



Фото: samspace.ru

В ЦСКБ «Прогресс» полагают, что перспективный носитель сверхтяжелого класса целесообразно комплектовать двигателями, работающими на природном газе

Крупнейший в России производитель ракетной техники - самарское ЦСКБ «Прогресс» - представило свое видение ракеты будущего - перспективного носителя сверхтяжелого класса, призванного помочь РФ реализовать амбиции по колонизации Луны. Самарцы выдвигают оригинальную идею, предлагая создать «метановую ракету» - носитель, все двигатели которого работают на сжиженном природном газе (СПГ).

«Средства выведения сверхтяжелого класса предлагается создавать с использованием двигателей на компонентах топлива «СПГ + жидкий кислород», - говорится в материалах ЦСКБ, представленных в Роскосмос.

Предлагаемое горючее является перспективным, активно осваивается другими отраслями промышленности, обладает более широкой сырьевой базой по сравнению с керосином и низкой стоимостью - это является важным моментом, учитывая срок создания и планируемый период эксплуатации комплекса, а также возможные (прогнозируемые) проблемы производства керосина через 30-50 лет, утверждают разработчики.

В ЦСКБ понимают, о чем говорят, когда упоминают проблемы производства керосина. Ракеты «Союз», которые делают в Самаре, сейчас летают на искусственно созданном топливе, потому что изначально для создания керосина для этих ракет использовались только определенные сорта нефти из конкретных скважин. В основном это нефть Анастасиевско-Троицкого месторождения в Краснодарском крае. Но нефтяные скважины истощаются, и ныне используемый керосин является смесью композиций, которые добываются из нескольких скважин. По оценкам экспертов, проблема дефицита здесь будет только усугубляться.

«Использование двигателей на СПГ позволит обеспечить относительно низкую стоимость пуска - в 1,5-2 раза ниже, чем на керосиновых двигателях, - говорится в обосновании концепции от ЦСКБ, - высокую экологичность, более высокие удельные характеристики, единый тип двигателя и топлива «СПГ+ жидкий кислород», что значительно упростит наземную инфраструктуру».

Возможность использования метана в качестве ракетного топлива рассматривается уже на протяжении десятков лет, однако сейчас есть только стендовые варианты и экспериментальные образцы таких двигателей. Например, в химкинском НПО «Энергомаш» исследования в части использования сжиженного газа в двигателях велись с 1981 года. Прорабатываемая сейчас в «Энергомаше» концепция предусматривает разработку однокамерного двигателя тягой в 200 т на топливе «жидкий кислород - сжиженный метан» для первой ступени перспективного носителя легкого класса.

- Удельный импульс у двигателя на СПГ высокий, но это преимущество нивелируется тем, что у метанового топлива меньшая плотность, поэтому в сумме получается незначительное энергетическое преимущество, - объясняет главный конструктор НПО «Энергомаш» Владимир Чванов. - С конструктивной точки зрения метан привлекателен. Чтобы освободить полости двигателя, нужно только пройти цикл испарения - то есть двигатель легче освобождается от остатков продуктов. За счет этого метановое топливо более приемлемо с точки зрения создания двигателя многократного использования и летательного аппарата многократного применения, - говорит он.

В Роскосмосе пока официально не комментируют представленную концепцию «метановой ракеты», отмечая, что все предложения в Федеральную космическую программу должны пройти экспертизу.

- Явных преимуществ у метана как у ракетного топлива нет, - считает специалист Роскосмоса по двигателям, не пожелавший упоминания своего имени, - в то же время, если наша ракетно-космическая промышленность всерьез увлечется метаном, мы рискуем проиграть конкуренцию США, где система SLS (Space Launch System - сверхтяжелая ракета-носитель для пилотируемых экспедиций за пределы околоземной орбиты) создается с использованием уже проверенных на шаттлах твердотопливных ускорителей. У них первый полет SLS намечен на 2017 год. У нас сверхтяжелый носитель, если начнем для него делать принципиально новый для нас двигатель, дай бог, появится году к 2030.

По мнению члена-корреспондента Российской академии космонавтики имени Циолковского Андрея Ионина, такие преимущества, как низкая цена топлива и его экологичность, вряд ли могут иметь решающее значение.

- В общей стоимости пусковых услуг топливо - это доли процента, тут сильно не сэкономишь. Экологичность тоже не столь существенна, потому что ракеты летают относительно редко. Самолеты летают на керосине каждый день в огромных количествах - если раз в две недели ракета полетит на керосине, я не думаю, что это окажет сильное влияние на экологию, - отмечает он.

Назначение

Для экспериментальных работ по исследованию новой комбинации топлива – кислород и сжиженный природный газ (СПГ) для ЖРД перспективных многоразовых ракет-носителей. Разработан и испытан демонстрационный ЖРД РД0110МД на метановом горючем, изготовленный на базе серийного двигателя РД0110.

Успешно проведены огневые испытания РД0146М на компонентах кислород-СПГ.

Полученные экспериментальные данные и приобретенный опыт работ с СПГ используются при разработке двигателей перспективных многоразовых ракет-носителей.

С 2002 по 2005 г.г. велись работы совместные с западноевропейскими партнерами по созданию европейского метанового многоразового ЖРД тягой 200 тс (проект «Волга»). С 2006 г. ведется работа по созданию отечественного метанового многоразового ЖРД РД0162 тягой 203,9 тс для МРКС-1.

Двигатель РД0162 СД предназначен для проведения летной отработки системного демонстратора возвращаемого ракетного блока (первой многоразовой ступени) ракетно-космического комплекса МРКС-1. Двигатель РД0162СД планируется также использовать в составе маршевой двигательной установки новой малогабаритной космической ракеты.



