

## Старшип улетел в космос и вернулся на Землю



Нынешний полет американской сверхтяжелой ракеты Super Heavy / Starship войдет в историю космонавтики, как первое успешное испытание полностью многоразовой космической системы. Обе ступени космолета погасили свою скорость и приводинлись в установленных планом полета областях Мирового океана. Старшип при этом, как и в третьем испытательном полете, летел без полезной нагрузки в виде спутников, но показал захватывающий фильм о своем старте и прохождении через атмосферу в облаке плазмы.

### **Одноразовые, частично многоразовые и полностью многоразовые носители**

С начала космической эры в 1957 году все ракеты-носители космического назначения (РН, РКН) были одноразовыми, т.е. их ракетные ступени после использования подлежали утилизации - они падали в заранее отведенные районы на поверхности земли и мирового океана, либо оставались на орбите в качестве космического мусора. Конечно, были проекты и многоразовых ракет, как например, российская КОРОНА или американский Dream Chaser, но они оставались всего лишь проектами или в лучшем случае макетами для проведения испытаний без выхода на орбиту Земли.

Реальностью стали частично многоразовые системы, где часть ракетных блоков возвращается на Землю для повторного использования. Первой гиперзвуковой "ласточкой" такого рода стал американский Спейс Шаттл, который, однако, оказался слишком дорогим в опасных в эксплуатации. Он проиграл в соперничестве с традиционными одноразовыми РН, которые производились на конкурентной основе в России, США и других странах мира. Интересной вариацией на тему Space Shuttle стала советская ракета-носитель Энергия, которая могла бы стать, но из-за распада СССР не стала успешным многоразовым носителем:

Космические гонки XX и XXI века, часть 5: время крылатых гигантов

Сейчас частично многоразовые РН с возвращаемой первой ступенью используются частными компаниями в двух странах - это Falcon 9 в США и Electron в Новой Зеландии:

Космические гонки XX и XXI века, часть 8: частный космос Илона Маска

Ракета-носитель сверхлегкого класса "Электрон"

Эти ракеты выполняют основную часть мировых запусков в своих классах. Они обеспечивают заметную экономию средств за счет повторного использования самой тяжелой и дорогой первой ступени, в то время как вторая ступень является расходуемой (одноразовой). В этом компромиссном варианте концепция многоразовости средств выведения пробилла себе путь в мировом ракетостроении.

Следующим шагом стал полностью многоразовый космолет Супер Хэви / Старшип, который 6 июня 2024 года совершил свой первый успешный демонстрационный полет с управляемым возвращением на Землю.

## Испытательный полет Суперхэви / Старшип



Приводнение Super Heavy B11

К своему четвертому полету Старшип модернизировали - так, на нем поставили дополнительные двигатели управления по крену (вращению корабля вокруг продольной оси) и новый сверхпрочный клей для плиток теплозащиты в особо ответственных местах. Было много других видимых и невидимых изменений в конструкции и программном обеспечении, сделанных по итогам третьего испытательного полета.

6 июня 2024 года сверхтяжелая ракета Super Heavy / Starship была заправлена ракетным топливом - жидким метаном и жидким кислородом. В 7 часов 50 минут по местному времени EST (GMT-5) она стартовала с космодрома Starbase в Техасе. Выведение, как и третьем полете, прошло успешно. Один из 33 "Папторов" первой ступени отключился, но для многодвигательной установки это была штатная ситуация компенсируемого отказа.

*Суперхэви / Старшип является второй в истории сверхтяжелой ракетой с десятками ракетных двигателей (РД) на первой ступени, а первой была советская лунная ракета Н-1 ЛЗ. В прошедшем запуске Super Heavy B11 впервые показана возможность штатного выведения такой ракетой с одним отказавшим двигателем. И это, пусть с опозданием на полвека, подтвердила правоту создателей Н-1, которые впервые предложили и реализовали схему резервирования двигательной установки с десятками РД - подобную той, которая сейчас успешно испытывается на сверхтяжелой ракете Space X. Первопроходцы опережают свое время и могут из-за этого терпеть неудачи, но их решению находят свое место в будущем!*

Через 2 мин 44 секунды после старта прошло горячее разделение ступеней и еще через пять секунд центральные РД первой ступени заработали на торможение - опять-таки, кроме одного - работали 12 из 13 двигателей. Супер Хэви полностью погасила свою скорость и мягко вошла в воду Мексиканского залива.

*При штатном использовании ступень Super Heavy должна возвращаться на стартовую площадку в захваты Mechazilla (Мехазилла).*

