

А.Э. Юницкий

МАЛАЯ И БОЛЬШАЯ ФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОБЩЕПЛАНЕТНОГО
ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В КАЧЕСТВЕ КОЛЬЦЕВЫХ ГИПЕР-
НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ.

Гомель 1988

О г л а в л е н и е

| | стр |
|--|-----|
| I. Введение..... | 3 |
| 2. Конструкция ГКТС, используемой в качестве аккумуляторной электростанции..... | 6 |
| 3. Функционирование ГКТС в качестве аккумуляторной электростанции..... | 7 |
| 4. Техничко-экономическое обоснование ГКТС, используемой в качестве аккумуляторной электро- станции..... | 9 |
| 5. Функционирование ГКНТ в качестве средств доставки в космос полезной нагрузки..... | 16 |
| 6. Основные технико-экономические показатели ГКТС, используемой в качестве средства доставки в космос полезной нагрузки..... | 19 |
| 7. Сравнение ГКНТ с другими геокосмическими транспортными системами..... | 21 |
| 8. Малая и большая физические модели общепланетного транспортного средства в качестве гипернакопи - телей энергии..... | 23 |
| 9. Литература..... | 26 |
| 10. Рисунки..... | |

I. ВВЕДЕНИЕ

В современной международной обстановке вопрос о предотвращении милитаризации космического пространства приобрел неотложный характер. Гонка космического вооружения может навсегда закрыть для человечества возможность использования космического пространства как средства решения жизненно важных энергетической, сырьевой, экономической и др. глобальных проблем современности. Если милитаризацию космоса не остановить, то к началу следующего тысячелетия человечество, включая и нашу страну, которая вынуждена будет принять ответные меры, может безвозвратно утратить материальные и интеллектуальные ресурсы на сумму в несколько триллионов долларов, затраченные на реализацию программы "Звездных войн". При этом под угрозу будет поставлено само существование нашей цивилизации.

Общепризнано, что направление этих гигантских средств на мирное освоение космоса способно снять остроту глобальных проблем, в том числе политики распространения гонки вооружений на космическое пространство. Однако мирные планы таких масштабов станут реальными только в том случае, если будет решена очень сложная задача снижения себестоимости геокосмических перевозок примерно в тысячу раз, т.е. до уровня, близкого к себестоимости современных наземных перевозок, а также если будет решена не менее сложная и важная проблема снятия экологических ограничений на рост объемов транспортировки грузов с Земли в космос. Только тогда космос с его богатейшими энергетическими и сырьевыми ресурсами и специфическими условиями для производства уникальных материалов и изделий может быть включен в сферу крупномасштабного и высокорентабельного производства промышленной продукции на уровне объемов современного мирового производства.

Перечисленным требованиям удовлетворяет принципиально новая ракетная геокосмическая кольцевая транспортная система (ГКТС). Прежде, чем перейти к изложению технической сущности ГКТС, необходимо обратить внимание на следующее.

Использование нетрадиционной схемы говорит о том, что она малоизвестна, либо совсем неизвестна специалистам. Это однозначно указывает на то, что по своей проработанности, технико-экономическому обоснованию, убедительности приводимых доводов она уступает тем схемам, на которые сориентированы сегодня специалисты. А необходимость затрат многих миллиардов рублей в ближайшие 10-15 лет вызывает вполне естественные, а порой и категоричные сомнения - слишком велик риск увести специалистов в сторону, затратить огромные средства и в результате получить неработоспособную систему. В то же время ошибка специалистов относительно целесообразности осуществления и работоспособности ГКТС приведет к не менее серьезным последствиям. Для того, чтобы исключить такой риск, необходимо привлечь к рассмотрению проблемы развития энергетики нашей страны.

Известно, что суммарная мощность электростанций СССР приближается к 300 млн.кВт/1, стр. 67/. При этом для нормального функционирования энергосистемы 12...18% мощностей генераторов являются резервными на случай аварий в системе, запланированных ремонтов энергетических блоков и т.п. (1, стр.174). В рассматриваемом случае мощность резерва составляет примерно 50 млн. кВт, а его стоимость может быть оценена в 25 млрд.руб. Кроме того, для покрытия пиковых нагрузок и уменьшения потерь электрической энергии, вырабатываемой электростанциями в ночные часы суток, строятся гидроаккумулирующие электростанции, суммарная мощность которых в ближайшем будущем будет доведена до десятков миллионов киловатт. Это позволит не только экономить энергию, но и улучшать

ее качество (несоответствие параметров электрического тока стандартной частоте и напряжению приводит к потере свыше 10 млн. кВт мощности и многомиллиардным убыткам). Таким образом, при существующих тенденциях в развитии энергетики к 2000 году в нашей стране суммарное недоиспользование мощностей электростанций достигнет 100 млн. кВт (в США уже сегодня такие потери мощности превысили 200 млн. кВт/2/).

Указанные проблемы автоматизируются, если вся энергосистема будет подключена не непосредственно к электростанциям, а к специальному аккумулятору энергии. Тогда потребление энергии не будет зависеть от работы электростанций, а работа электростанций — от потребления электричества в сети. Для этого энергетическая емкость такого аккумулятора должна быть порядка 1 млрд. кВт час, а пиковая мощность — порядка 300 млн. кВт. Тогда вообще будет исключена вероятность наиболее тяжелой, так называемой системной аварии, когда из-за аварии на одной из электростанций начинается лавинообразное отключение остальных энергоблоков и происходит "развал" всей электрической системы. Кроме этого отпадает необходимость в строительстве электростанций общей мощности в 100 млн. кВт, а это — мощность двадцати крупных электростанций мощностью 5 млн. кВт каждая.

Функции гипер накопителя электрической энергии и может взять на себя предлагаемая ГКТС. Поэтому именно с такой точки зрения она и будет в первую очередь рассмотрена*.

*Проект ГКТС уже рассматривался в мае 1986 г. на уровне отраслевого отдела ЦК КПСС, при этом все сомнения специалистов относились к непроработанности вопроса прохождения направляемых в космос снарядов атмосферного участка пути. Если же будет показано, что ГКТС с лихвой окупит себя независимо от того, будет она направлять в космос снаряды или нет, при этом если ее разработка может быть осуществлена не в ущерб существующим военным программам, а будет продиктована нуждами энергетики страны, то отказ от детальной проработки проекта в сжатые сроки, реализация которого может дать экономию около 100 млрд. руб., был бы просто неразумным шагом.

