

В.А. Коноваленко

Неиспытанные конструкции

Пособие для молодых
инноваторов
Издание 2-е, дополненное

2014

Коноваленко Виктор Антонович, физик, автор многих изобретений (первое авторское свидетельство получено в 1960 году), лауреат ВДНХ, изобретатель СССР, один из основателей и Президент Академии Технического Творчества.

Предисловие автора

Предлагаемые вниманию читателя "конструкции" публиковались в интернет-журналах Академии Технического Творчества, начиная с 1996 г., в расчёте на продолжение и развитие заложенных в них идей кем-то из читателей. Для некоторых идей такой расчёт оправдался, другие ещё ждут своих "испытателей".

Это относится, например, к "психродвигателю", по поводу которого автор имел длительную переписку с Е.И. Сорокодумом из Москвы (в итоге Е.И. Сорокодум запатентовал пароконденсатный двигатель).

Нашёлся "испытатель" водомётного двигателя-двигателя. Он заинтересовал Ильгизара Хабибуллина из Йошкар-Олы. Именно такие результаты публикаций наиболее привлекательны для автора, именно в расчёте на них и написана эта книга.

В книгу вошли только собственные разработки автора. Причина проста – исключение конфликта с законом об авторском праве: свои идеи автор может использовать по своему усмотрению, в том числе и "дарить" их, чего нельзя делать с чужими.

Поэтому реализовывать их можно без каких-либо патентных ограничений. С другой стороны, во многие из них можно внести, говоря языком патентного права, существенные изменения и тем самым получить право на патентование.

Единственное условие патентования – сослаться на выбранную конструкцию, как на прототип с указанием выходных данных этой книги.

Использование "даровой" энергии

Психродвигатель

Скрытая теплота парообразования может служить хорошим источником энергии двигателей, предназначенных для местностей с сухим теплым воздухом. Ниже предлагается конструкция двигателя, использующего этот принцип и могущего найти применение, например, для привода водоподъемных устройств в пустынях. Суть конструкции легко понять по рис. 1:

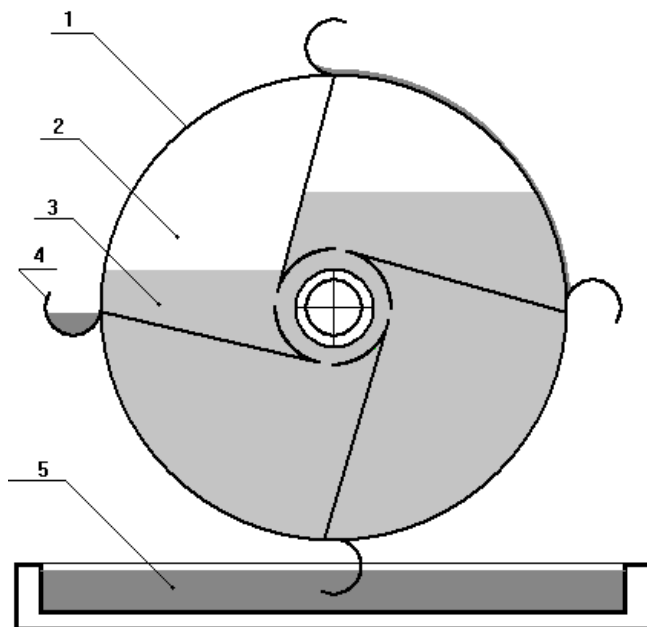


Рис.1 Схема психродвигателя

Рабочее колесо 1, в герметичной фигурной полости 2 которого находится рабочее тело 3 (легко кипящая жидкость, например, н-пентан), покрыто тонким

пористым слоем и снабжено черпаками 4, забирающими воду 5 в нижней точке и в верхней точке выливающими её на пористое покрытие.

Испарение воды, имеющей температуру окружающей среды, понижает температуру в соответствующем секторе герметичной внутренней полости колеса, в котором начинается конденсация паров рабочего тела, давление в секторе понижается, что приводит к перетеканию рабочего тела из других секторов, центр тяжести колеса смещается вправо и вызывает его поворот.

На рисунке светло-серым цветом показано рабочее тело в герметичной полости колеса, тёмно-серым – вода во внешнем резервуаре. Верхние секторы частично заполнены рабочим телом в жидкой фазе, остальное пространство этих секторов заполнено парами рабочего тела.

