

ТЕХНИКА И НАУКА

ТН / 4 / 1987

ДИАЛОГ
С МОЛОДЫМ
ИНЖЕНЕРОМ:
СТИМУЛЫ
ТВОРЧЕСКОЙ
РАБОТЫ

КАК ВСТРЕТИТ НАС ФОБОС! (С. 44)



А ЗАВТРА — ИНЖЕНЕРЫ (С. 18)



ЧТО МОЖЕТ СТУДЕНТ? (С. 20)



«В осуществлении [на первых порах в разработке отдельных технических деталей] этой идеи можешь принять участие уже сегодня и ты, наш читатель, — говорилось в обращении «От редакции» газеты «Знамя юности» [орган ЦК ЛКСМ Белоруссии] в номере от 19 декабря 1986 года. — Старшеклассники, студенты, молодые специалисты, научные работники, все, кого заинтересовал проект А. Юницкого, могут стать членами общественного комитета по проблемам безракетных космических транспортных систем, созданного по инициативе секции «Ракетно-космическая техника» Федерации космонавтики СССР при Гомельском областном совете научно-технических обществ».

За три десятилетия, прошедших после запуска нашей страной первого искусственного спутника Земли, в космос выведено около 10 тысяч тонн «полезной нагрузки». Много это или мало? Сегодня «трудоёмкий космос» начинается в 300 километрах от поверхности планеты. Там летают большинство орбитальных станций и спутников. Если провести аналогию с наземным транспортом, то на расстояние 300 километров за те же 30 лет такое же количество груза перевезет одна крепкая телега с парой хороших лошадей. И получается, что на одной чаше весов — транспортный эквивалент всего лишь одной телеги, на второй — сотни миллионов рублей и долларов, затраченных на эту космическую «телегу», и титанический многолетний труд сотен тысяч рабочих, инженеров, ученых. Труд, который не под силу экономике многих даже развитых стран.

Уже сегодня ракетный транспорт близок к пределу своих возможностей, как с экономической, так и с технической и экологической точек зрения. Например, подсчитано, что только 85 частых запусков орбитального корабля типа «Шаттл» приведут

В КОСМОС —

Мы публикуем статью А. Юницкого, в которой автор рассказывает о своей оригинальной инженерной идее. Суть ее в том, чтобы выводить на околоземную орбиту миллионы тонн грузов без использования ракет. А. Юницкого активно поддерживали молодые энтузиасты — он выступал перед комсомольцами на собрании в Институте механики металлополимерных систем АН БССР, в Центральном райкоме комсомола г. Гомеля. Такая поддержка объясняется не только энтузиазмом

молодости, но и убедительностью экономических выкладок, с которыми познакомил своих слушателей председатель общественного комитета НТО. Ведь затраты по предлагаемому проекту находятся на том же уровне, что и на рейгановскую программу звездных войн — СОИ. Если бы удалось объединить усилия стран с различным общественным строем в мирном освоении космоса, то «безракетный» вывод на орбиту мог бы стать реальностью в ближайшем будущем.

к катастрофическому и необратимому разрушению озонового слоя планеты продуктами сгорания ракетного топлива. А вывести в космос «Шаттлом» можно не более 10 тысяч тонн грузов в год.

Закономерно возникает вопрос: а зачем нам вообще нужно отправлять грузы в космос, раз это дается человечеству так баснословно дорого? Все дело в эффективности многих космических технологий. Ведь для большинства технологических процессов идеальными являются «нулевые» параметры окружающей среды: отсутствие силы тяжести (то есть невесомость) и отсутствие газовой среды (то есть вакуум). Между тем получить глубокий и сверхглубокий вакуум в объеме, равном одному кубометру, на Земле стоит дороже, чем выплавить кубометр стали или добыть тонну нефти. В то же время у нас над головой, всего на расстоянии 300 километров, вакуум бесплатен и бесконечен. А невесомость на планете вообще нельзя получить, не считая кратких мгновений свободного падения.