Двигатель-демонстратор РД0110МД



Огневые испытания двигателя-демонстратора РД0110МД

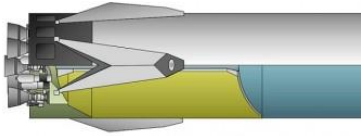
Основные параметры	РД0162	РД0162СД
Тяга у Земли, тс (кН)	203,9 (2000)	42,5 (416,9)
Удельный импульс тяги, кгс·с/кг (м/с) у Земли в пустоте	321 (3149) 356 (3492)	300,5 (2948) 347 (3404)
Давление в камере, кгс/см ² (МПа)	160 (15,7)	150 (14,7)
Кратность использования	25	25
Уровень форсирования по тяге, %	133	133
Время работы в полете, с	200	200
Компоненты топлива: окислитель горючее	жидкий кислород, СПГ	
Масса двигателя, кг	2100	500
Габариты двигателя, мм высота диаметр (max)	3550 1650	2000 930
Начало разработки, год	2006	2012



ЖРД РД0162

SpaceX advances drive for Mars rocket via Raptor power

<http://www.nasaspaceflight.com/2014/03/spacex-advances-drive-mars-rocket-raptor-power/#.UxolWvaJIY18.twitter>
March 7, 2014 by Alejandro G. Belluscio



SpaceX Co-Founder and Vice President of Propulsion Development Tom Mueller has revealed the company is deep into the development of the first “full flow methane-liquid oxygen” rocket engine. Known as the Raptor, nine of these immensely powerful engines – on one or three cores – will be utilized to send SpaceX’s Super Heavy Lift Launch Vehicle (SHLV) uphill on missions to Mars.

The Raptor Engine History:

SpaceX has proven to be extremely innovative in their production of engines – particularly aggressive on development and manufacturing cost. However, their technology, though innovative, has rarely stepped into the unproven.

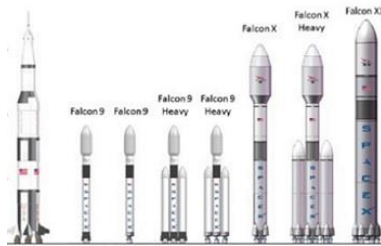
As advanced as the Merlin 1D is – having the highest thrust/weight ratio in commercial use, being the most efficient RP-1 gas generator ever developed in the US, and probably one of the best thrust/cost relationships in the world – it is based on the most basic rocket cycle for a turbopump fed system, the gas generator.



In fact, the company has always deployed the most simple cycles and propellants in its rocket engines and thrusters. Not a bad choice given they can beat even the Chinese on price and have shown, up to now, good reliability.

However, for the more demanding missions, a higher performance technological approach might be required, particularly for tackling a problem as demanding as a fully reusable Mars colonization architecture.

At the AIAA Joint Propulsion conference on July 30, 2010 then SpaceX McGregor rocket development facility director Tom Markusic provided information from the initial stages of planning for two families of dual stage exploration-class launchers and two new rocket engines to power them.



The rockets were the 20ft (6m) wide Falcon X and the 33ft (10m) wide Falcon XX.

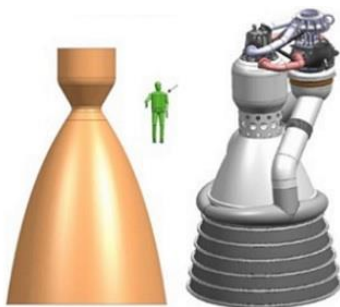
The first engine presented was a kerosene and liquid oxygen powered engine, of the gas generator cycle, that was even more powerful than the mighty F-1 that powered the Saturn V. This engine would power both first stage of the Falcon X and Falcon XX.

The Merlin 2 engine, would have been capable of a projected 7,600 kN (1,700,000 lbf) of thrust at sea level and 8,500 kN (1,920,000 lbf) in a vacuum. The engine would have been the most efficient of its kind, with specific impulse (a measure of the efficiency of propellant usage) being even better than the current Merlin 1D.

However, the most interesting engine shown was the Raptor engine.

In a complete break with the company’s tradition, it introduced both a new propellant and a new engine cycle.

The Raptor engine, as presented, was planned as a staged combustion, liquid hydrogen and oxygen engine with a vacuum thrust of 150klbf (667kN) and 470s of



isp – designated to power the upper stage of the super heavy rockets.

Not unlike a mini version of the mighty Space Shuttle Main Engine (RS-25), optimized for vacuum, it would beat even the most efficient engine in current usage (the RL-10B2) in both efficiency (vs 465s) and thrust (vs 25klbf).

See Also

- [SpaceX General Section](#)
- [SpaceX Missions Section](#)
- [L2 SpaceX Section](#)
- [Click here to Join L2](#)

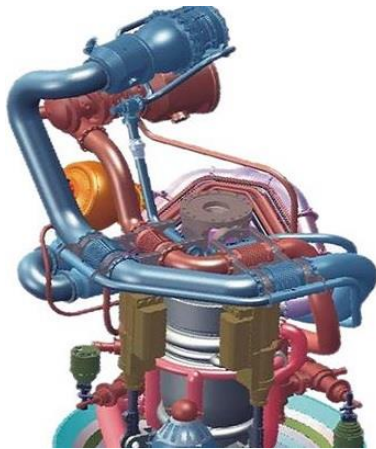
This development path was unexpected from a company solely focused on low cost, since it would require expertise in the handling of cryogenic liquid hydrogen, which at $-423.17\text{ }^{\circ}\text{F}$ (20.28 K) is far colder than either liquid nitrogen ($-321\text{ }^{\circ}\text{F}$ or 77 K), liquid oxygen ($-297.33\text{ }^{\circ}\text{F}$ or 90.19 K) or liquid methane ($-258.68\text{ }^{\circ}\text{F}$ or 111.66 K).

