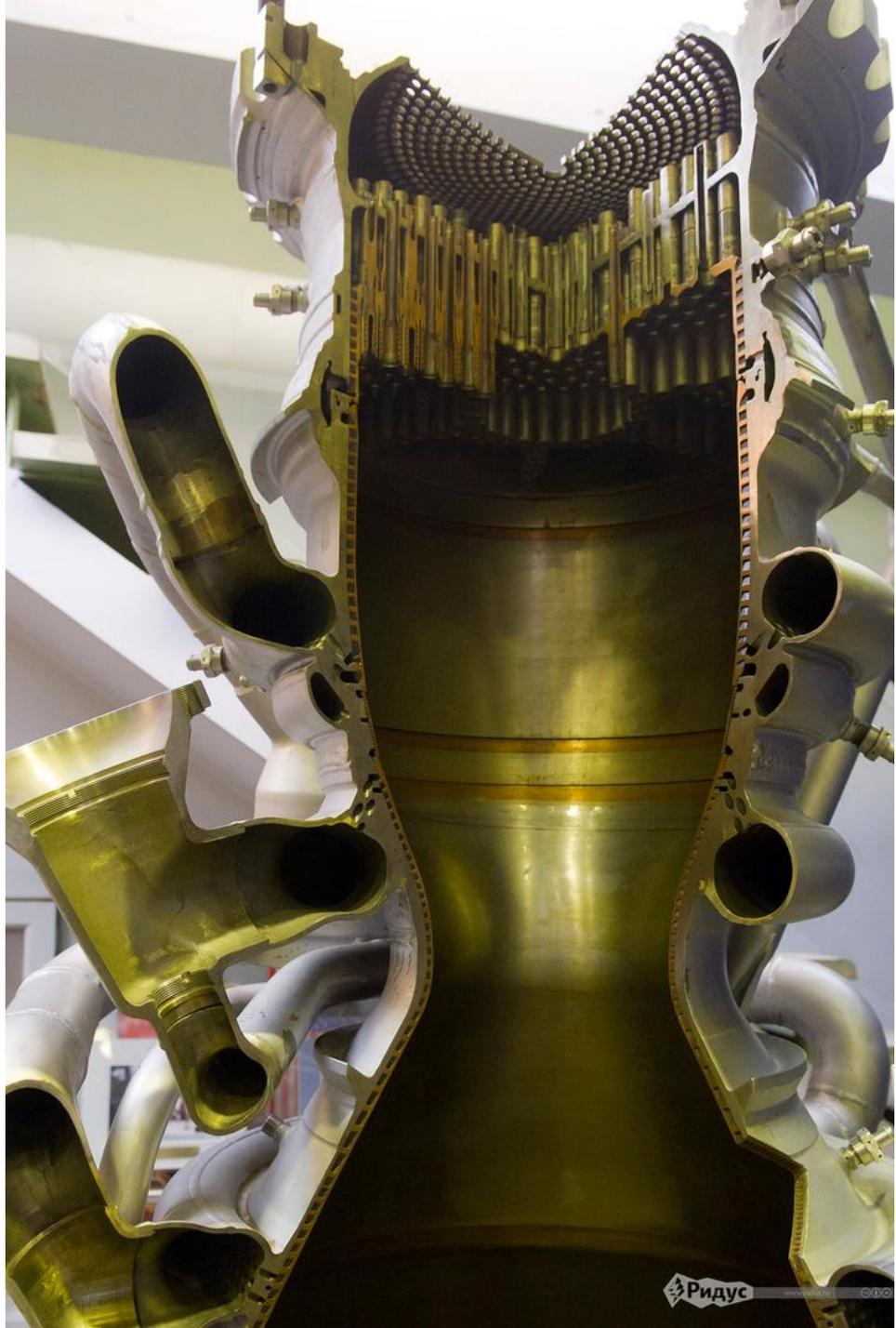
# История ракетных двигателей

- Ракетные двигатели делятся на 3 типа: **Ракетные двигатели твердого топлива (РДТТ); Жидкотопливные ракетные двигатели (ЖРД); Электрические ракетные двигатели (ЭРД)**  
История создания и развития РДТТ - это прежде всего история изобретения порохов. Источником энергии первых ракетных двигателей, которые применялись в Китае и Индии еще в начале нашего тысячелетия был черный, или дымный, порох, подобный современному. Это твердое топливо имеет следующий типичный состав: 75% нитрата калия ( $\text{KNO}_3$ ), 15% древесного угля и 10% серы.
- Создание зарядов из дымного пороха, которые бы могли гореть свыше 1-3 с, представлялось неразрешимой проблемой: по прошествии этого короткого времени давление в камере сгорания резко возрастало, и происходил взрыв. Дело в том, что топливные заряды, запрессованные в цилиндрические корпуса и сгорающие с торца, могли растрескиваться под воздействием рабочего давления (или даже еще раньше - в процессе хранения). Более того, горячие газы могли проникать между стенкой корпуса и зарядом, воспламеняя боковые поверхности заряда; эти поверхности могли воспламеняться также из-за нагрева через металлический корпус.
- Последний шаг на пути к созданию современных РДТТ был сделан во второй половине 40-х годов сотрудниками лаборатории реактивных двигателей (США), которые предложили в качестве твердого ракетного топлива кристаллические частицы перхлората калия ( $\text{KClO}_4$ ) или аммония ( $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ) как окислитель, вкрапленные в массу полисульфидного синтетического каучука (горючее). Причем при снаряжении двигателя таким топливом оно приготавливалось в виде жидкой вязкой смеси (в которую вводились также все необходимые добавки), и эта смесь затем заливалась непосредственно в корпус двигателя. Спустя некоторое время горючее полимеризировалось благодаря протекающим химическим реакциям и получался топливный заряд, плотно прилегающий к корпусу (стенка которого предварительно покрывалась полимерным составом с адгезионными и теплоизоляционными свойствами).

# Принцип работы.

- Основной принцип движения ракетного двигателя — это знаменитый принцип Ньютона, «на каждое действие есть равное противодействие». Ракетный двигатель выбрасывает массу в одном направлении, а благодаря принципу Ньютона движется в противоположном направлении.
- Сила тяги в ракетном двигателе возникает в результате преобразования исходной энергии в кинетическую энергию реактивной струи рабочего тела. Характеристикой эффективности ракетного двигателя является **удельный импульс** (в двигателестроении применяют несколько другую характеристику — *удельная тяга*) — отношение количества движения, получаемого ракетным двигателем, к массовому расходу рабочего тела. Удельный импульс имеет размерность м/с, то есть размерность скорости.
- $P=I/2$  Здесь  $P$  — удельная мощность (ватт/ньютон тяги);  $I$  — удельный импульс (м/с).