Вверху справа вода из ковша смочила поверхность барабана с рабочим телом в сегменте до предыдущего ковша. Понижение температуры за счёт испарения воды с поверхности смоченного сегмента вызывает конденсацию паров рабочего тела в прилежащем секторе барабана и снижает давление в нём. Поэтому рабочее тело из остальных секторов, а точнее, из левого сектора перетекает по каналам в охлаждаемый сектор.

Одновременно с этим освобождающийся в левом секторе объём заполняется парами рабочего тела, испарение которого происходит за счёт притока тепла извне (ибо испарение при пониженном давлении снижает температуру в секторе).

Перетекание рабочего тела в правый сектор смещает центр тяжести барабана вправо, барабан поворачивается. Оказавшийся вверху новый ковш смачивает новый сектор и т.д.

Расчёт:

по соотношению скрытых теплот испарения воды и рабочего тела может быть вычислена масса конденсата рабочего тела;

исходя из этого, по геометрии барабана вычисляется смещение центра тяжести и вращающий момент (с учётом, конечно, отрицательного момента ковша с водой).

Далее расчёт сменяется эмпирикой в определении скорости вращения, ибо скорость испарения воды с поверхности барабана зависит от влажности (точнее, сухости воздуха), теплопроводности барабана (теплообмен), массы барабана и т.п. Об этом нет смысла говорить вне конкретной конструкции. Очевидно, что чем меньше скрытая теплота конденсации рабочего тела, тем лучше.

Например, удельная теплота парообразования n -пентана 360 кДж/кг, а воды – 2256 кДж/кг, следовательно, для испарения воды необходимо конденсировать в 6 раз больше n -пентана. Эта масса рабочего тела испарится из левого верхнего сектора (отбирая тепло у воздуха) и конденсируется в правом верхнем секторе (отдавая тепло на испарение воды).

Таким образом, при испарении каждого грамма воды дисбаланс массы между верхними секторами барабана может достигнуть 12 грамм. Опасения относи-

тельно КПД не основательны, т.к. используется "даровая" энергии, потому величина КПД не существенна.

Насос для садового участка

Предлагается насос для подъёма воды из колодца для полива грядок, деревьев и т.п., использующий разность температур воздуха и воды в колодце.

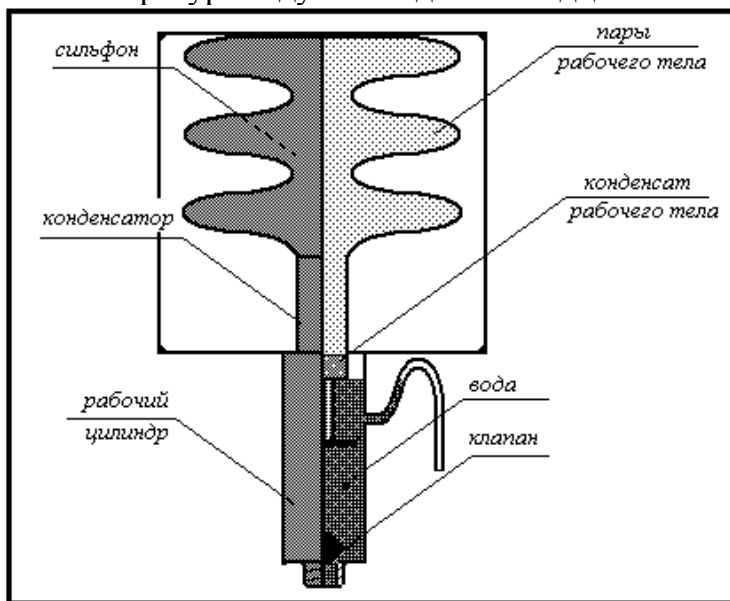


Рис.1. Принцип работы насоса

По сути, это паровая машина очень низкого КПД ($\sim 1\%$), но так как энергия окружающей среды "даровая", машина становится рентабельной. Принцип действия легко понять по рисунку 1.

В герметическом сильфоне заключена легкокипящая жидкость (серный эфир, н-пентан, окись этилена), которая благодаря упругости сильфона находится под

давлением ниже давления её кипения при температуре окружающего воздуха.

Снизу к сильфону припаян сообщающийся с полостью сильфона пустотелый теплопроводный цилиндр-конденсатор, к которому прикреплён шток из теплоизолирующего материала. На штоке укреплён поршень-манжета,двигающийся в рабочем цилиндре с шаровым (лепестковым или иным) клапаном в нижней части.