2. КОНСТРУКЦИЯ ГКТС, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В КАЧЕСТВЕ АККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ГКТС представляет собой кольцевую структуру с диаметром кольца порядка 100 км (рис.1), размещенную под землей на глубине 100...3000 м в зоне наибольшего энергопотребления, например, вокруг Москвы. На рис. 2 ГКТС показана в разрезе, вид сверху. Она представляет собой вакуумируемый кольцевой канал 1 с поперечным диаметром 300...500 мм, в котором размещен кольцевой ротор 2, имеющий диаметр поперечного сечения 100...300 мм.

В поперечном разрезе ГКТС представляет собой (рис.3) трубчатый вакуумируемый канал 1, стенка которого выполнена из диэлектрика или парамагнетика, например, из неэлектропроводного композиционного материала на основе полимера, свободно пропускающего магнитное поле идущих вдоль канала двухсторонних линейного асинхронного электродвигателя 3 и системы 4 магнитного подвеса ротора 2. Ротор состоит из сердечника 5 и нанесенного на него слоя 6 из высокоэлектропроводного материала (медь, алюминий, сверхпроводник). В зависимости от выполняемых функций сердечник может быть выполнен, например, в виде непрерывного металлического (стального, медного или другого) стержня (при использовании ГКТС только в качестве аккумулирующей электростанции), или набран по длине из состыкованных друг с другом специальными стыковочными узлами отдельных снарядов длиной 1...10 м каждый (при использовании ГКТС в качестве аккумулятора энергии и средства выведения полезной нагрузки в космическое пространство). ГКТС размещена в тоннеле 7 диаметром 2...3 м, необходимом для размещения обслуживающего персонала и техники.

3. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ГКТС В КАЧЕСТВЕ АККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Включают систему 4 магнитного подвеса (рис.3) и ротор завивает, не касаясь стенок канала I, а на обмотки статора линейного электродвигателя 3 подают переменный электрический ток, в результате чего в зазоре между нижней и верхней обмотками статора возникает бегущее вдоль ротора магнитное поле, образуемое многофазными токами обмоток статора. В электропроводном слое б ротора, который может быть выполнен комбинированным, типа сэндвич (со стальной подкладкой для увеличения магнитной проводимости) наводятся поперечные электрические токи. Наведенные токи взаимодействуют с бегущим магнитным полем статора, в результате чего возникает механическая сила тяги, приложенная равномерно вдоль канала^ж Ротор по всей своей длине придя в движение, постепенно набирает расчетную скорость движения по кольцевому каналу.

При прекращении подачи электрической энергии на обмотки линейного двигателя ротор будет продолжать свое движение, которое может длиться месяцами, по инерции. В зависимости от расчетной скорости движения воздух из канала должен быть откачан до давления 1...100 Па (более глубокий вакуум не нужен, т.к. ротор при своем движении не будет испытывать лобового сопротивления, а трение воздуха о боковую поверхность ротора при таком разрежении будет незначительным).

Для возврата обратно в сеть аккумулялированной в ГКТС электрической энергии включают обратимый электродвигатель 3 на генераторный режим, при этом ротор будет тормозить свое движение, а обмотки статора двигателя будут вырабатывать электрическую энергию.

^жОписанный принцип работы аналогичен работе линейного привода высокоскоростного наземного транспорта /3/, который находит все более широкое применение, например, в Японии.

В табл. I представлена энергоемкость ГКТС, имеющей диаметр кольца 200 км и КПД линейного электродвигателя 90%, при различной скорости движения и линейной массе ротора.

Таблица I

Энергоемкость ГКТС

| Линейная масса ротора, кг/м | Энергоемкость ГКТС в зависимости от расчетной скорости движения ротора, млн.кВт х час | | | |
|-----------------------------|---|--------|---------|---------|
| | 1 км/с | 5 км/с | 10 км/с | 15 км/с |
| 10 | 0,78 | 20 | 78 | 180 |
| 100 | 7,8 | 200 | 780 | 1800 |
| 1000 | 78 | 2000 | 7800 | 18000 |

Анализ данных, приведенных в табл. I, показывает, что, например, при массе ротора 100 кг/м и его скорости движения 10 км/с ГКТС сможет аккумулировать 780 млн.кВт х час электрической энергии, что позволит отдавать обратно в сеть мощность в 100 млн. кВт в течение 7,8 час. Таким образом, подобная ГКТС, включенная в единую энергетическую систему СССР, например, в Европейской части страны, сможет сделать ее работу практически идеальной: электростанции смогут работать круглый год в одном и том же оптимальном режиме, отпадает необходимость в резервах мощностей, напряжение тока и его частота в сети будет строго соответствовать стандарту и т.п. При этом для удовлетворения одних и тех же нужд народного хозяйства потребуется на 100 млн.кВт меньше мощностей электростанций, т.е. строительство одной ГКТС будет эквивалентно для народного хозяйства строительству 20 крупных электростанций мощностью 5 млн.кВт каждая (при стоимости, на порядок меньшей).

Если сравнить характеристики ГКТС с возможностями гидроаккумулирующих электростанций, то для получения мощности в 100 млн. кВт через турбины последних в течение многих часов ежесекундно должно пропускаться со скоростью 50 м/с 80 тыс.м³ воды (для срав-

нения: средний расход самой многоводной реки СССР Енисея составляет $19,8 \text{ тыс. м}^3/\text{с}$) – сооружение подобного каскада станций в Европейской части СССР нереально.

А ведь ГКТС сможет дать в течение, например, часа мощность в 1 млрд. кВт и выше, что равно мощности всех электростанций мира. Такие мощности нужны, например, для проведения уникальных научных экспериментов, либо понадобятся, например, для накачки сверхмощных лазеров, которые смогут работать в таком случае в непрерывном, а не в импульсном режиме, при этом отпадет необходимость в ядерных устройствах для накачки. Кроме того, такие мощности могут понадобиться для усиленно разрабатываемых в последнее время лазерных реактивных двигателей /8/. Электрические нагрузки на ГКТС при этом будут приемлемы: 1600 кВт/м.

4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ГКТС, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В КАЧЕСТВЕ АККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

4.1. КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ

В проекте высокоскоростного подземного транспорта "Планетран" (США), который должен связать восточное и западное побережье страны, расчетная скорость движения поездов с линейным приводом и магнитным подвесом составляет около 3 км/с /3, стр.39/. Ожидаемая стоимость двухпутной системы, выполненной в виде двух вакуумированных тоннелей диаметром свыше 3 м каждый – 20 млн. долларов за 1 км со всеми обустройствами и сопутствующими системами смежного функционирования.

Учитывая, что поперечный размер тоннеля ГКТС значительно меньше (порядка 2 м), а вакуумируемая его часть вообще на порядок меньше (поперечник до 0,5 м), и то, что она является однопутной системой, ее стоимость с явным завышением может быть принята в 10 млн. руб на 1 км, а при диаметре кольца 200 км общая стоимость

ГКТС составит примерно 6 млрд.руб.