Hydrogen also has a tendency to weaken metals by embrittlement, and – as a propellant – it requires three times the tank’s volume of the RP-1/LOX that the company has been using since their beginnings with the Falcon 1. Not to mention the fact of having to implement a dual fuel ground supply and support equipment at the pad, would significantly increase operating costs and expenses. Exactly the sort of cost structure the company’s founder, Elon Musk, had repeatedly stated he wanted to avoid.



Yet, later that year, Mr. Musk stated publicly that the presentation was based on “brainstorming ideas” and a “bunch of ideas for discussion.” Mr. Markusic soon left the company, a move that generated much speculation on the disclosed material.

The first clues that SpaceX was seriously considering the use of staged combustion methane engines came in a series of questions asked with respect to a Request For Information of the Air Force for the Reusable Booster System High Thrust Main Engine during May, 2011.



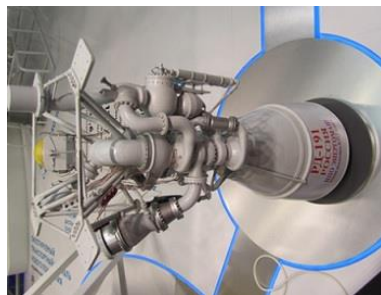
The request specified a set of performance requirements that could only be covered by very high performance staged combustion engine, like the AJ-26-500 or the RD-191. The information specified kerosene and liquid oxygen as the propellant of choice.

SpaceX asked if the Planning Directorate was interested in engines they were designing and planning to build for other customers, and whether a response that offered both RP and methane propellant – possibly with fly-off testing – would be an acceptable response.

Since the specified thrust was 300~500klbf (1,300~2,200kN) and the minimum sea level isp 300s, it implied a completely different engine from the Merlin 1 family.

In later conferences, specially through 2012 and 2013, Mr. Musk noted the future propellant they would use for their plans of Mars colonization would be liquid methane with liquid oxygen.

This was in related to the fact it could be sourced from Mars, was easier to store and handle than liquid hydrogen and at just a 27% more volumetric than the RP-1/LOX combination, the tank and T/W of the engine could be kept at optimal sizes. He also stated that they would start using the staged combustion engine cycle.



Additionally, Mr. Musk also introduced the mysterious MCT project, which he later revealed to be an acronym for Mars Colonial Transport. This system would be capable of transporting 100 colonists at a time to Mars, and would be fully reusable.

By the second quarter of 2013, it was revealed in L2 that Raptor had mutated to a 650klbf (2,891kN) stage combustion methane/LOX engine.

Speculation noted the comparison to the 2010 Russian Reusable Launch Vehicle, or MRKN, study – which had settled on 450klbf (2,000kN) of thrust, and traded a kerosene and a methane version of staged combustion engines from each of the two main propulsion companies in Russia, namely NPO Energomash’s RD-191

(kerosene) and RD-192 (methane), and the KbkhA’s RD-0162 (methane) and RD-0163 (kerosene).

The first conclusion from the evaluations was that methane was the best propellant choice.

As per most trades between kerosene and methane, the performance was basically the same, albeit with a slight advantage for kerosene, which ended up being lighter and a bit smaller. However, methane was found to be more efficient.



Methane also holds much better reusability properties on the engine, whereas Kerosene tends to polymerize (coke) and thus requires oxidizer rich combustion, which is quite corrosive and aggressive to the turbopump system. Kerosene also leaves more residue throughout the engine, which might require expensive cleaning and even rebuilding.

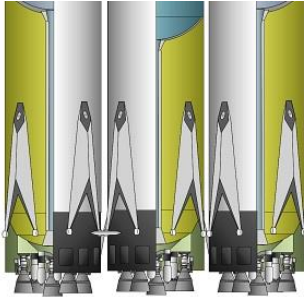
Click here for more SpaceX News Articles

Methane can be run by preburning the fuel, has basically no coking problems, has much better cooling characteristic, and if used in the form of LNG, is the cheapest and most abundant fuel.

The main source of deliberation was that the RD-0162 could actually be run at 133%, providing an effective thrust of 600klbf. As such, it appeared that both the Russians and SpaceX had reached very similar propulsion solutions. SpaceX officially revealed a R&D test program for the Raptor would begin at the Stennis Space Center, with company already working to upgrade the E-2 test stand with methane capability.

SpaceX engineers are understood to be close to completing the methane upgrades to the stand, although it is not currently known when Raptor hardware will be tested at the famous facility.

However, information on the Raptor was updated on February 19, when VP of Propulsion Development Tom Mueller – speaking at the “Exploring the Next Frontier: The Commercialization of Space is Lifting Off” event in Santa Barbara, California - revealed the Raptor had mutated to a 1Mlbf (4,500kN) gas-gas (full flow) liquid methane and oxygen engine, with an isp of 321s at sea level 363s at vacuum.



Mr. Mueller confirmed nine of these engines would power each 10 meter diameter core of the notional MCT. “I’m quite proud to have my name attached to this engine,” said the SpaceX Co-Founder at the event.

The implications of this revelation are numerous – the most important being SpaceX are now fully treading into uncharted territory.

There have been just two full flow projects that actually hit a test stand: the Glushko’s RD-270 and the Rocketdyne Aerojet Integrated Powerhead Demonstrator.

In a sense, Raptor appears to share some the objectives with each of those projects.

The Previous Full Flow Engines:

During the Moon Race, the N-1 and OKB-1 (now RSC Energia) Chief Designer Sergei Korolev had a serious disagreement with the OKB-456 (now NPO Energomash) Chief Designer Valentin Glushko, who had, up to that point, supplied all the main engines for its first stages.