СССР  
РД-170

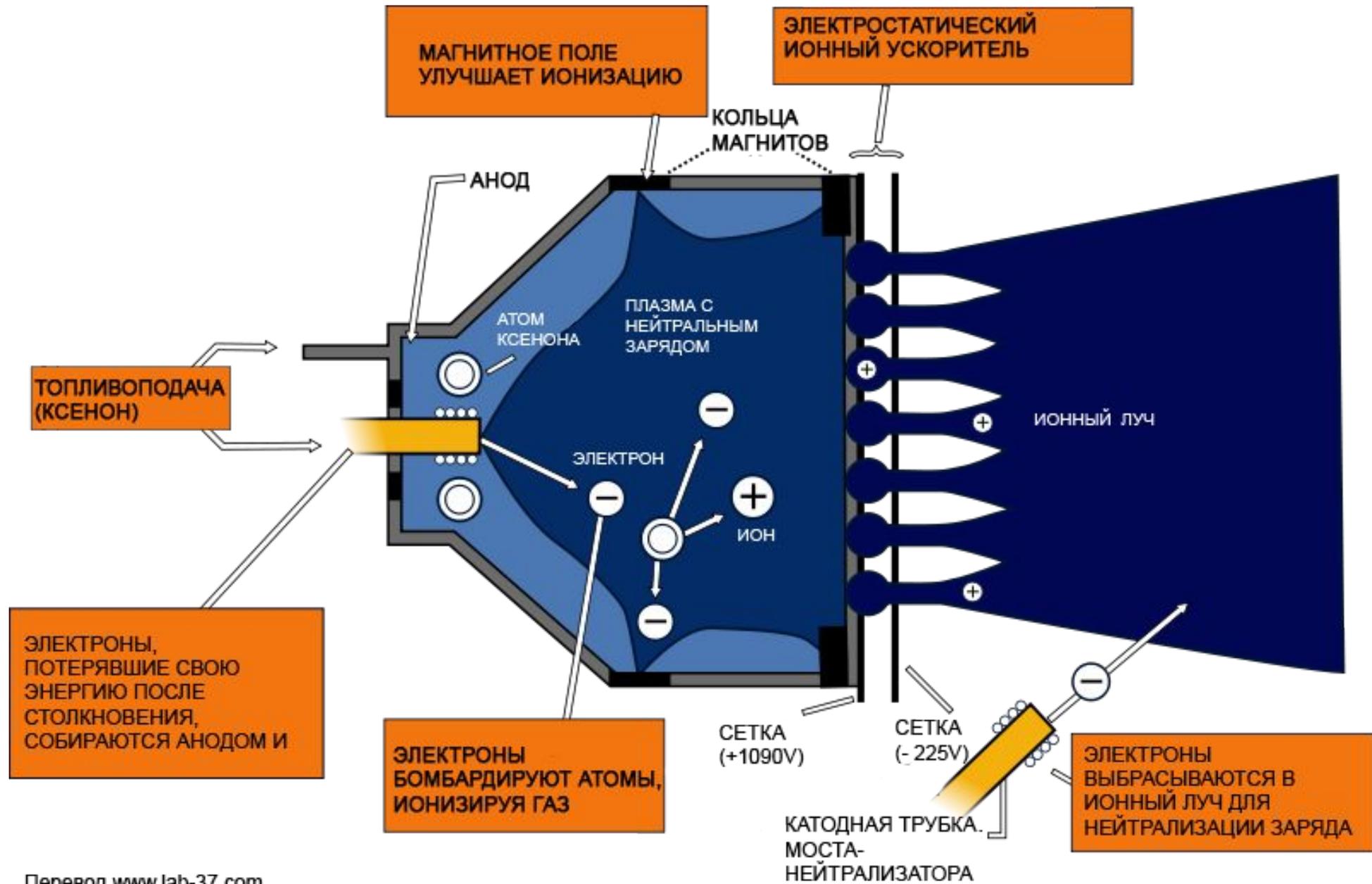
СССР  
РД-170

# Жидкотопливные ракетные двигатели (ЖРД)

- ЖРД был предложен великим нашим соотечественником К. Э. Циолковским в 1903 г. в качестве двигателя для полета в космос. Циолковский определил создание мощных, экономических ЖРД как первоочередную задачу на пути к осуществлению космического полета
- Практические работы по созданию ЖРД были начаты в 1921 г. американцем Р. Годдардом, который несколько позже, в 1926 г., осуществил запуск небольшой ракеты с ЖРД. В конце 20-х - начале 30-х годов к разработке ЖРД приступили в СССР, Германии и других странах. В 1931 г. был испытан первый отечественный экспериментальный ЖРД ОРМ-1 конструкции В П Глушко, созданный в Газодинамической лаборатории (ГДЛ).
- До начала второй мировой войны в СССР и США появились опытные образцы ЖРД с тягой до нескольких сотен килограммов, предназначенные для экспериментальных летательных аппаратов. К концу войны в ряде стран были созданы серийные ЖРД. Первыми отечественными серийными ЖРД стали двигатели типа РД-1 с тягой в несколько сотен килограммов, предназначавшиеся для самолетов. Они были разработаны в опытно-конструкторском бюро, получившем впоследствии известность как ГДЛ - ОКБ.
- Большим техническим достижением явилось создание в 40-х годах первых крупных ЖРД, развивавших тягу свыше 25 т. На базе этих ЖРД были разработаны баллистические ракеты с дальностью в несколько сотен километров, а также геофизические ракеты, поднимающие научную аппаратуру на большие высоты.
- К середине 50-х годов ЖРД подверглись ряду усовершенствований, и дальность ракет превысила 1000 км. На этом возможности разработанного к тому времени типа ЖРД были практически исчерпаны вследствие малой калорийности применявшегося тогда ракетного топлива (кислород-этиловый спирт), неэффективности его использования, а также несовершенства конструкции двигателя этого типа.