При внутреннем поперечном диаметре тоннеля 2 м и толщине железобетонной стенки 0,3 м объем вынутого грунта при строительстве ГКТС составит около 5 млн.м³, а расход бетона - 1,5 млн.м³ (для сравнения: при возведении плотины Саяно-Шушенской ГЭС было вынуто 2 млн.м³ мягкого грунта и 3,8 млн.м³ скального грунта и расходовано 9,6 млн.м³ бетона). На том же уровне, что и для мощной ГЭС, будет расход металлов на сооружение ротора ГКТС и его электрических систем.

Требования к точности сооружения тоннеля ГКТС будут более низкими, чем в строящемся в настоящее время тоннеле для нового Серпуховского ускорителя заряженных частиц (диаметр тоннеля 5 м, длина 20,7 км), в котором отклонения от заданной оси не должны превышать нескольких сантиметров /13/.

4.2. ЛИНЕЙНЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ И МАГНИТНЫЙ ПОДВЕС.

Технология разгона тел до космических скоростей неракетным способом в настоящее время достаточно хорошо исследована. Проходят отработку и испытания наземные транспортные средства с движением экипажей на субкосмических скоростях в специальных вакуумированных подземных или подводных тоннелях. Американская корпорация "Рэнд" провела исследования, показавшие возможность движения пассажирских поездов на магнитном подвесе со скоростью свыше 3 км/с /4/. Скорость движения ограничивается только соображениями комфорта, а не техническими трудностями, так как при более высоких скоростях наступает состояние, близкое к состоянию невесомости.

Коэффициент полезного действия линейного электродвигателя и систем магнитного подвеса достаточно высок /3/. Например, КПД линейного асинхронного двигателя с алюминиевым ротором составляет 88%, со стальным - 70% /5, стр.76/. В ГКТС может быть использован подвес ротора как с помощью постоянных магнитов, так может

быть применена и электродинамическая магнитная подвеска, которая в настоящее время достаточно хорошо разработана и в ряде стран широко используется на железнодорожном транспорте. Такой подвес обеспечит подвешивание ротора при зазорах до 200...300 мм. Задача создания эффективного магнитного подвеса упрощается тем, что ротор в ГКТС размещен в замкнутом объеме с небольшими поперечными размерами, в котором могут быть созданы замкнутые магнитные поля большой мощности и с небольшими потерями энергии. Такая задача упрощается еще и потому, что ротор и линейный двигатель в ГКТС имеют бесконечную длину, поэтому исчезают краевые эффекты, которые приводят к значительным потерям энергии в других видах транспорта при разгоне тел ограниченной длины. Кроме этого, высокая расчетная скорость движения ротора способствует снижению тормозных потерь, создаваемых электромагнитным подвесом. Например, при скоростях выше 100 м/с тормозная сила начинает уменьшаться, асимптотически стремясь к нулю /3, стр.100/.

При использовании в ГКТС явления сверхпроводимости ее энергетическое КПД будет близко к 100%. В таком случае может быть использован линейный синхронный двигатель, где сверхпроводящий слой в роторе (рис.3) будет выполнять функцию обмотки сверхпроводящего электромагнита, который способен создавать огромную намагничивающую силу при зазорах между ротором и статором в десятки сантиметров.

Особую важность при космических скоростях движения имеет надежность магнитного подвеса, так как его отказ приведет к катастрофическим последствиям. Однако при использовании электродинамического подвеса такой отказ исключен - подобная система может быть обесточена только при остановке ротора. При скоростях движения порядка 10 км/с на участках с отключенным магнитным подвесом ротор будет двигаться практически по прямой линии, явля-

ющей касательной к продольной оси канала, которая отклонится от этой оси на 100 мм через 100 м пути (при диаметре кольца ГКТС, равном 200 км). При зазорах между ротором и стенкой канала в 150...200 мм такое отклонение ротора допустимо. Создать же систему магнитного подвеса, которая даже в аварийных режимах работы не отключалась бы на участках протяженнее 100 м, не составит особого труда, тем более, что уже разработаны системы управления аналогичным подвесом в высокоскоростном надземном транспорте, обеспечивающие поддержание зазоров 15 мм с максимально допустимым отклонением ± 5 мм /3, стр.61/.

Центростремительное ускорение, действующее на ротор при движении по кольцу, будет достигать 1000...1500 м/с² (перегрузка 100...150 единиц). Тогда при массе ротора 100...200 кг/м магнитный подвес должен создавать усилие в 150-200 кН/м, то есть на том же уровне, что и в поездах на магнитном подвесе, где эта задача уже успешно решена. Но в ГКТС такая задача решается проще, так как ротор размещен в замкнутом канале с небольшими поперечными размерами, не подвержен действию ветра, аэродинамического сопротивления и др. неблагоприятных факторов, дестабилизирующих работу магнитного подвеса в наземных высокоскоростных поездах.

Скорость ротора в 10 км/с легко достижима при современном уровне техники. Например, в ускорителях заряженных частиц, использующих тот же принцип разгона (магнитный подвес и бегущее вдоль кольцевого канала магнитное поле) получены скорости, приближающиеся к 300 тыс. км/с. В ГКТС не нужна также уникальная точность монтажа электрических систем (учитывая большие требуемые зазоры между ротором и стенками канала, а также невысокую, в сравнении с ускорителем заряженных частиц, скорость движения, точность монтажа будет иметь величину порядка 10 мм), в то время как в упоминавшемся ускорителе /13/, имеющем длину тоннеля 20,7 км, сборка сверхпроводящей обмотки шестиметровых секций магнитов

должна выполняться с точностью в 50 микрон.

4.3. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ.

Для изготовления всех без исключения элементов конструкции ГКТС могут быть использованы традиционные машиностроительные материалы, так как ни один элемент конструкции не работает на предельных режимах: при сверхвысоких температурах, сверхбольших нагрузках, силах тока и т.п.

Грунт основания. При перегрузках ротора 100 единиц и его массе 200 кг/м боковая нагрузка (под действием центробежных сил) на грунт основания составит 20 тс/м , или 1 кгс/см^2 . Эта нагрузка ниже чем, например, расчетная нагрузка на подошву оснований зданий и сооружений на всей территории СССР (расчетная нагрузка, например, на песчаный грунт составляет 2 кгс/см^2). Поэтому не понадобятся специальные меры по укреплению грунта вокруг тоннеля.

Материал для стенок тоннеля. Требования к тоннелю находятся на уровне аналогичных требований, предъявляемых к тоннелям метро, автомобильных и железных дорог и т.п. сооружений, поэтому могут быть использованы традиционные конструкции тоннеля и традиционные технологические схемы его сооружения. Динамические нагрузки на конструкцию будут аналогичны нагрузкам в тоннеле для пропуска железнодорожного транспорта (20 тс/м), но в отличие от последних в ГКТС эти нагрузки будут носить фактически статический, а не динамический характер (не будет ударов, аналогичных ударам на стыках рельсов, вызванных этим вибраций и т.п., при этом нагрузка в ГКТС будет изменяться очень плавно, так как скорость ротора не может быть изменена скачком).