В рабочем цилиндре выше ВМТ поршня установлен сифон, высота которого и определяет рабочий ход насоса.

Итак, под действием окружающего воздуха рабочее тело испаряется, удлиняя сильфон, верхний конец которого неподвижно укреплён на раме насоса. При этом нижний конец сильфона, цилиндр-конденсатор, шток и поршень опускаются вниз, погружаясь в воду в рабочем цилиндре (для пуска насоса её необходимо залить).

Когда цилиндр-конденсатор соприкоснётся с водой и охладится, рабочее тело начнёт конденсироваться, давление в сильфоне падает, сильфон начинает сжиматься, поднимая вместе с цилиндром-конденсатором, штоком и поршнем порцию воды. При этом тепловой контакт цилиндра-конденсатора с водой сохраняется, и конденсация рабочего тела продолжается. Одновременно через нижний клапан в рабочий цилиндр засасывается вода из трубы, опущенной в колодец.

Вода, поднимаемая поршнем в рабочем цилиндре, заполняет сифон и, достигнув его верхнего коле-

на, сливается по назначению. Тепловой контакт цилиндра-конденсатора с водой исчезает, рабочее тело прогревается и испаряется, сифон растягивается и цикл повторяется.

На рисунке 2 приведены соотношения, позволяющие производить конструктивные расчеты. При этом предполагается, что сифон слива находится на высоте не менее 1,5 м над уровнем грядки для того, чтобы вода, накопленная в ёмкости (высотой 1 м), поднятой на полуметровую высоту, могла течь при поливе самостоятельно, без дополнительных усилий со стороны огородника.

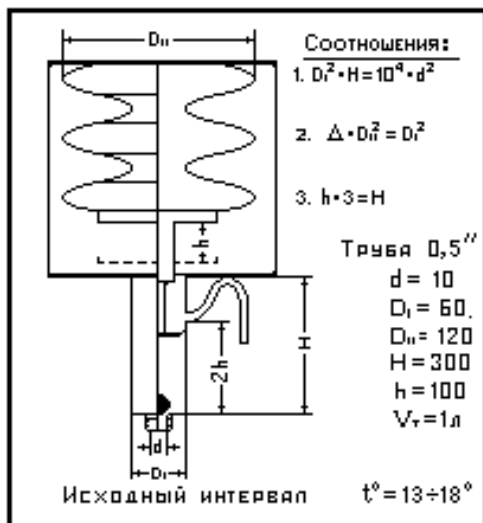


Рис.2. Расчётные соотношения и один из возможных типоразмеров насоса

При указанных на рис. 2 размерах, температуре воды в колодце 100С и температуре воздуха 150С насос способен накачивать около 300 л/сутки.

Разумеется, насос может работать при сравнительно неглубоком (< 8 м) залегании грунтовых вод – с Торричелли не поспоришь!

Использование энергии волнения моря

Экономичный воздушный волнолом

Давно известен способ защиты береговых сооружений от их разрушения волнами путем создания воздушно-пузырьковой завесы. Однако, до сих пор он не нашел широкого применения, прежде всего, из-за необходимости установки компрессора большой производительности с вытекающими последствиями – расход энергии, потребность в обслуживании и т.п.

Предлагаемая конструкция свободна от этих недостатков. Энергию для сжатия воздуха, создающего завесу, она получает от самих волн, а простота конструкции позволяет свести обслуживание к минимуму.

Принцип действия легко понять по рисунку 1. На дне посредством мертвого якоря устанавливается рабочий цилиндр, изготовленный из пластика, стойкого к морской воде. Внутри цилиндра перемещается полый шток, внутренний канал которого закрыт впускным клапаном. На штоке закреплён поршень с плунжером. В верхней части цилиндра через выпускные клапаны подсоединены распылители воздуха.

К верхнему концу штока подсоединён гибкий силовой шланг, соединённый с поплавком и через отверстие в последнем сообщающийся с атмосферой.

При наличии волнения поплавки тянут шток вверх, а расположенная в цилиндре возвратная пружина стремится установить поршень в НМТ.