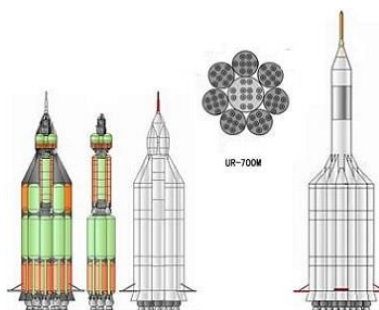


Officially Korolev’s Chief Deputy, Vasily Mishin, had asked for way too advanced specifications on the engine requirements and insisted on kerosene or hydrogen and liquid oxygen as propellant.

Glushko had offered a most advanced and powerful engine, but only with the highly toxic hypergolic propellant combination, in which he had a lot of experience, specially on the staged combustion cycle. The discussion escalated to a closed door shouting match between Korolev and Glushko. They never talked again.

Korolev handed over the task of designing N-1 engines to the aircraft turbine manufacturer Kuznesov and Glushko sided with Korolev’s opponent Vladimir Chelomei, Chief Designer at OKB-52. They came up with the UR-700 project for the Moon race.

The UR-700M, a 35,000,000lb (16,000 tonnes) monster rocket would have dwarfed even the Saturn V and would have been the rocket to enable the Soviets to conquer Mars. A similar destiny that SpaceX sees on the Raptor.



To power such a project, Glushko decided to use the most advanced cycle for turbopump fed engines, the full flow or full staged combustion. It used the hypergolic combination of N₂O₄ and UDMH as propellant.

Such an engine, with a single nozzle RD-270, had a sea level thrust of 1,400klbf (6.3MN) and an isp of 301s, while in a vacuum it provided a thrust of 1,500klbf (6.7MN) and an isp of 322s.

Not only was this the most powerful “per nozzle” engine ever attempted in the USSR, but it had an amazing 127 T/W ratio at sea level and sported an unheard of 3,858psi (26.6MPa) pressure in the main combustion chamber. A record that not even NPO Energomash’s latest RD-191, at just 3,727psi (25.7MPa), could match.

From October 23, 1967 to July 24, 1969 this engine hit the test stand and 22 prototypes performed a total of 27 firing. Only nine of those tests were nominal. While the most difficult problems were overcome, instability problems were not completely solved and the project was axed as part of the UR-700 project cancellation.

However, to this day, the Russian engine that was destined to enable Mars exploration still holds the biggest thrust per nozzle record for any staged or full staged combustion engine.

The second project was the 250klbf (1,100kN) Integrated Powerhead Demonstrator, part of the joint DoD/NASA Integrated High Payoff Rocket Propulsion Technologies (IHRPRT) program.

The objective of this program was to test high payoff technologies that would enable higher performance than the SSME, but with a useful life of up to 200 missions. In keeping with the USA engine expertise, it used liquid hydrogen and oxygen as propellant.

The main contractor was Rocketdyne, but Aerojet was in charge of the critical oxygen rich preburner and the channel wall nozzle. The IPD project also looked into developing hydrostatic bearings.



Current turbopumps rotate on balls or rolling elements, with the rotation producing heat and wear and tear due to material contact. Hydrostatic bearings use the turbopump's own fluid to actually float the pump on high pressure liquid. The advantage is the reduction of wear being suffered only during start up, in turn significantly increasing useful life and enabling very long mission duration. However, if you run the turbine with hot gas of the other propellant element (i.e. oxidizer gas with fuel liquid or the other way around), you have a perfectly explosive device.

Thus, this technology is best used on engines that have completely separate oxidizer and fuel turbopump systems, in turn eliminating a failure mode by not requiring an interseal.

In gas generator and staged combustion systems, a seal must separate the fuel side from the oxidizer side of the turbopump. Any seal failure would be catastrophic, and using separate systems completely eliminates the risk.

The breakthrough characteristic is that since each turbine is effectively fed by its own propellant mass, it can have a lot more turbine power.

Such power could be used to increase the main combustion chamber pressure and increase the overall performance, or by using cooler gases, providing the same performance as a staged combustion engine but with much less stress on materials and thus significantly reduce material fatigue or weight.

As an added bonus, lower pressures are required through the pumping system, which not only increases the life span, but reduces the risk and effects of a catastrophic failure.

With SpaceX's obsessive pursuit of reusability, it is possible that the same objective will be the goal for their Raptor engine.

(Images: via SpaceX, AIAA, NASA, ElonMusk.com, PD via Wiki. Notional – not SpaceX – Graphics of Raptor on engine core created by Dmitry Vorontsov in L2, which contains many additional notional hi res renderings, comparison charts and high level evaluations by L2 experts working off Mr. Mueller's revelations.)

Ракета-носитель "Урал" будет многоразовой, заявляют специалисты

<http://www.nts-lib.ru/media/index2996.html>

Как ожидается, разрабатываемая Россией и Францией перспективная ракета-носитель "Урал" будет многоразовой, топливом для нее станут жидкий водород и жидкий метан, передает РИА "Новости". Такое мнение высказали представители ведущих космических предприятий Франции и России, выступившие во вторник в Москве на франко-российском коллоквиуме в разделе "Ракеты-носители будущего".

"В настоящее время наши предприятия уже примерно сформировали облик и концепцию космической системы "Урал", которая в будущем, 2020-2030 годах, придет на смену используемым сейчас ракетам-носителям типа "Союз" и "Ариан", — отметил, выступая на встрече, глава ЦНИИМАШ академик РАН Николай Анфимов.

По его словам, российские предприятия в кооперации с ведущими авиакосмическими фирмами Европейского космического агентства (ЕКА) и Национального космического агентства Франции (КНЕС) работают по пяти направлениям проекта "Урал".

По словам академика, на первом этапе определяется облик космической системы будущего — скорее всего она будет многоразовой.