Материал для ротора. В роторе при штатных режимах работы двигателя не будут возникать продольные усилия благодаря тому,

что он по всей своей длине подвешен в магнитное поле (он вообще может быть набран по длине из несвязанных друг с другом элементов). Поэтому механические нагрузки в нем будут обусловлены лишь местными нагрузками на подвешивание, равными 20 тс/м, или при поперечном размере ротора 20 см - 10 кг/см². Такую механическую нагрузку выдержит любой конструкционный материал.

Материал для вакуумируемого канала. Основное требование к материалу - свободно пропускать магнитное поле линейных двигателей и магнитного подвеса. Величина нагрузок, действующих на стенку канала и обусловленных перепадом давлений в 1 атм, составляет 1 кгс/см², что ниже нагрузок в обычной водопроводной сети, рассчитанной на давление 10 кгс/см² и выше. Поэтому для его сооружения подойдет практически любой вакуумостойкий конструкционный материал.

Электротехнические материалы. При штатных режимах работы мощность линейного двигателя будет находиться в пределах 1000 кВт/м, то есть на том же уровне, что и в аналогичных системах на высокоскоростном железнодорожном транспорте. Аналогичными будут требования и к магнитному подвесу, который должен создавать усилия 10 кгс/см² (при одностороннем подвешивании) или 3 кгс/см² (при многостороннем подвешивании и поперечном диаметре ротора 20 см). Поэтому для электрических систем ГКТС могут быть применены традиционные электротехнические материалы.

4.4. СРОКИ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ.

В качестве одного из средств поражения, которое планируют использовать американские военные специалисты в программе СОИ, является оружие с использованием высокой кинетической энергии. Оно представляет собой системы космического и наземного базирования, обеспечивающие сверхвысокую (до 100 км/с) начальную ско-

рость небольших масс, предназначенных для механического разрушения ракет или боезарядов при соударении. Перед разработчиками такой электромагнитной пушки стоят несоизмеримо более сложные задачи, чем перед разработчиками ГКТС: получение на порядок более высокой скорости (100 км/с и 10 км/с соответственно), создание на порядок более мощного линейного двигателя (при массе снаряда 0,1 г, скорости 100 км/с и длине пушки 50 м ее мощность будет равна 0,5 млн.кВт, или 10^4 кВт/м^ж, в то время как в ГКТС даже при пиковой мощности 1 млрд.кВт привод, работающий в генераторном режиме, будет иметь мощность 1600 кВт/м), а также - создание уникального по точности работы магнитного подвеса, который должен точно направить снаряд на движущуюся за сотни километров с высокой скоростью цель.

Несмотря на перечисленные трудности генерал-лейтенант в отставке, бывший начальник военной разведки США Дэниел Грэхэм считает, что такое оружие может быть создано через 5 или 6 лет после того, как будет принято решение о необходимости его разработки /7, стр.11/.

С учетом сказанного можно отметить, что основными трудностями, связанными с разработкой ГКТС, будут не технические аспекты, а трудности, обусловленные необходимостью принятия в ближайшее время решения о начале финансирования этих работ (затраты на научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы могут быть оценены в 100 млн.руб., причем эти работы должны быть выполнены в ближайшее время) и привлечении к их выполнению значительного числа специалистов из различных отраслей народного

^жФактическая линейная мощность на много порядков будет более высокой, так как подводимая для разгона снаряда мощность должна быть приложена не равномерно по всей длине пушки, а лишь к тому ее участку, где в данный момент времени находится разгоняемый снаряд, имеющий микроскопические размеры.

хозяйства. В табл.2 представлены возможные сроки разработки и строительства ГКТС исходя из предположения, что указанное решение будет принято в ближайшие месяцы.

Таблица 2

Этапы реализации проекта ГКТС в качестве аккумулирующей электростанции

| №№ пп! | Э т а п | ! Год |
|-----------|---|-----------|
| 1. | Создание рабочей группы в количестве 3-5 человек для подготовки в сжатые сроки технико-экономического обоснования | 1988-1989 |
| 2. | Выполнение технико-экономического обоснования, принятие решения о необходимости разработки и строительства ГКТС | 1989-1990 |
| 3. | Окончательный выбор места строительства, изыскательские работы | 1990-1995 |
| 4. | Проектирование подземного тоннеля и коммуникаций, привязка к местности, выполнение строительного-монтажных работ. | 1995-2002 |
| 5. | Разработка линейного двигателя, магнитного подвеса, ротора и др. систем ГКТС | 1990-2000 |
| 6. | Изготовление указанных систем по мере их разработки | 1995-2004 |
| 7. | Монтаж оборудования в тоннеле | 2000-2004 |
| 8. | Испытания и начало эксплуатации | 2005 |

5. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ГКТС В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА ДОСТАВКИ
В КОСМОС ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ

ГКТС может быть использовано в качестве системы для выведения в космическое пространство миллионов тонн полезной нагрузки в год.

Для этого ГКТС имеет от одного до нескольких десятков (в зависимости от плоскости орбиты выводимой в космос полезной нагрузки)

равномерно расположенных по длине кольца отводных каналов 8 (рис.4), сопряженных по касательной к основному кольцевому каналу I. Выходное отверстие канала закрыто мембраной (или вакуумным затвором) 9, а в кольцевом канале размещен ротор 2, набранный по длине из отдельных снарядов I0, в зависимости от выполняемых функций длиной I...I0 м каждый. Снаряды соединены друг с другом в непрерывное кольцо специальными стыковочными узлами II.

На рис.5 показан отводной канал 8 в продольном разрезе в тот момент времени, когда один из снарядов I0 направляется в него из основного кольцевого канала I.

После разгона ротор 2 по кольцевому каналу I до расчетной скорости движения, например, 12 км/с, дает команда "пуск" и путем специального сигнала, например, радиосигнала, или изменением режима работы линейного двигателя, производится разделение ротора на отдельные, не связанные друг с другом снаряды I0. По командам компьютера переключением магнитного подвеса производится подъем отдельно взятых, из общего потока, снарядов, которые направляются в отводной канал 8 (рис.5).