Что дадут для той же выплавки стали указанные технологические пара-

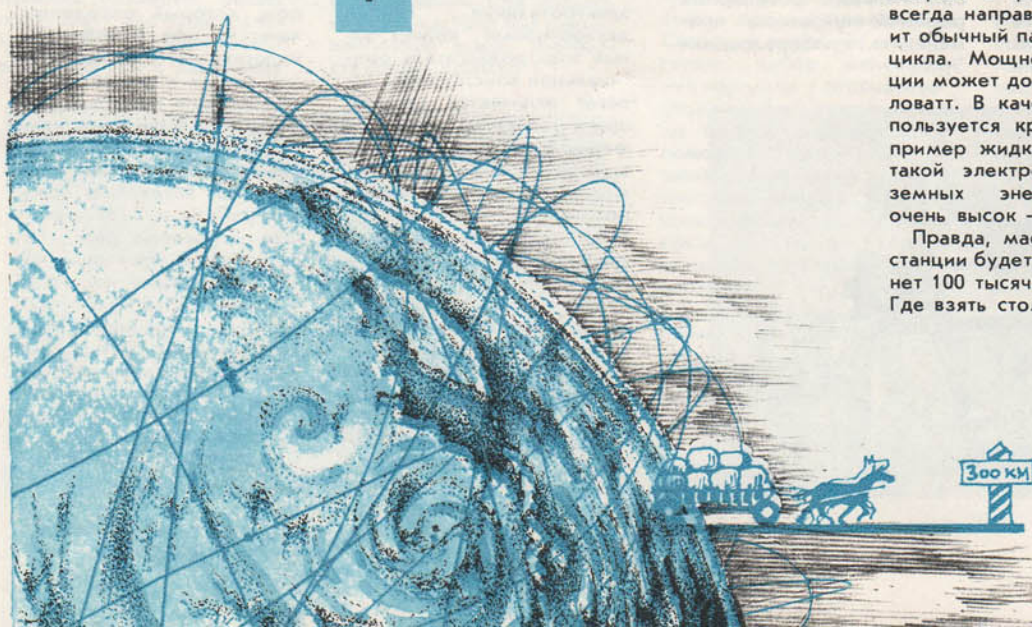
метры — невесомость и вакуум? Повышение эксплуатационных характеристик на порядок. Тогда нашей стране, например, понадобится выплавлять не 150 миллионов тонн стали в год, как сегодня, а только 15 миллионов тонн. Легковой автомобиль из тончайших и прочных стальных листов тогда был бы легче мотоцикла и расходовал на 100 километров пути намного меньше горючего. Или взять ту же коррозию. За 10 лет вся выплавляемая в мире сталь превращается в ржавчину. Конструкции же из чистого, «космического» железа будут служить так же долго, как знаменитая железная колонна в Индии.

Кроме невесомости и вакуума, в космосе есть и другие труднодоступные на Земле технологические ресурсы: сверхнизкие и сверхвысокие температуры, мощная радиация. А энергетические ресурсы там беспредельны. Они могли бы обеспечить все человечество. С одного квадратного километра освещенной Солнцем поверхности можно получить до миллиона киловатт мощности.

Представьте себе ажурный каркас в виде параболоида, на который натянута светоотражающая пленка площадью несколько квадратных километров. В фокусе этого отражателя, всегда направленного на Солнце, стоит обычный парогенератор замкнутого цикла. Мощность такой электростанции может достигать 10 миллионов киловатт. В качестве рабочего тела используется криогенная жидкость, например жидкий азот. Поэтому и КПД такой электростанции в отличие от земных энергетических установок очень высок — 80%.

Правда, масса одной такой энергостанции будет внушительной — достигнет 100 тысяч тонн. Как ее построить? Где взять столько материалов?

1



БЕЗ РАКЕТЫ

Если в космосе производить хотя бы один процент сегодняшних конструкционных материалов или 50% вырабатываемой сейчас на планете энергии, то геокосмический грузопоток должен быть минимум 10 миллионов тонн в год. Для выведения такого количества груза на орбиту, скажем, к 2000 году кораблями типа «Шаттл» при интенсивности запусков 60 в год эту программу нужно было бы начать осуществлять раньше, чем в Древнем Египте приступили к строительству пирамиды Хеопса. А выводить столько грузов в течение года — вовсе нереально! Словом, ракетами этого не сделаешь. Но тогда как?

Специалисты возлагают надежды на электромагнитную катапульту, но она не намного лучше ракеты. Например, мощность разработанной в США катапульты, имеющей длину вакуумируемого туннеля 6,4 километра и стоимость около 10 миллиардов долларов, — 500 миллионов киловатт. Такова мощность всех электростанций США. Масса же вольфрамового снаряда, отправляемого в космос (другой материал не выдержит возникающих при этом нагрузок), — всего одна тонна.