"На втором этапе мы рассчитываем построить демонстратор многоразовых ступеней ракеты-носителя, на третьем этапе — постройку демонстратора космического корабля, призванный подтвердить технологию многоразовой тепловой защиты, применимой к кораблю, который будет входить в атмосферу Земли на первой космической скорости", — сказал Анфимов.

Он отметил, что на четвертом этапе предстоит разработать наземный демонстратор технологий использования нового криогенного топливного бака. "Это представляет собой непростую задачу, так как уже все знают, какую проблему и опасность представляет собой пена, отлетающая от криогенных ускорителей американских шаттлов во время их запуска", — указал ученый.

"Пятым вопросом разработки новой ракеты-носителя "Урал" представляет собой демонстратор многоразового жидкостного двигателя, работать который будет на смеси жидкого водорода либо кислорода, а также жидкого метана", — сказал академик.

Жозель Барр, представитель французского авиаконцерна "Снекма-Сафран", занимающегося, в частности, производством авиадвигателей, отметил, что в основу проекта "Урал" могут быть положены разработки в области авиадвигателей.

"В рамках проекта "Урал" мы сейчас работаем над двигателями, работающих на компонентах жидкий водород и жидкий метан. В первой ступени этой ракеты-носителя мы используем и наши разработки в области авиадвигателей, которые мы создаем совместно с российским НПО "Сатурн" и КБ имени Сухого", — сказал он.

Совместный проект России и Франции "Урал" — часть подготовки новой системы запуска, которая заменит существующие ракеты-носители — как российские, так и европейские в перспективе на 2020-2030 годы.

Распоряжением правительства РФ от 26.12.2012 г. утверждена государственная программа РФ «Космическая деятельность России на 2013-2020 гг.». Меня интересуют только средства выведения. В программе одной из целей указано «создание перспективных и модернизация средств выведения космических аппаратов». «Особое внимание планируется уделить развитию сфер деятельности, в которых у России имеются конкурентные преимущества. Прежде всего, это касается предоставления услуг по выведению на орбиту полезных грузов, ракетного двигателестроения и пилотируемой космонавтики». Вроде понятно, о чем говорится, но фраза какая-то корявая не для правительственного документа. Что касается конкретизации этого направления, то в программе указаны только две очень сомнительные цели. Это «создание перспективной транспортной системы, способной обеспечить полеты человека к Луне» и «обеспечение в 2018 г. готовности транспортно-энергетического модуля с перспективной двигательной установкой к ЛКИ». Я не говорю здесь о комплексе «Ангара-А5», работы по которому вышли на финишную прямую. Работы по многократной космической системе, которую разрабатывает Центр Хруничева, не вошли в программу. Видимо они выходят за рамки 2030 года, каким ограничена программа и проект Основ политики РФ в космической деятельности. Таким образом, программа в вопросах разработки средств выведения вместо горы родила мышь.

Предлагаю доработать программу по средствам выведения следующим образом: Объявить задачей государственной важности создание ракетного комплекса работающего на кислороде и метане для замены комплекса «Протон-М».

В 2013 г. провести конкурс на создание такого комплекса с привлечением Центра Хруничева, РКК «Энергия» и РКЦ им. Макеева. Разработку двигателей для этого комплекса проводить строго по ТЗ головной организации выигравшей конкурс. (Так настаивал С.П.Королев) В числе основных требований к разработчику комплекса должны быть: 1. Выведение полезного груза на ГПО не менее 7т. (при пусках с Байконура). 2. Минимальная стоимость отработки, изготовления и эксплуатации. 3. Возможность использования стартового комплекса «Протона-М» с необходимыми доработками. 4. Выход на ЛКИ не позже 2019 г.

Какие задачи могут решаться данным комплексом: 1. Все задачи, которые в настоящее время по госзаказу выполняются «Протоном-М». 2. Выведение коммерческих спутников на ГСО на более выгодных условиях по сравнению с Арианом-5, Атласом-5 и «Морским стартом». 3. Выведение научно-исследовательских КА к планетам солнечной системы по отечественным и международным программам. 4. По мере набора статистики осуществлять пилотируемые полеты с новым пилотируемым кораблем разработки РКК «Энергия».

Чем обусловлен выбор метана в качестве ракетного топлива для ЖРД: 1. Топливная пара кислород-метан обеспечивает существенно лучшую удельную тягу, чем кислород-керосин. 2. Охлаждающая способность метана в 3 раза лучше охлаждающей способности керосина. 3. ЖРД замкнутой схемы с метаном выполняется со «сладким» газогенератором, что принципиально надежнее замкнутой схемы кислородно-керосинового ЖРД с «кислым» газогенератором.

На основании этих 3 преимуществ упрощается отработка метановых ЖРД: 1. Из-за лучшей охлаждающей способности двигатель имеет значительные запасы по ресурсу. При отработке на одном экземпляре двигатель можно многократно проводить испытания на различных режимах, что существенно сокращает число двигателей, необходимых на период отработки, соответственно снижается стоимость и время отработки. 2. В трактах горючего метановых ЖРД при огневых испытаниях не остается твердой фазы. Поэтому для повторных испытаний не требуется обработка полостей горючего. 3. Все поставочные двигатели проходят огневые контрольно-технологические испытания без какой-либо последующей переборки. 4. ЖРД на метане при одинаковых основных параметрах (тяга, удельный импульс) имеют менее напряженные параметры (по давлению в камере сгорания и давлению на выходе из насосов), чем ЖРД, работающие на кислороде-керосине.