При движении в отводном канале снаряд, имеющий избыточную скорость, тормозится до расчетной скорости движения, т.е. 10 км/с. При этом линейный двигатель, включенный на генераторный режим, вырабатывает электрическую энергию, часть которой направляется на собственные нужды, т.е. на магнитный подвес, который должен быть очень мощным (ведь радиус кривизны отводного канала может быть порядка нескольких километров), а также - на электромагнитное управление движением снаряда по каналу. Для этого с помощью магнитного поля, движущегося с той же скоростью, что и снаряд, т.е. синхронизированного с ним, вначале поворачивают снаряд на угол β к продольной оси I2 (значения проекций углов β_x , β_y и β_z для каждого снаряда определяются компьютером), а затем с помощью вращающегося магнитного поля приводят снаряд во вращение

вокруг своей продольной оси I3 с высокой скоростью, обеспечивающей в дальнейшем стабилизацию угла β .

Поскольку попадание атмосферного воздуха в отводной канал недопустимо, так как это вызовет мощные аэродинамические удары при встрече воздушного потока с движущимся снарядом, представляющие серьезную опасность для конструкции, то выходное отверстие отводного канала выполнено в виде сверхзвукового сопла I2 (рис.5). При приближении снаряда к выходному каналу подают сжатый газ в сопло, в результате чего сверхзвуковой струей газа сбрасывается мембрана 9 и происходит запираание выходного отверстия канала этой струей (сверхзвуковая струя - непреодолимое препятствие для наружного воздуха; при этом сопло будет выполнять функции ^Устринного вакуумного насоса, поддерживая вакуум в канале 8). Сопло I2 может быть выполнено и в виде сопла реактивного двигателя.

Вылетев из канала, каждый снаряд, благодаря наклону под заданным углом β к направлению движения, совершает аэродинамический маневр, чтобы выйти на требуемую плоскость орбиты. Благодаря вращению снаряда его внешняя поверхность, выполняющая функцию аэродинамических рулей, будет обгорать при движении в атмосфере равномерно (требуемое время "жизни" корпуса снаряда - несколько секунд), при этом будет обеспечена стабилизация положения (наклона) снаряда относительно набегающего воздушного потока. Поскольку снаряд после вылета из канала попадает не непосредственно в атмосферу, а в высокоскоростную струю газа, имеющую скорость до 4000 м/с и движущуюся в том же направлении, ударные нагрузки на него будут почти на порядок ниже, чем в первом случае.

Время, за которое будут выведены в космос все 100 тысяч снарядов общей массой около 100 тысяч тонн, будет колебаться от 4 сек (одновременный залп из всех, например, 12-ти отводных кана-

лов), до нескольких часов (по несколько выстрелов в секунду).

6. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГКТС, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВ ДОСТАВКИ В КОСМОС ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ.

Капитальные затраты на сооружение ГКТС будут отнесены на нужды развития энергетики страны, при этом после сдачи в эксплуатацию, как показывают расчеты, она окупит себя в течение от одного до трех лет (в зависимости от мощности подключения к энергосистеме). Поэтому космические функции ГКТС будет выполнять бесплатно (благодаря своей высокой эффективности она окупит усложнение конструкции ротора и строительство отводных каналов).

При этом, если пробные запуски одиночного снаряда сквозь атмосферу при испытании ГКТС не увенчаются успехом, то ротор будет в дальнейшем выполнен в виде непрерывного металлического кольца, а ГКТС будет функционировать только в качестве аккумуляторной станции. Потери материальных затрат на выполнение экспериментов в таком случае будут незначительными, причем окупятся в дальнейшем благодаря высокой эффективности ГКТС. Такая ГКТС хотя и не сможет непосредственно выводить в космическое пространство полезную нагрузку, однако может быть использована для запитки сверхмощных лазеров, например, используемых в качестве источника энергии лазерных реактивных двигателей.

Если же пробные запуски одиночного снаряда будут успешными, то ротор ГКТС следует изготовить в виде непрерывной цепки снарядов, а в ГКТС - выполнить необходимое для освоения космического пространства количество отводных каналов.

Если такая ГКТС будет использована в качестве безракетной геокосмической транспортной системы для выведения груза в одной орбитальной плоскости, то достаточно наличия одного отводного ка-

нала. Разгон сцепки снарядов, начиненных доставляемой в космос полезной нагрузкой по кольцевому каналу может осуществляться в течение многих дней (в зависимости от подводимой мощности). При этом разгон будет осуществляться ночью, в часы спада потребления энергии в энергосистеме. Днем же ГКТС будет частично отдавать энергию обратно в сеть в часы пик ее потребления. Таким образом, функционируя в качестве аккумулирующей станции система попутно будет отправлять в космос полезную нагрузку (например, один раз в неделю). При этом затраты на выведение полезной нагрузки в космос будут состоять только из стоимости бросовой ночной электроэнергии, средняя себестоимость которой составляет около 0,2 коп/кВт х час /1, стр.93/.

При КПД линейных двигателей ГКТС, равном 50%, на выведение в космос одного килограмма полезной нагрузки при начальной скорости 12 км/с понадобится затратить 40 кВт х час электрической энергии, стоимость которой 8 коп. Это дешевле стоимости доставки груза в космос с помощью кораблей многократного использования типа "Спейс шаттл" в тысячи раз (стоимость доставки груза на "Шаттле" составляет около 15000 долл/кг).

О том, что сквозь атмосферу может быть успешно запущен в космос отдельный снаряд свидетельствуют многочисленные исследования, проводимые в ряде стран. Например, американские специалисты считают возможным запуск снарядов в космическое пространство с потерей массы и скорости на атмосферном участке пути в пределах 5% /9/.

В табл. 3 приведены возможные сроки разработки и строительства космической составляющей проекта ГКТС.

Таблица 3

Этапы реализации космической составляющей
проекта ГКТС

| №№! пп! | Э т а п | ! | Год |
|------------|---|---|-----------|
| 1. | Разработка и изготовление опытного образца снаряда (несколько вариантов) для прямого запуска в космос | | 1990-2000 |
| 2. | Разработка и сооружение отводного канала ГКТС | | 1995-2005 |
| 3. | Испытания по прямому запуску снарядов в космос | | 2005-2010 |
| 4. | Изготовление требуемого количества снарядов при успешных испытаниях по прямому запуску в космос и монтаж из них ротора ГКТС | | 2005-2010 |
| 5. | Испытания и начало эксплуатации | | 2010 |
| 6. | Строительство остальных отводных каналов (при использовании ГКТС для индустриализации космоса) | | 2010-2015 |

7. СРАВНЕНИЕ ГКТС С ДРУГИМИ ГЕОКОСМИЧЕСКИМИ
ТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ

Основными доводами, выдвигаемыми оппонентами против при ознокомлении с проектом ГКТС, являются: гигантские размеры сооружения, огромные капитальные вложения, сомнительные выгоды. Поскольку любое корректное технико-экономическое сравнение должно базироваться на конечном результате, который дает система за весь срок службы, в табл.4 приведено сравнение ГКТС с другими транспортными системами исходя из того, что при ее 20-летнем сроке службы и ежегодной доставке в космос 10 млн. тонн грузов (мощность запитки ГКТС 50 млн.кВт) она обеспечит доставку на орбиту 200 млн. тонн полезной нагрузки (каждая альтернативная система должна обеспечить выполнение точно такой же транспортной работы).