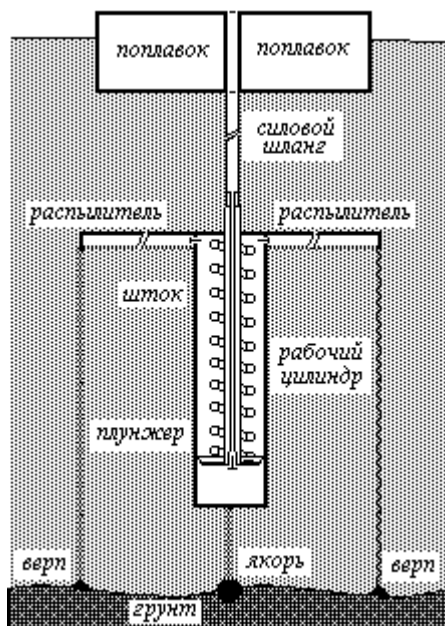


Рис. 1. Механизм создания пузырькового "мола"

При движении поршня вверх находящийся над ним воздух выталкивается в распылители и создаёт завесу. Одновременно через силовой шланг и полость штока атмосферный воздух засасывается в объём под поршнем, а при движении поршня вниз перегоняется в верхний объём цилиндра.

Для ориентации плоскости завесы служат верпы, тросы которых закреплены на концах распылителей. При соответствующем подборе материалов конструкция способна работать без обслуживания годами. При этом поплавки могут служить опорой всей латеральной системы обстановки.

Конструктивные размеры рассчитываются в зависимости от конкретных условий применения.

Экономичный морской проблесковый буй

Энергию волнения моря, зеркальный штиль на котором – чрезвычайно редкое явление, можно использовать для питания проблескового буя. Его устройство понятно по рисунку 2.

В герметичном поплавке на гибкой мембране, в которую упираются связанные с якорным тросом рычаги, установлен стержень сегнетоэлектрика. Его верхний конец закреплён на прочном высоковольтном изоляторе (напр., фарфоровом) и находится в контакте с газоразрядной импульсной (напр., ксеноновой) лампой переменной полярности, другой электрод которой соединён с корпусом поплавка.

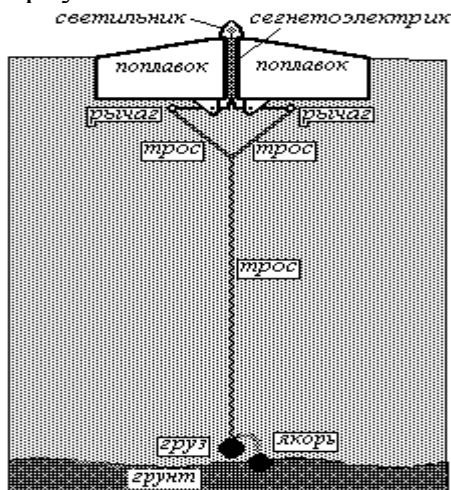


Рис. 2 Проблесковый буй

Нижний конец якорного троса соединён с грузом, который, в свою очередь, связан с мёртвым якорем отрезком троса, равным максимальной амплитуде волн в данном месте акватории.

При волнении моря груз то ложится на дно, то отрывается от него поплавком, создавая при этом сжимающие сегнетоэлектрик усилия. Вырабатываемое стержнем сегнетоэлектрика напряжение обеспечивает импульсную вспышку газоразрядной лампы.

Простейший расчет показывает, что стержень из сегнетоэлектрика ЦТС-23 длиной 1 м и диаметром 10 см при массе груза 1 т ($\sim 0,3 \text{ м}^3$ бетона) и соотношении плеч рычагов 1/10 способен вырабатывать импульсы напряжением 25 кВ и энергией 250 мДж. Этого вполне достаточно для хорошо видимой вспышки, учитывая её кратковременность и, следовательно, большую мощность в импульсе.

Устройство вполне автономно.

Двигатели

Водомётный двигатель-движитель

Преимущества водомётных движителей, особенно на мелководе очевидны, однако и они не застрахованы от поломок (например, шпонки винта), что на малолюдных водных "дорогах" достаточно неприятно.

Вполне очевидно также, что повышение надёжности может быть достигнуто сокращением количества деталей. Предлагаемая конструкция – лодочный движитель – двигатель для надувных и маломерных лодок, удобный для применения на малых глубинах, особенно с каменистым дном.