Не спасут положения и «космический лифт», и «космический конвейер», изобретатели которых предлагают крепить их к спутникам на геостационарных орбитах. Для сооружения каждого из таких подъемников потребуются сотни миллионов тонн сверхпрочного материала, еще не полученного на Земле, которые каким-то образом должны быть доставлены на орбиту, так как строительство этих сооружений нужно осуществлять из космоса.

И все же решение этой, казалось бы, нерешаемой инженерной проблемы есть. Обеспечит его система, которую мы назвали «Общепланетное транспортное средство» (ОТС).

Представьте себе ажурную эстакаду типа переходов через железнодорожные пути, идущую за горизонт в

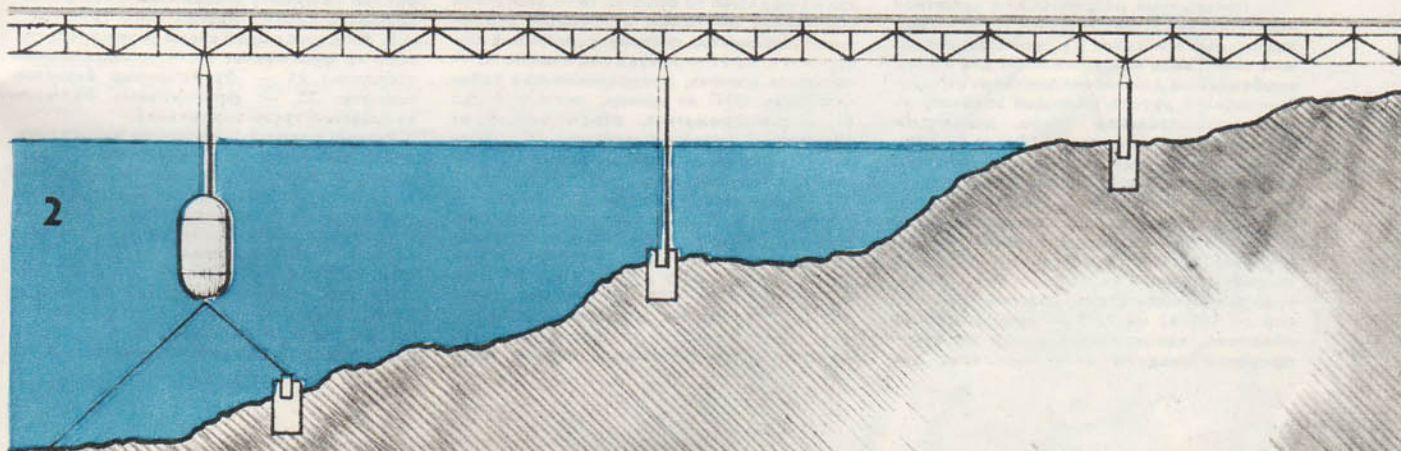


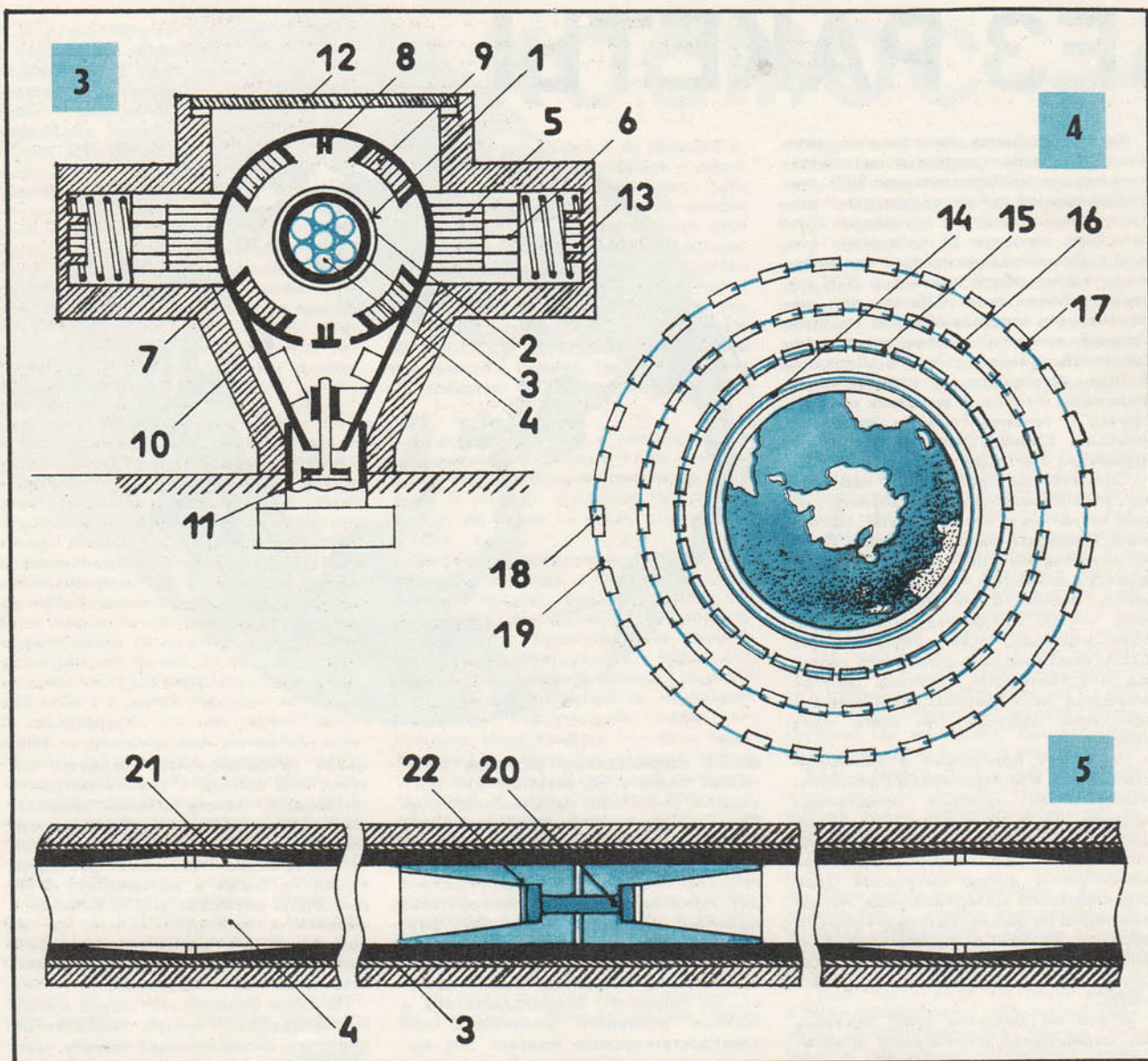
обоих направлениях. Эстакада охватывает планету по экватору или проходит в плоскости, параллельной ему. Она повторяет крупный рельеф местности, но не зависит от микрорельефа. Над водными просторами, которые протяженнее суши, эта конструкция будет поддерживаться на заякоренных плавучих платформах-понтонах, размещенных ниже поверхности воды.

Эстакада предназначена для размещения пути, представляющего собой статор линейного электродвигателя и систему основного магнитного или электростатического подвеса для выводимого в космос груза. Ему придана форма кольца с диаметром поперечного сечения 100 мм. Это кольцо-ротор находится внутри герметичной, легкой, тонкостенной оболочки с поперечником около 300 мм. В коль-

цевой трубе-оболочке создается вакуум, она вместе с грузом-ротором, опоясывает планету и, таким образом, имеет длину 40 тыс. км. Ротор, предназначенный для выведения в космическое пространство, может формироваться из сырья и материалов, которые будут переработаны в космосе в изделия и конструкции, или же из конструктивных элементов, полуфабрикатов, необходимых для строительства различных сооружений.

Но каким образом этот ротор, к тому же находящийся внутри герметичной оболочки, опоясывающей планету, выйдет на орбиту? Происходит это так. Сначала включают линейный электродвигатель и систему подвеса. Поднявшийся к центру оболочки ротор приходит внутри нее в движение и, соответственно, во вращение вокруг планеты. Ротор





1. Общепланетное транспортное средство [ОТС]. Ротор за пределами атмосферы, на круговой орбите, на высоте примерно 500 км.

2. Эстакада ОТС.