Таблица 4

Сравнительные данные ГКТС и других геокосмических транспортных систем

| Показатель | Транспортная система | | | |
|---|----------------------|-------------------------|--|--|
| | ГКТС | Электромагнитная пушка* | Советский тяжелый ракето-носитель "Протон" | Американский космический самолет "Спейс Шаттл" |
| 1. Количество транспортных единиц, шт | 1 | 1000 | 10 млн** | 7 млн.** |
| 2. Суммарная длина транспортных единиц, тыс. км | 0,6 | 6,4 | 440 | 392 |
| 3. Общая мощность двигателей, млн. кВт | 50 | 5×10^5 | 3×10^8 | 7×10^8 |
| 4. Суммарные затраты за 20 лет на доставку в космос 200 млн. т грузов, млрд. руб. | 100 | свыше 10000 | свыше 100000 | свыше 1000000 |

* Электромагнитная пушка, разработанная в США, имеет длину вакуумируемого тоннеля 6,4 км, мощность 500 млн. кВт и может выстреливать снарядом массой 1000 кг (см., например, /За рубежом/, № 15 (6-12 апреля) за 1984г.).

** По экологическим ограничениям (из-за необратимого разрушения озонового слоя планеты продуктами сгорания ракетного топлива) предельное количество стартов в год тяжелых ракет-носителей имеет величину порядка 1000, поэтому для доставки в космос с их помощью 200 млн. т грузов потребуются тысячи лет (а не 20 лет, как с помощью ГКТС).

8. МАЛАЯ И БОЛЬШАЯ ФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОБЩЕПЛАНЕТНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В КАЧЕСТВЕ ГИПЕРНАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ.

Как показывают материалы первой Всесоюзной научно-технической конференции "Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты" (г.Гомель, апрель 1988г.), наиболее перспективным гео-космическим транспортом, способным в ближайшие 25...50 лет обеспечить вынесение в космос земной промышленности и энергетики, является общепланетное транспортное средство (ОТС). Это обеспечило бы решение глобальных проблем современности: энергетической, сырьевой, экологической, а также предотвратило бы милитаризацию космического пространства и реализацию программы "звездных войн".

Для ускорения научно-исследовательских работ уже в 1988-1990 г.г. должно быть начато широкое обсуждение мировой научной общественностью грузового варианта ОТС /I0,II,I2/, построенного на тех же принципах, что и ГКТС, но которое принципиально не может быть использовано в военных целях, так как охватывает планету в плоскости, параллельной экватору, и проходит по территории многих стран. Поэтому СССР может выступить с проектом ОТС как с альтернативой мирной программой планам "звездных войн", что даст Советскому Союзу научно-техническую и политическую инициативу в мировом сообществе.

Первым шагом в реализации проекта ОТС стали бы малая и большая физические модели. Без всестороннего физического моделирования такой сложный проект, как ОТС, только первый этап которого (грузовой вариант) может быть оценен в 500 млрд.долларов, не может быть осуществлен. Причем для ОТС важно именно физическое моделирование, когда замкнутый в кольцо ротор, разгоняется относительно неподвижного линейного электродвигателя до скорости (около 10 км/с), повышающей скорость звука в материалах и ротора и двигателя.

Первым полигоном для отработки конструкций линейного электродвигателя, магнитного подвеса, ротора и др. узлов, а также режимов работы двигателя (разгон и торможение ротора, в том числе в аварийных режимах), управления, выхода на орбиту и т.п. может стать малая физическая модель ОТС (МФМ ОТС).

Диаметр кольца МФМ ОТС, во всем аналогичной вышеописанной ГКТС, порядка 1000 м. Центробежные силы не позволят достичь космических скоростей движения, поэтому максимальная расчетная скорость движения по такому кольцу порядка 1000 м/с. Для того, чтобы МФМ ОТС была сверхзвуковой, специальными технологическими и конструктивными приемами (подбор соответствующих материалов и т.п.) скорость звука в роторе может быть снижена, например, до 500 м/с. Это позволит отработать на МФМ все сверхзвуковые режимы работы ГКТС и ОТС.

Затраты на МФМ ОТС составят 50...100 млн.руб. Срок реализации: 1995...2000 г.г., если, например, Министерство энергетики СССР выделит на проведение НИОКР 30...50 млн.руб и они будут проведены в ближайшие 5...7 лет. В настоящее время есть все необходимое для реализации такой программы, в частности, в высокоскоростном наземном транспорте /3/ уже созданы образцы линейных электродвигателей, обеспечивающих достижение скоростей порядка 1000 м/с.

Одновременно с проведением НИОКР и строительством МФМ ОТС могут быть начаты НИОКР и по ГКТС, являющейся большой физической моделью ОТС, т.к. в ней будут достигнуты реальные космические скорости движения. Это позволило бы к 2005 г. создать ГКТС, включение которой в энергосистему страны было бы эквивалентно дополнительному строительству электростанций общей мощностью около 100 млн.кВт и дало бы экономию около 100 млрд.руб. (см.выше раздел 3).

Предлагаемые энергетическая и космическая программы по сложности своего решения, как в научно-техническом, так и в социально-экономическом аспектах, проще упоминавшейся трансконтинентальной транспортной системы "Планетран" /4/, на разработку которой уже выделены значительные средства, а к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ привлечены специалисты различных корпораций США. ГКТС на свою разработку и строительство потребует значительно меньших усилий, однако после вступления в строй сможет решить на порядок более сложные задачи, чем "Планетран". Поэтому для того, чтобы наша страна первой имела геокосмическую транспортную систему с грузопотоком в миллионы тонн грузов в год (для отправки в космос 1 млн. тонн грузов в год мощность запитки ГКТС при ее КПД 50% в энергосеть должна составлять 5 млн. кВт), позитивные последствия чего даже трудно в полной мере сегодня представить, на разработку ГКТС должны быть, причем в ближайшее время, выделены соответствующие средства, а к проведению НИР и ОКР привлечены специалисты в области энергетики, по подземным сооружениям, линейным двигателям и магнитному подвесу, гиперзвуковой аэродинамике, системам управления движущимися с высокими скоростями протяженными объектами, в области механики гибких нитей, по вакуумным системам, криогенной технике и др.