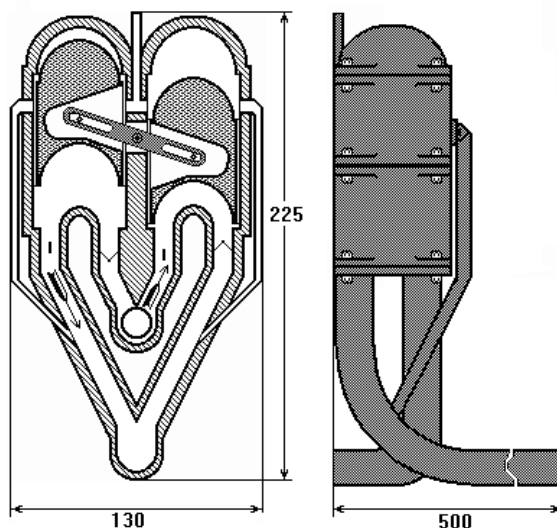


Рис. 1. Внешний вид водометного двигателя (слева – сечение)

Однако заложенные в неё возможности позволяют, используя в качестве базовой, разработать на её основе вариант трюмной водоотливной мотопомпы и

вариант индивидуального ранцевого пожарного водомёта.

В основу разработки положена конструкция дизель-молота. Два спаренных дизель-молота, противофазность работы которых обеспечена соединяющей поршни кулисой, обеспечивают передачу энергии от рабочего тела (через поршень) ускоряемой порции воды. Выхлоп осуществляется в диффузор выходной водяной трубы, длина которой обеспечивает инерционное протекание водяного потока, создавая тем самым продувку соответствующей рабочей камеры.

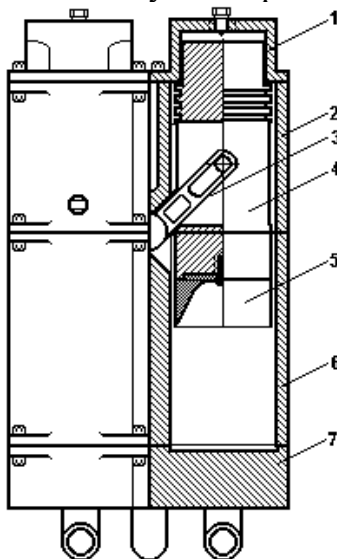


Рис. 2. Двигатель в сборе

Более подробно устройство двигателя показано на рис. 2, где 1 – головка блока цилиндров, 2 и 6 – разъёмный блок цилиндров, 3 – кулиса, 4 – поршень, 5 – водостойкая накладка поршня, 7 – картер с каналами подвода и отвода воды. Поршень (см. рис. 3) представ-

ляет собой металлический монолит, масса которого выполняет функцию маховика.

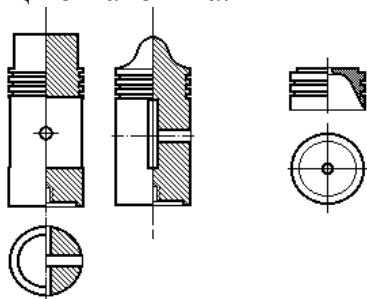


Рис. 3. Поршень (слева) и накладка (справа)

Снизу к поршню крепится водостойкая (например, керамическая) накладка.

Нижнюю часть блока цилиндров (6) также желательно изготовить из керамики или делать водостойкое покрытие её изнутри. Двигатель при габаритных размерах 225x130x500 (мм), показанных на рисунке 1, имеет следующие параметры: мощность – 4 кВт, сила тяги – 170 Н, скорость истечения воды – 23 м/с.

Шаровые электродвигатели произвольной оси вращения

Вниманию читателей предлагается неиспытанные конструкции неизвестного назначения, так как область их применения, мягко говоря, не понятна, хотя такие конструкции могли бы найти применение, например, в качестве ориентационного двигателя-движителя для космических аппаратов. Возможно, читатели сумеют найти им и другие достойные применения.

Прямой шаровой асинхронный двигатель

Двигатель состоит из сферического статора, в полости которого располагается шар-ротор.

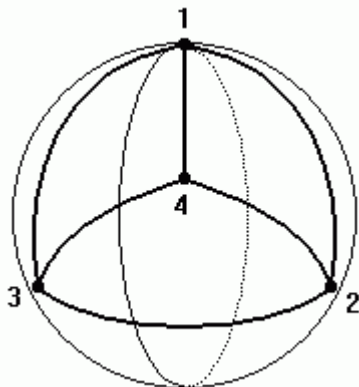


Рис. 1. Схема размещения обмоток статора.