Для отработки ЖРД на топливной паре кислород-метан имеется производственная и экспериментальная база. Технология изготовления метановых ЖРД ничем не отличается от технологии изготовления ЖРД на кислороде-керосине, не требуется никакого специального оборудования. Квалификация кадров производственников и технологов изготовителей ЖРД на кислороде-керосине соответствуют требованиям изготовления ЖРД на кислороде-метане. При этом требования при изготовлении ЖРД на кислороде-метане могут быть менее строгими из-за менее напряженных параметров двигателя. Экспериментальная база для огневых испытаний двигателей, имеющаяся в «Энергомаше», КБХА и НИЦ РКП требует лишь незначительных доработок, что показали испытания метанового двигателя КБХМ в НИЦ РКП.

О готовности предприятий ракетно-космической техники к работам с метаном.

1. РНПЦ им. М.В.Хруничева с 2011 г. ведет разработку многократной ракетно-космической системы МРКС-1 на основе кислородно-метановых двигателей.

2. РКЦ им. В.П.Макеева разработан проект ракетно-космического комплекса «Рикша» с использованием двигателей на метане.

3. Волжское конструкторское бюро РКК «Энергия» ведет разработку конструкторской документации на ракету-носитель «Воздушный старт» и блок ракеты-носителя с применением в качестве топлива жидкого метана.

4. Руководство КБХА (В.С.Рачук) заявляет, что предприятие готово перейти к ОКР по метановым двигателям. В настоящее время по метановым двигателям проводится работа по МРКС-1 совместно с центром Хруничева, совместно с Францией работы по демонстратору ступеней многоразовой ракетно-космической системы, совместно с Италией идет разработка метанового двигателя для 3-й ступени модернизированной европейской ракеты легкого класса «Вега».

5. Руководство «Энергомаш» (В.К.Чванов) готово к разработке метановых двигателей. Это единственное в нашей стране предприятие, которое может создавать метановые двигатели тягой 600 и более тонн и где для этого имеется производственная и экспериментальная база.

6. КБХМ им. А.М.Исаева специализируется на разработке разгонных блоков. Впервые испытание полноразмерного двигателя КБХМ на метане было проведено еще в 1997 г. в НИИХИММАШ. При испытании метанового двигателя КБХМ С5.86 №2 тягой 7,5 т. в НИЦ РКП 28.07.2011 г. достигнута рекордная продолжительность разового включения в 2000 сек. Была продемонстрирована возможность повторного включения двигателя и отсутствие твердой фазы в трактах горючего при продолжительных включениях при самых неблагоприятных для этого соотношения компонентов.

О получении жидкого метана.

Содержание метана в природном газе колеблется от 75 до 90% по объему в зависимости от месторождения. От магистрального газопровода берется отбор на типовой мини-завод получения жидкого 98% метана мощностью 1,5т/час. Можно получать жидкий метан и 99,5% пробы, но его стоимость будет несколько дороже. На длительных испытаниях двигателя в НИЦ РКП показано, что для ракетного топлива пригоден 98% жидкий метан. ГИПХ нужно безотлагательно провести его сертификацию. КБОМ им. В.П.Бармина проведены проектные работы по дооборудованию инфраструктуры полигонов для использования метана в качестве ракетного топлива.

Несколько общих вопросов, связанных с использованием метана ракетно-космической технике.

1. Соблюдение требований экологии, как правило, требует дополнительных затрат. В нашем случае, применение экологически чистой топливной пары кислород-метан приводит к уменьшению затрат на изготовление и эксплуатацию ракетно-космической техники.

2. Замена РН «Протон-М» на метановый вариант снимает все разногласия с Казахстаном по использованию космодрома Байконур. Открывает возможности по совместному сотрудничеству с Казахстаном на многие годы вперед, вне зависимости от создания российского космодрома «Восточный».

3. Создание нового пилотируемого комплекса повышенной надежности для полетов на орбиту земли и планеты Солнечной системы.

4. В дальнейшем (но до 2030 г.) могут быть созданы РН легкого и сверхтяжелого класса. Первые (в 2-х ступенчатом варианте) могут базироваться на старейшем российском полигоне Капустин Яр. РН сверхтяжелого класса будут стартовать с космодрома «Восточный».

5. Применение метана обеспечит нам конкурентную способность при выведении коммерческих полезных грузов, пока метан не будет освоен в других странах и снижение бюджетных затрат при разработке и эксплуатации средств выведения по государственным программам.

6. С переходом на метан меняется облик космодромов. Происходит газофикация производственных и жилых помещений космодромов. На газ переводится автомобильный и ж/д транспорт. Компоненты АТ и НДМГ остаются в ограниченном количестве только для космических аппаратов и апогейных двигательных установок. Возможно ограничение применения гелия для наддува топливных баков и замена его азотом из местных азотно-кислородных станций (АКС). Метан местный, из мини-заводов, подключенных к магистральным газопроводам.

7. Открываются широкие перспективы для привлечения частного капитала. Не только крупных компаний как «Газпром», «Роснефтегаз» и «Лукойл», но и мелкого и среднего бизнеса.

Мы уже потеряли 15 лет в деле освоения метана, как ракетного топлива. Если не принять срочных мер по созданию РН на метане, то мы отстанем от других космических держав по средствам выведения, как отстали по космическим аппаратам.

November 28th, 2012 10:40 am

Маск раскрывает некоторые свои соображения, каким образом он планирует снизить цену на полет человека на Марс до полумиллиона долларов, включая обратный билет.

Ключевая идея "I think you just land the entire thing.". Это идея которую я развиваю уже давно. Ну не окажется по целому ряду причин многоразовый межорбитальный корабль дешевле, чем корабль, который садится на планету. Потому что космос - трехмерен. Есть, конечно, ситуации (например, полёты на Луну) которые можно свести к двумерному случаю, но это исключение. С другой стороны, необходимо сделать что-то, чтобы каждый запуск не представлял собой задачу вроде строительства небоскрёба. В этом плане одноступенчатая хреновина, которая садится и взлетает целиком - крайне удачное решение.