А.Э.Юницкий

Директор Центра
"Звездный мир"

Л и т е р а т у р а

1. Веников В.А. и др. Энергетика в современном мире.- М.: Знание, 1986.- 192 с.
2. США: куда уходят киловатты.- "Энергия: экономика, техника, экология", 1985, № 2, стр. 56-57.
3. Бочаров В.И. и др. Высокоскоростной наземный транспорт с линейным приводом и магнитным подвесом.- М.: Транспорт, 1985.- 279 с.
4. Генкин В. В поезде, как в космическом корабле.- "Энергия: экономика, техника, экология", 1985, № 9, стр.38.
5. Зелькин Н.Г. Летающие экспрессы. - Мн.: Выш.шк., 1984.- 156 с.
6. Станцо В. Особой чистоты.- "Химия и жизнь", 1985, № 8, с.2-6.
7. Бовин А.Е. Космические фантазии и земная реальность.- М.: Сов.Россия, 1986.- 112 с (По ту сторону).
8. Авдудевский В.С. и др. Развитие идей К.Э.Циолковского об индустриализации космического пространства.- В сборнике К.Э. Циолковский и проблемы развития науки и техники".- М.: Наука, 1986, с. 48-53.
9. Хоук Р.С. и др. Электромагнитные рельсовые метатели: возможности прямого запуска тел в космос.- "Аэрокосмическая техника", февраль 1983, № 2, с.110-120.
10. Юницкий А. В космос - без ракеты. "Техника и наука", № 4, 1987, с.с. 40...43.
11. Юницкий А. "Спасательный круг" планеты. "Век XX и мир", № 5, 1987, с.с. 14...19.
12. Юницкий А. Озоновый слой: щит - сегодня, саван завтра?- Новости науки и техники. Приложение к вестнику АПН "Советская панорама", № 13 (156), 5 мая 1988.
13. Блохин А., Коновалов Б. Гигант для невидимок.- "Известия Советов народных депутатов СССР", 10 ноября 1986, с.2.