3. Поперечный разрез ОТС с защитной вакуумируемой оболочкой: 1 — ротор, выводимый в космос; 2 — электропроводный слой [медь или алюминий] для токов, необходимых для «подвешивания» ротора; 3 — корпус ротора (несущий элемент) — например, стальная труба диаметром 100 мм и толщиной стенки 10 мм; 4 — полезный груз в виде сердечника [руда, металлы, полимерные материалы, проволока, арматурные стержни, и т. п.]; 5 — магнитный подвес для подъема ротора в центр оболочки при скоростях менее 8 км/с и для удержания его от подъема вверх при скоростях выше 8 км/с; 6 — статор линейного электродвигателя, разгоняющий ротор до 10–12 км/с; 7 — вакуумируемая оболочка, изолирующая ротор от атмосферного воздуха; 8 — пирозаряд для

разделения оболочки 7 на высоте около 100 км на две части, возвращаемые на парашютах на Землю; 9 — автономный магнитный подвес, препятствующий касанию движущегося ротора стенок оболочки во время подъема на орбиту; 10 — хвостовой обтекатель оболочки, в котором размещены парашюты, система управления полетом и т. п.; 11 — вакуумный клапан; 12 — защитная крышка, предохраняющая рабочую зону ОТС от дождя, пыли и т. д.; 13 — электромагнит, отодвигающий от оболочки 7 линейный двигатель 6 и подвес 5 и освобождающий оболочку от крепления к эстакаде.

4. Этапы выведения на орбиту: 14 — ротор после сброса вакуумируемой оболочки 7 (высота около 100 км; растяжение ротора и оболочки — 1,57%); 15 — разделение корпуса 3 ротора на фрагменты длиной 100–1000 км (высота около 150 км; растяжение примерно 2%); 16 — разделение колец 4, состоящих из полезного груза, на фрагменты длиной 100–

1000 км; 17 — фрагменты полезного груза, в виде телескопических элементов, на расчетной круговой орбите (высота — до 6 400 км); 18, 19 — фрагменты корпуса ротора и кольцевого груза, которые при переводе на орбиту с перигеем 6 400 км отделяются друг от друга.

5. Конструктивная схема разделения ротора на фрагменты: 20 — калиброванный стержень; 21 — фрикционные башмаки корпуса; 22 — фрикционные башмаки кольцевого груза-сердечника.

Разрыв корпуса 3 ротора на высоте около 150 км происходит в сечениях А — А, отстоящих друг от друга на 100–1000 км [в этих сечениях стенка более тонкая, ослабленная]. Груз-сердечник 4 разделяется на фрагменты в сечениях Б — Б за счет разрыва калиброванных стержней 20. Фрикционные башмаки необходимы для плавного гашения энергии растянутых фрагментов корпуса и груза-сердечника при сокращении их длины.

6. Общий вид грузопассажирского ОТС.

движется все быстрее и быстрее и, как только достигает первой космической скорости порядка 8 км/с, становится невесомым (в зависимости от подводимой мощности он достигнет этой скорости через несколько часов или дней работы двигателя). Но скорость продолжает расти, возникает центробежная сила, стремящаяся расширить ротор-кольцо, разорвать его. Когда скорость достигнет 10 км/с, отключают линейный двигатель и систему подвеса. Теперь ничто не противодействует центробежным силам. Освобожденный ротор вместе со своей оболочкой переходит на более высокую круговую орбиту. Почему же они при этом не разрываются? Дело в том, что оболочка с ротором представляют собой легко деформируемое кольцо, опоясывающее планету. По мере увеличения диаметра этого кольца, оно удлиняется всего на 0,157 процента на каждые 10 километров подъема над Землей. Такое удлинение без нарушения сплошности материала оболочки и ротора легко достижимо. Например, относительное удлинение до разрыва образцов из стали достигает 12—35 процентов.

Ротор, продолжающий вращаться по инерции, плавно увеличивается в диаметре, пока целиком не окажется за пределами атмосферы и не выйдет в ближний космос, затратив на этот путь несколько десятков минут. Хотя вращающийся ротор будет иметь скорость метеора, он не сгорит в атмосфере, поскольку защищен вакуумированной оболочкой. Он не задевает за ее стенки, так как оболочка имеет систему автономного магнитного подвеса относительно ротора (при нанесении на ротор специальной абляционной защиты он может выпускаться с эстакады без трубы-оболочки, непосредственно в атмосферу). После выхода из плотных слоев атмосферы оболочка разделяется на части и сбрасывается обратно на Землю на парашютах для повторного использования, ротор тоже разделяется по длине на отдельные фрагменты, связанные друг с другом телескопическими соединениями, либо движущиеся по независимым орбитам.