Статором служит толстостенная сфера из ферромагнетика с высоким удельным сопротивлением, по внутренней поверхности которой прорезаны меридиональные пазы, соединяющие вершины вписанного в сферу тетраэдра (см. рис.1). В эти пазы помещены четыре изолированные друг от друга обмотки (123, 234, 314 и 412) в форме треугольных граней тетраэдра, деформированных по внутренней сферической поверхности статора.

Ротор представляет собой каркас из металла с высокой электропроводностью в форме икосаэдра, додекаэдра или иного вписываемого в сферу многогранника, заполненный ферромагнетиком с высоким удельным сопротивлением. Ротор обработан в форме шара таким образом, чтобы проводящий каркас выступал на поверхность, а между внешней поверхностью

ротора и внутренней поверхностью полости статора был обеспечен минимальный зазор.

Наглядно ротор можно представить в виде современного футбольного мяча, швы которого выполнены, например, из меди, а все остальное – альсифер.

Обмотки статора соединяются по схеме "звезда" (соединение "квадратом" для такого двигателя непригодно, так как взаимная компенсация токов обмоток возможна только в тривиальных случаях, не обеспечивающих вращение). Вполне очевидно, что в отличие от стандартного трёхфазного питания, четырёхфазное питание не может быть реализовано только сдвигом фаз в обмотках.

Рассмотрим, например, самый простой случай обеспечения вращения вокруг вертикальной оси. Для этого нужно, чтобы суммарный вектор горизонтальных проекций векторов магнитной индукции обмоток был постоянен по величине и вращался с круговой частотой питающего напряжения, а суммарный вектор их вертикальных проекций, взаимодействуя с индукционными токами ротора, компенсировал вес ротора. Вполне очевидно, что даже в этом простейшем случае придётся оперировать и фазами, и амплитудами питающих напряжений.

Также очевидно, что решения аналогичных уравнений для других направлений осей вращения дадут ещё более экзотические требования к системе питания. Ещё несколько десятилетий тому назад эти требования были практически не выполнимы. Однако современное состояние техники управляющих систем

не только делает подобные задачи решаемыми, но и, возможно, экономически оправданными.

Инвертированный шаровой электродвигатель

Вполне понятно, что предложенная выше конструкция может быть инвертирована: неподвижный шаровой статор с обмотками может быть расположен внутри сферического ротора.

Статор представляет собой шар из ферромагнетика с высоким удельным сопротивлением, по внешней поверхности которого прорезаны меридиональные пазы, соединяющие вершины вписанного в сферу тетраэдра (см. рис.1). В эти пазы помещены четыре изолированные друг от друга обмотки (123, 234, 314 и 412) в форме треугольных граней тетраэдра, деформированных по внешней сферической поверхности статора. Статор укреплен на основании на несущем стержне минимально возможной по условиям прочности толщины. Через каналы в несущем стержне подведено питание обмоток статора.

Ротором служит толстостенная сфера из ферромагнетика, по внутренней поверхности которой помещен каркас из металла с высокой электропроводностью в форме икосаэдра, додекаэдра или иного вписываемого в сферу многогранника. Внутренняя полость ротора обработана таким образом, чтобы проводящий каркас выступал на поверхность, а между внешней поверхностью статора и внутренней поверхностью полости ротора был обеспечен минимальный зазор. Кроме того, в сфере ротора прорезано круговое окно с отступом от экватора сферы с таким расчётом, чтобы после сборки ротор не мог сниматься со статора, но в то же

время был обеспечен максимально возможный угол наклона оси симметрии ротора (рис. 2).

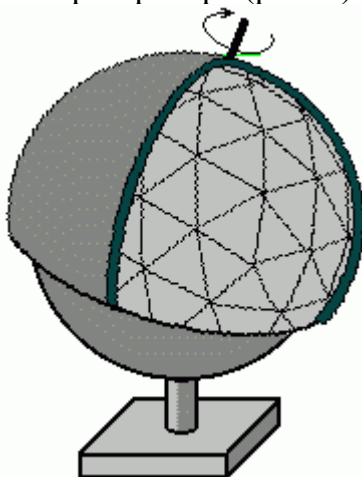


Рис. 2. Инвертированный асинхронный электродвигатель с произвольной осью вращения

На рисунке 2 на роторе двигателя удалена часть ферромагнетика, чтобы показать проводящий каркас. Соединение и питающие напряжения обмоток статора в инвертированном двигателе аналогичны таковым в прямом шаровом двигателе.