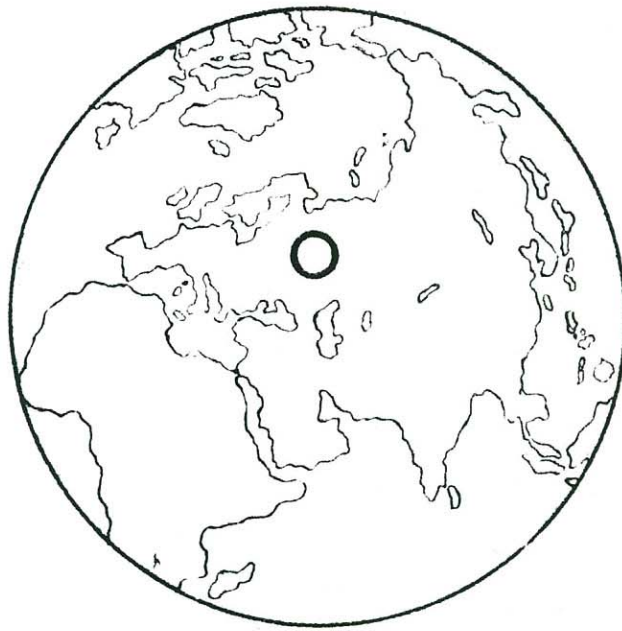


Рис. 1

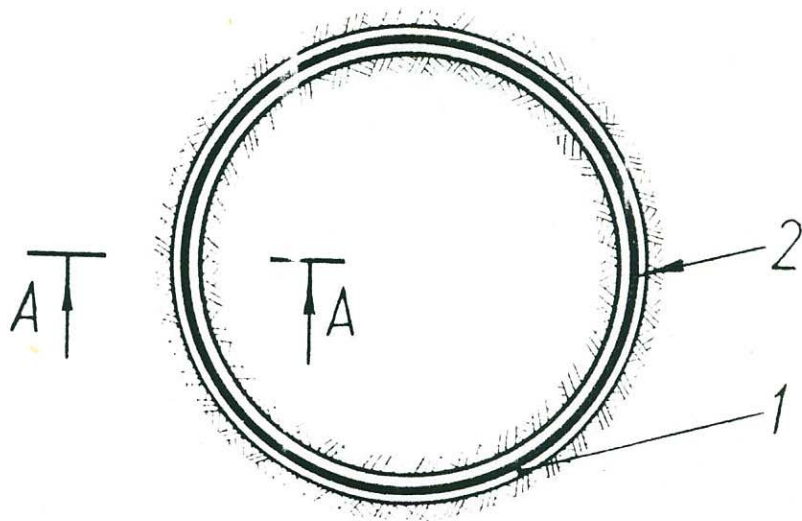


Рис. 2

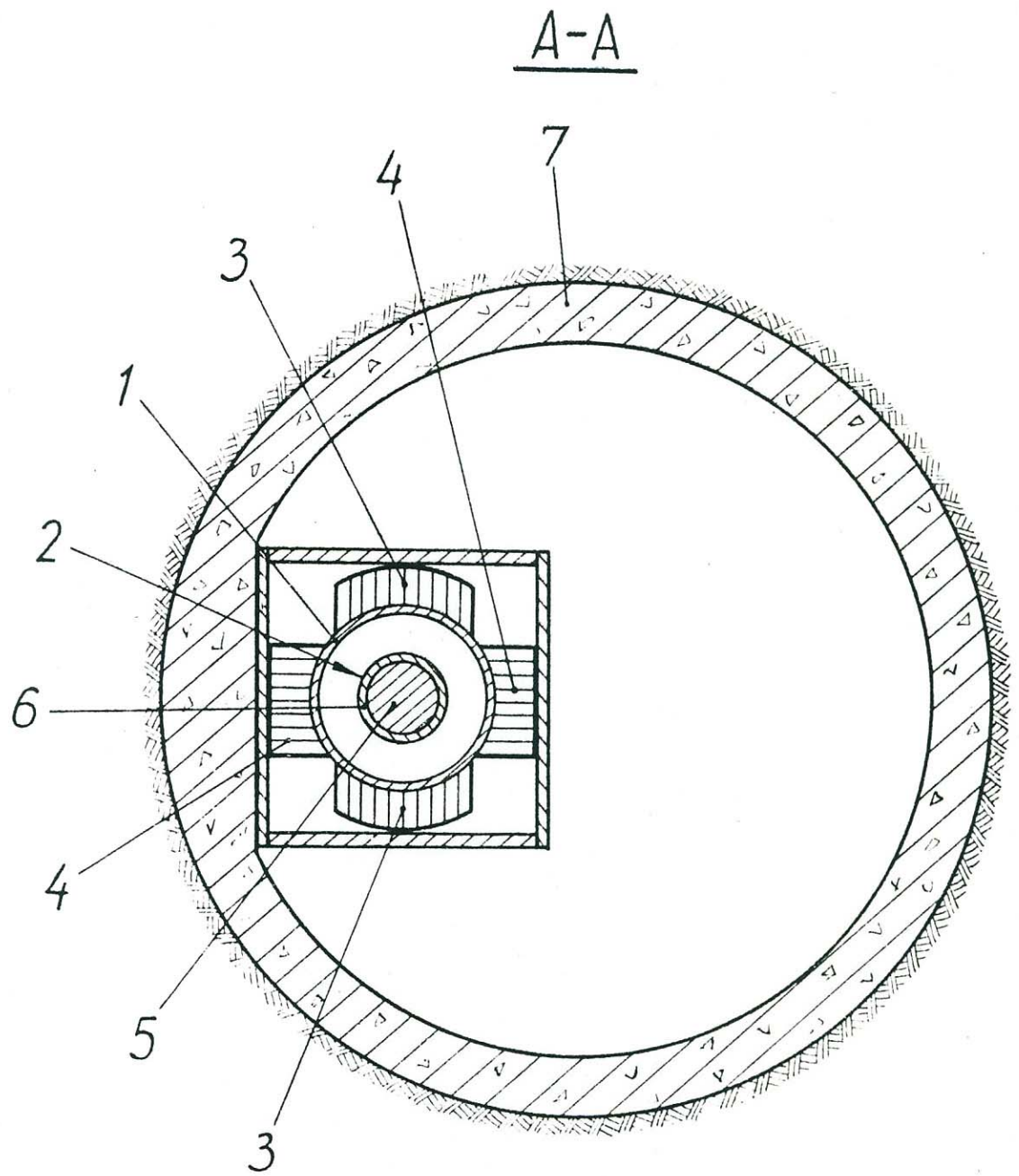


Рис. 3

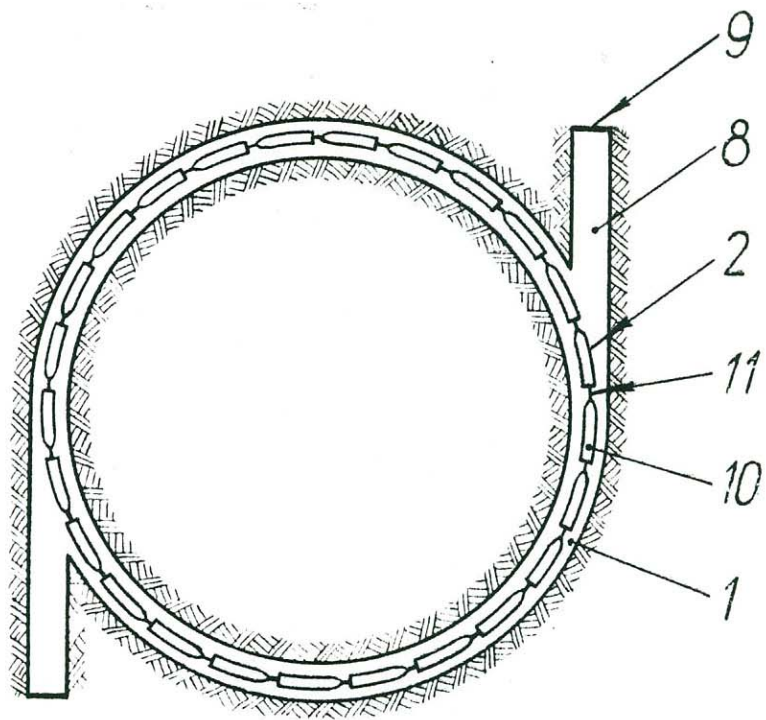


Рис. 4

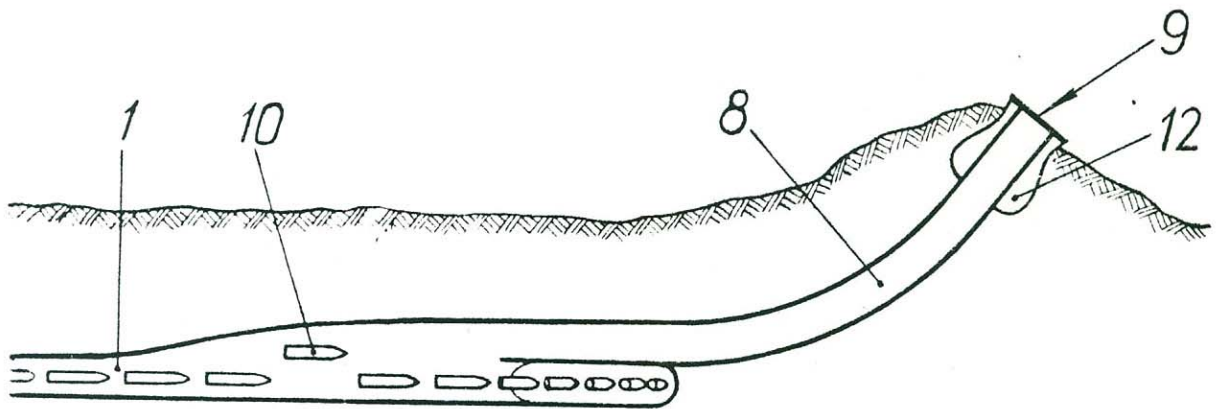


Рис. 5

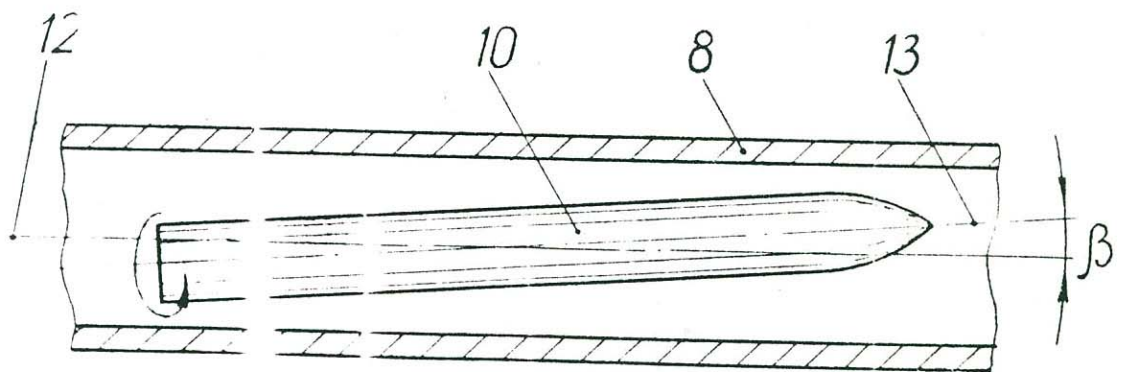


Рис. 6