Вторая ключевая идея - метан-кислородный двигатель. Это интересный компромисс между керосин-кислородным и водород-кислородным.

Удельная теплота сгорания метана 55 Мдж/кг. При этом жидкий метан имеет плотность 0.42 при -164° и средний молекулярный вес продуктов сгорания 26.6 (2молекулы воды на 1 углекислого газа)

У керосина теплота сгорания 43Мдж/кг при плотности 0.85. и молекулярный вес продуктов сгорания в районе 30, поскольку по отношению водорода к углероду метан среди углеводородов непревзойден.

У водорода удельная теплота сгорания 120Мдж/кг и непревзойденно низкий молекулярный вес продуктов сгорания (18), но плотность только 0.07 при -252°

Соответственно, для того чтобы запасти 100Мдж энергии нам потребуется 14 литров водородного бака и только 4 метанового (2.7 керосинового). При этом криогенность жидкого метана нам достается "за так", поскольку нам всё равно нужна инфраструктура для жидкого кислорода, который кипит при более низких температурах, чем метан.

А для жидкого водорода нужны температуры вчетверо, если не в пятеро (по абсолютной шкале) более низкие, чем для кислорода.

Это мы ещё окислитель не посчитали. Для 100Мдж энергии при сжигании водорода нам понадобится 6.6 кг (5.8 л) кислорода. При сжигании метана 7.25кг - 6.35 л.

Соответственно, объем баков у ракеты на метане+кислороде получается вдвое меньше, чем на водороде+кислороде при равной энергоёмкости. При равном импульсе разница будет несколько меньше, но всё равно в пользу метана. Это если не учитывать усложнение конструкции баков, потребное для водорода.

Кстати, для двухрежимных конструкций вроде скайлона разница в пользу метана должна быть больше. Непонятно, почему разработчики скайлона зареклись на водород.

Третья технология — вертикальная посадка этой самой entire thing, которую сейчас активно разрабатывает SpaceX в проекте Grasshopper. Вроде «Ариэля» в лемовском «Ананке». Вот это вещь, в которую я не верил никогда. У меня

межзвёздные корабли садятся по-самолетному, чаще на воду, чем на полосу. Но на Марсе нет ни естественных водоемов ни искусственных полос с твердым покрытием. Поэтому вертикальная посадка действительно существенно важна.

Далее, Маск излагает соображения по созданию колонии. и оценивает стоимость создания самоподдерживающейся колонии на Марсе с населением в десятки тысяч человек в \$36млрд. Всего-то. Забросить однотонный Curiosity обошлось в 2 с половиной миллиарда. А тут за 36 полноценная колония. Вот что эффект масштаба животворящий делает. Вот оно ваше роботизированное исследование космоса. Оно много дороже, чем полноценное. Зато избавляет оставшихся на Земле от моральной ответственности за погибших добровольцев.

Маск, конечно, оптимист. По поводу разработки Grasshopper он высказался так: "I do think there probably will be some craters along the way; we'll be very lucky if there are no craters."

Ранее в этом году, ученые успешно провели испытания ракетного двигателя, который работал на метане. Этот двигатель, сконструированный и испытанный компанией Alliant Techsystems/XCOR Aerospace, подрядчиком NASA, еще далеко не готов к использованию в космосе.

Эти испытания были первой попыткой использования ракет на метане специально для полета в космос. NASA обычно использует ракеты, которые работают на водороде и жидком кислороде или же на твердом топливе. Стартовый ускоритель ракеты космического челнока обеспечивает тягу около 149.685 килограмм, в то время как испытываемая ракета XCOR Aerospace создает тягу лишь 340 килограмм.

Не смотря на это, метан имеет множество преимуществ по сравнению с двигателями NASA на водороде и жидком кислороде. Метан намного легче и дешевле получить, чем жидкий кислород или водород. Космические зонды будущего смогут собирать метан на других планетах и спутниках, что позволит им дозаправляться во время своих миссий.



Терри Трامل (Terri Tramel), управляющий проектом из Центра Космических Полетов Маршалла, удивляется, почему ученые так долго не могли выбрать метан как жизнеспособную альтернативу современным видам топлива, которые используются в ракетах.

Следующим шагом для разработчиков будет совершенствование двигателя для более длительного времени работы и понижения возможности перегрева.

Большим недостатком метана в роли топлива для ракетных двигателей является то, что газы, смешанные с метаном довольно тяжело воспламенить. Одним из качеств, которое делает метан безопасным это высокая температура его самовоспламенения – 580 градусов. Самовоспламенение при более низких температурах происходит в водородно-кислородных смесях.

В начале 2007 года, пустыню Мохаве (Mojave) озарило ослепительное пламя, вырывающееся из сопла сверхнового ракетного двигателя. На первый взгляд это выглядело как обычное испытание ракетного двигателя, но все же оно было другим. В то время как в большинстве ракет NASA применяются жидкий кислород и водород или твердые химические реактивы, в новом двигателе используется метан.

Основной двигатель разработан специалистами компании XCOR Aerospace, и он пока не готов к использованию в космических полетах, но если технология себя оправдает, ракетные двигатели такого типа смогут стать ключом к межпланетным полетам и освоению дальнего космоса.

Видео: испытания метанового двигателя в пустыне Мохаве

Большое количество метана (CH₄), главного элемента природного газа, можно найти практически повсюду в солнечной системе. Его можно добывать на Марсе, Титане, Юпитере и многих других планетах и спутниках. Ракетам, покидающим Землю, не придется нести с собой большое количество топлива: подзаправиться можно будет и по прибытии.