Здесь следует отметить, что у инвертированного двигателя есть прототип – это земной шар (рис. 3). Мы привыкли к тому, что магнитные полюса немного не совпадают с географическими, учитываем этот факт в навигации, но и только. Между тем, реально мы имеем вращающееся магнитное поле, в котором расположена проводящая сфера – ионосфера – достаточно плотное образование, способное отражать короткие волны.



Рис. 3. Прототип инвертированного шарового асинхронного двигателя

Понятно, что основной управляющий ионосферой фактор – излучение Солнца. Но изучение суточных циклов прохождения коротких радиоволн в течение длительного промежутка времени (не менее года, а лучше – нескольких лет) наверняка выделит результат работы прототипа предлагаемого двигателя. Конечно, частота вращения вектора магнитной индукции в этом природном двигателе очень мала (1 об/сут), зато впечатляющи размеры!

Некоммутируемые двигатели постоянного тока

Бурное развитие топливных элементов (ТЭ), по-видимому, может стать могильщиком протяжённых силовых электрических сетей. Конечно, ГЭС и АЭС ещё очень долго будут оставаться вне конкуренции, поэтому передача от них энергии к мощным её потребителям и обеспечивающие эту передачу ЛЭП переменного тока высокого напряжения будут нужны.

Но вот тепловым электростанциям, видимо, приходит конец. Уже сейчас сравнительно примитивные

ТЭ обслуживают коттеджи, не за горами ТЭ многоквартирных домов и других маломощных компактных энергопотребителей.

Теперь обратим внимание на тот факт, что ТЭ вырабатывает, а большинство бытовых приборов использует постоянный ток (при этом в них приходится сетевой переменный ток выпрямлять). Исключение составляют только электродвигатели этих приборов, как правило, асинхронные, переменного тока.

Широкое применение ТЭ потребует перехода на двигатели постоянного тока, причём, нужны будут низковольтные сильноточные двигатели. Потому что от ТЭ удобнее получать мощный постоянный ток низкого напряжения, чем набирать из них высоковольтные батареи. Кстати, заодно и электробезопаснее.

В то время, когда Якоби изобретал двигатель постоянного тока, единственным источником сравнительно мощного магнитного поля был соленоид (собственно поэтому магнитное поле и было тогда названо соленоидальным). Именно поэтому на помещённую в такое поле рамку с током действовала пара сил, обеспечивающая её вращение.

При этом вращении требовалось менять направление тока в рамке каждые повороты, что и выполнял коллектор. Так построен двигатель Якоби и именно в таком виде он и существует до сих пор.

Конечно, за это время в конструкцию вносили различные модификации, направленные, прежде всего, на снижение пульсаций вращающего момента. Достигалось это обычно увеличением количества обмоток в якоре (и ламелей в коллекторе соответствен-

но). Развитие полупроводниковой техники нашло своё отражение в двигателях постоянного тока в замене коллектора полупроводниковым коммутатором.

Однако, и с коллектором, и с п/п коммутатором в якоре двигателя в данное мгновение работает лишь одна из обмоток, а все остальные только создают лишний вес. Между тем, современные материалы позволяют сконструировать двигатель постоянного тока (ДПТ), способный создавать строго постоянный во времени вращающий момент при неизменном токе).

Для этого необходимо, чтобы один из взаимодействующих компонентов имел радиальную геометрию.

ДПТ с «беличьим колесом»

В таком двигателе в рабочем зазоре следует создать радиальное магнитное поле, подобное магнитному полю в зазоре привычного всем акустического прибора – динамика, – как это показано на рис. 1.

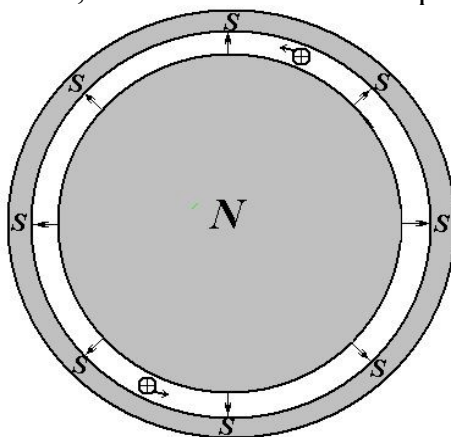


Рис. 1. Принцип действия двигателя

На рисунке видно, что направление действующей на проводник с током силы по мере его перемещения

в зазоре меняется в нужную сторону не за счёт изменения направления тока, а за счёт геометрии магнитного поля. Схема конструкция показана на рис. 2.