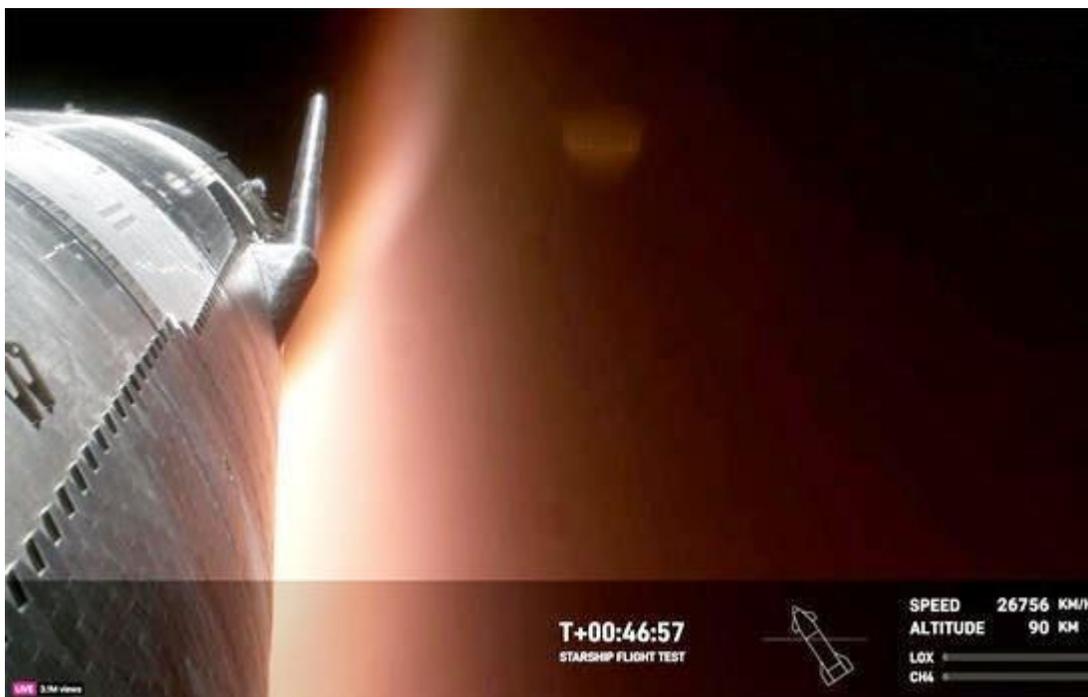
Старшип на свои шести двигателях набрал заданную скорость через 8 минут 23 секунды после старта. Как и в прежних запусках, скорость космолета была выбрана чуть меньше орбитальной для полета в заданный район Мексиканского залива.

Вход в атмосферу стал самой драматичной частью полета. В отличие от предыдущего полета, Старшип удержал ориентацию. Но в процессе аэродинамического торможения на гиперзвуковой скорости раскаленная плазма отрывала от корабля керамические теплозащитные плитки. Корабль спало от полного разрушения только то, что она сделан из стали, более тугоплавкой, чем алюминий. Обгоревший Старшип с поврежденным крылом все-таки сумел включить на торможение три центральных двигателя, сбросить скорость и выстроить ориентацию перед приводнением.

## **Значение испытательного полета Суперхэви / Старшип**

Программа испытательного полета была выполнена полностью - она была призвана показать возможность управляемого возвращение обеих ступеней космолета на Землю и показала это. Повторное использование ступеней не предусматривалось, поскольку контакт с морской водой

выводит из строя автоматику ракетных двигателей - впереди новые испытательные полеты с посадкой на сушу. Но управляемое возвращение всех ракетных ступеней состоялось - за одним маленьким исключением, т.к. был сброшен переходный отсек горячего разделения ступеней (это является временным решением).



Возвращение Starship S29

При испытании подтвердилась нерешенная пока проблема с недостаточной прочностью теплозащиты, особенно в районе крылышек с их сложной геометрией. А также велики на затраты возвращение перетяжеленного космического аппарата. Маск признался, что нынешний Старшип сможет выводить на орбиту только 50 тонн полезной нагрузки, что вдвое меньше ранее заявленных 100 тонн. Т.е. МюПН (отношение стартовой массы ракеты к массе выводимых спутников составляет  $50 / 5000 = 1\%$ , примерно как у "Шаттла"). Для сравнения, частично многоразовый Falcon 9 обеспечивает МюПН  $17.4 / 549 = 3.17\%$ . Полная многоразовость по-прежнему обходится слишком дорого, поэтому нынешний Старшип - это лишь полноразмерный макет будущего многоразового космолета. Он призван показать техническую работоспособность идеи, что и было сделано. А дальше предстоит серьезная работа по доработке космолета по технической и в особенности - по экономической части.

*Пока что экономика Старшипа выглядит неубедительно для тех, кто в ней разбирается. Так японский миллиардер Юсаку Маэдзава только что отменил свою запланированную миссию dearMoon по облету Луны, для которой забронировал ракету SpaceX - формально из-за задержки намеченного на 2023 год старта. Но в компании Илона Маска смотрят в будущее с оптимизмом. "Мы продолжаем быстро превращать Starship в полностью многоразовую транспортную систему, предназначенную для доставки экипажа и грузов на орбиту Земли, Луны, Марса и за ее пределы" - так подвели итоги испытательного полета в компании SpaceX.*

Испытывая Суперхэви / Старшип, американская компания SpaceX соревнуется с проектами новых частично многоразовых ракет на метановом горючем - проектом "Нейтрон" от создателей "Электрона" и Алой птицей ZQ-3 китайской компании LandSpace. В то время как государственный космос продолжает использовать одноразовые ракеты-носители, которые в обозримом будущем станут достоянием истории. И нам еще предстоит увидеть в деле недорогие многоразовые ракеты!