Удивительно, но этот легковоспламеняющийся газ никогда раньше не использовался в качестве ракетного топлива. Только теперь группы ученых и инженеров из различных исследовательских центров разрабатывают жидко-кислородно-метановые двигатели будущего, чтобы облегчить процесс освоения космоса и сделать возможным межпланетные полеты.

"Разработку таких двигателей спонсирует программа развития технологий NASA (NASA's Exploration Technology Development Program). Результаты показывают, насколько важным может быть исследование новых технологий для будущих научных космических миссий - говорит Марк Клем, управляющий из исследовательского центра Гленн (Mark D. Klem, Glenn Research Center) - У метана очень много преимуществ. Вопрос в том, почему мы до сих пор до этого не додумывались?"

Давайте прикинем. Жидко-водородное топливо, используемое в космических аппаратах, должно храниться при температуре -252,9 градусов Цельсия - всего лишь на 20 градусов выше температуры абсолютного нуля! Жидкий метан, в свою очередь, можно хранить при более высоких температурах (-161,6 оС). Это означает, что баки с метаном не требуют мощной теплоизоляции, т.е. становятся легче и дешевле. Кроме того, баки могут быть меньше в размерах, т.к. жидкий метан плотнее жидкого водорода, что также может сэкономить много средств для запуска ракеты в космос. А еще метан безопасен для человека и экологически чист, в противоположность некоторым видам токсичного ракетного топлива, применяемым сейчас в космических аппаратах.

Но все же самым важным является то, что метан есть на многих планетах и спутниках, которые NASA планирует посетить в будущем. Среди них - Марс.

И хотя Марс не очень богат метаном, метан можно получить с помощью эффекта Сабатье: смешать немного углекислого газа (CO₂) с водородом (H), затем нагреть смесь для получения CH₄ и H₂O - метана и воды. Атмосфера Марса содержит огромное количество углекислого газа, а небольшое количество водорода, требуемого для процесса, можно привезти с собой с Земли или добыть изо льда прямо на Марсе.

Если взглянуть вглубь солнечной системы, метана становится все больше и больше. На спутнике Сатурна Титане в прямом смысле слова идут метановые дожди. Озера и реки из метана и других углеводородов на Титане могут стать в один прекрасный день заправочными станциями для кораблей землян.

Представьте, как ракета с метановым двигателем приземляется на Титане, робот собирает различные пробы, перезаправляется и привозит обратно на землю собранные образцы. Никогда раньше не предпринимались такие далекие вылазки за грунтом с возвратом на Землю.

В атмосфере Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна также есть метан, а на поверхности Плутона есть много метанового льда. С помощью метановых ракетных двигателей становятся возможными полеты к этим пока недосыгаемым мирам!

Первые испытания метановых ракетных двигателей прошли успешные испытания, но еще предстоит много сделать для того, чтобы они стали пригодными для применения в реальных условиях. Большой проблемой в разработке метановых двигателей остается вопрос о способности метана к воспламенению. Некоторые виды ракетного топлива воспламеняются спонтанно при применении окислителей, но метану требуется запал. Сделать такой запал очень тяжело на далеких планетах, где температура опускается на сотни градусов ниже нуля. Сейчас ведутся разработки такого запала, который надежно работал бы в любых условиях.

Благодаря настойчивости NASA, эти трудности, конечно же, будут преодолены, и метановые двигатели найдут применение в ракетах будущего. Голубое пламя, вырывающееся из сопла испытанного двигателя лишь первый красивый шаг в сторону межпланетных полетов человечества. Узнай новость первым, скачай новостной информер и загрузи себе на страничку. *Оригинал (на англ. языке): Science.nasa.gov*

15:0516.11.2010 (обновлено: 15:08 16.11.2010)1280

МОСКВА, 16 ноя - РИА Новости. Будущая российская многоразовая ракетно-космическая система, возможно, станет использовать в качестве топлива сжиженный газ - метан, сообщил во вторник журналистам гендиректор КБ химавтоматики Владимир Рачук.

Ранее Центральный аэрогидродинамический институт (ФГУП ЦАГИ) имени Жуковского провел анализ проектных материалов различных вариантов многоразовой ракетно-космической системы (МРКС-1). Наиболее рациональным был признан вариант ГКНПЦ им. Хруничева, включающий в себя семейство многоразовых ракет космического назначения, основанных на модульном принципе и обеспечивающих выведение на низкую околоземную орбиту широкого спектра полезных грузов.

Выступая на конференции "Авиация и космонавтика" в Московском авиационном институте (МАИ), Рачук рассказал, что КБ разрабатывает ракетные двигатели с использованием в качестве топлива кислорода и метана. По его словам, метан значительно дешевле традиционного керосина и обладает большей теплоемкостью.

"Такой двигатель мы будем предлагать для перспективной многоразовой космической системы, которую разрабатывает КБ Хруничева", - сказал Рачук.

МРКС-1 представляет собой частично многоразовую ракету-носитель вертикального старта на основе крылатой многоразовой первой ступени, выполненной по самолетной схеме и возвращаемой в район старта для горизонтальной посадки на аэродром, и на основе одноразовых вторых ступеней и разгонных блоков. Крылатый многоразовый блок первой ступени оснащается маршевыми жидкостными ракетными двигателями многоразового использования.

Возвращаемая первая ступень МРКС-1 позволит обеспечить высокий уровень надежности и безопасности и отказаться от выделения районов падения отделяемых частей, что повысит эффективность выполнения перспективных коммерческих программ. Указанные преимущества представляются крайне важными для России - единственной страны в мире, имеющей континентальное расположение существующих и перспективного космодрома.

Использование многоразовых носителей предполагается не ранее 2025 года.

РИА Новости <http://ria.ru/science/20101116/297028943.html#ixzz362vnUZC6>