При диаметре поперечного сечения ротора 100 миллиметров и плотности упаковки полезной нагрузки 3,2 грамма на кубический сантиметр масса ротора составит 25 килограммов на погонный метр, а его общая масса — один миллион тонн.

Первый же запуск ротора образует вокруг Земли на высоте 500—1 000 километров или выше кольцевую структуру, которая в дальнейшем послужит основой для создания индустриального «ожерелья» планеты и свяжет транспортными и энергетическими коммуникациями в единую систему создаваемые в космосе заводы, фабрики, энергетические установки и жилые комплексы. Последующими запусками ротора в космос будут доставлены элементы солнечных электростанций, на-

пример, свернутые в рулон и размещенные внутри ротора пленочные отражатели, а также стержни для сооружения каркаса станций, каждая из которых будет иметь площадь в десятки квадратных километров. Одного запуска ротора будет достаточно, чтобы доставить материалы для сооружения солнечных электростанций общей мощностью около 100 миллионов киловатт. Вырабатываемая на них энергия будет затем использоваться для нужд разворачивающегося на орбите космического производства, а также частично будет передаваться на Землю для нужд ОТС. Транспортировать энергию можно в плоскости экватора с помощью микроволновых электромагнитных излучателей, при этом в качестве принимающей антенны будут использоваться металлические пролеты эстакады ОТС.

Объем геокосмических перевозок и, соответственно, темпы индустриализации космического пространства будут определяться лишь электрической мощностью, потребляемой ОТС. Например, при энергетическом КПД ОТС, равном 50 процентам, каждые 10 миллионов киловатт мощности обслуживающих электростанций обеспечат выведение 2 миллионов тонн грузов на орбиту ежегодно.

Общая стоимость ОТС, эстакада которой должна пройти по территории десятка стран, может быть оценена в 200—500 миллиардов долларов (5—12 миллионов долларов за километр), а масса его металлоконструкций — в 100 миллионов тонн (ежегодная выплавка стали в СССР превышает 100 миллионов тонн). Поэтому строительство ОТС в течение 10 лет под силу даже одной стране, не говоря уже о мировом сообществе, если вспомнить, что, например, США ежегодно тратят на гонку вооружений около 300 миллиардов долларов. При стоимости электрической энергии 1 цент за киловатт-час себестоимость выведения грузов на орбиту

с помощью ОТС будет менее одного доллара за килограмм, что в тысячу раз дешевле в сравнении с ракетным транспортом.

После того как грузовое общепланетное транспортное средство вступит в строй и начнется индустриализация космического пространства, потребность в геокосмических перевозках будет резко расти. Вначале эта потребность будет удовлетворяться путем увеличения поперечного сечения ротора и его массы, а также увеличения частоты запусков. Одновременно с этим возрастет потребность в пассажирских перевозках, которую ракетно-космический транспорт удовлетворить уже не сможет. Тогда будет осуществлена первая реконструкция ОТС. Ротор будет изготовлен не из доставляемых в космос полезных грузов, а выполнен стационарным, с массой порядка 20 миллионов тонн (500 килограммов на погонный метр). Линейный двигатель и система магнитного подвеса ротора будут размещены не на эстакаде, а в стенах вакуумируемой оболочки. Это позволит оболочке вместе с ротором выходить на расчетную круговую орбиту и доставлять на внешней подвеске специальные пассажирские и грузовые контейнеры. За один рейс можно транспортировать в космос миллионы тонн грузов и многочисленных пассажиров. Расходуя 100—200 миллиардов долларов в год (эти средства можно иметь, отказавшись от расходов на гонку вооружений), человечество к 2050 году сможет завершить индустриализацию ближнего космоса, куда будет вынесена к тому времени основная часть промышленности и энергетики планеты.

А. ЮНИЦКИЙ,
председатель комитета Гомельского областного совета НТО и Федерации космонавтики СССР по проблемам безракетных транспортных космических систем