- Время появления баллистических ракет, рассчитанных на дальность в несколько тысяч километров, и космических ракет, к созданию которых приступили в СССР и США в 1954-1955 гг., во многом определялось возможностью разработки ЖРД нового типа, намного превосходящего существовавшие двигатели по всем основным характеристикам. Работы по созданию новых типов ЖРД, начатые в СССР и США еще во второй половине 40-х годов и проводившиеся параллельно с усовершенствованием существующих двигателей, стали одной из основных предпосылок создания космических ракет.

# Тяга и КПД.

- «Сила» ракетного двигателя называется тягой. Тяга измеряется в ньютонах в метрической системе и «фунтах тяги» в США. Фунт тяги — это количество тяги, необходимое для удержания 1-фунтового объекта (0,454 кг) неподвижным относительно силы тяжести Земли. Ускорение земной гравитации составляет  $9,8 \text{ м/с}^2$ .
- КПД ракетного двигателя на химическом топливе ничтожен, менее одного процента. Такой низкий КПД ракетного двигателя на химтопливе является следствием того факта, что химическая энергия топлива выделяется вначале в форме тепла, и лишь затем это тепло переходит в кинетическую энергию газовой струи в сопле. Чтобы повысить КПД ракетного двигателя, надо отказаться от промежуточной тепловой формы и преобразовывать исходную химическую энергию (или ядерную) сразу в кинетическую энергию газовой струи. То есть надо отказаться от нагрева. Такие двигатели получили название ионных. Для ионных двигателей КПД оказывается заметно выше (на уровне 30-50%).



# Преимущества Реактивного двигателя.

Преимущества:

Простота принципа. Надежность.

Непрерывное горение, отсутствие переменных ускорений в узлах двигателя. Высокая скорость истечения газов - высокая скорость.

Способность работать при низком давлении воздуха (за счет собственного компрессора).

Недостатки:

Требует большое количество топлива. Создает громкий звук при нагрузке.