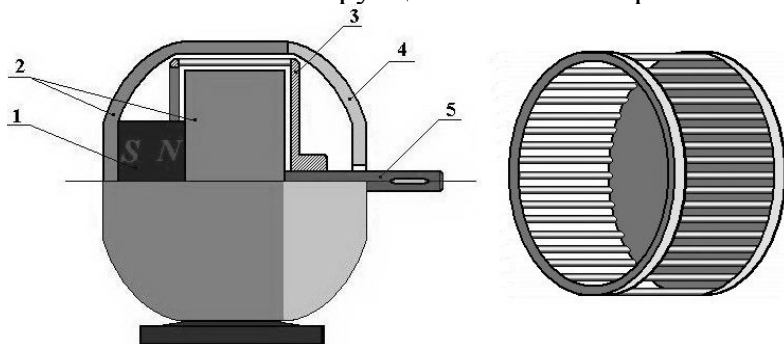


Рис. 2. Бесколлекторный двигатель постоянного тока

На этом рисунке: 1 – постоянный магнит с большой коэрцитивной силой, 2 – магнитомягкие магнитопроводы, 3 – ротор типа «беличье колесо» (показан на рис. 2 справа), 4 – детали корпуса из немагнитных материалов, 5 – вал отбора мощности.

Электрический ток подведён к щекам «беличьего колеса» скользящими контактами (на рисунке не показаны), а так как и ток, и магнитное поле стационарны, то действующие на проводники силы, а следовательно, и вращающий момент стационарны.

Причём одновременно работают ВСЕ проводники «беличьего колеса», что позволяет получить выигрыш в удельной мощности.

ДПТ с дисковым якорем

В этой конструкции магнитное поле создают два цилиндрических магнита, в зазоре между разноимёнными полюсами которых расположен диск, как показано на рис. 3. Поле направлено по оси двигателя, а ток протекает от оси диска к его краю (или наоборот).

Диск двигателя может быть сплошным, перфорированным или со спицами, что несущественно. В этой конструкции рабочий ток подводится скользящими контактами к оси и ободу диска. На рисунке показана схема, требующая конструктивной доработки.

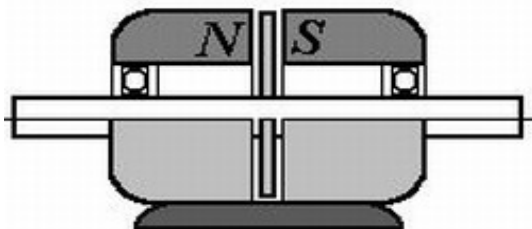


Рис. 3. Схема дискового ДПТ

Магнитопровод такого двигателя может быть собран и несколько иначе: подобно хорошо знакомым радистам сердечникам типа СБ с той только разницей, что он должен быть изготовлен из магнитотвёрдого материала с большой коэрцитивной силой.

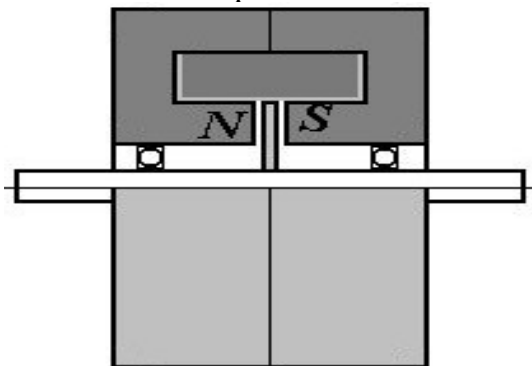


Рис. 4. Макет дискового ДПТ на базе СБ

По-видимому, макетировать его можно с помощью стандартного сердечника СБ, создавая поле катушкой, а ось с закреплённым на ней диском разместить вместо регулирующего винта.

Движители

Велоласт

Для движения под водой обычно широко применяются ласты, устройство, которое более или менее успешно копирует природные движители подводных обитателей. Однако при желании получить большие скорости люди переходят к винтовому движителю. Причина заключается в том, что при работе ластами человек использует далеко не самые сильные и тренированные мышцы.

Между тем, наличие в продаже гофрированных пластиковых трубок различных диаметров позволяет изготовить "Велоласт" – устройство, в котором будут работать самые сильные мышцы ног, но приводить в движение они будут ласт, подобный хвосту кита.

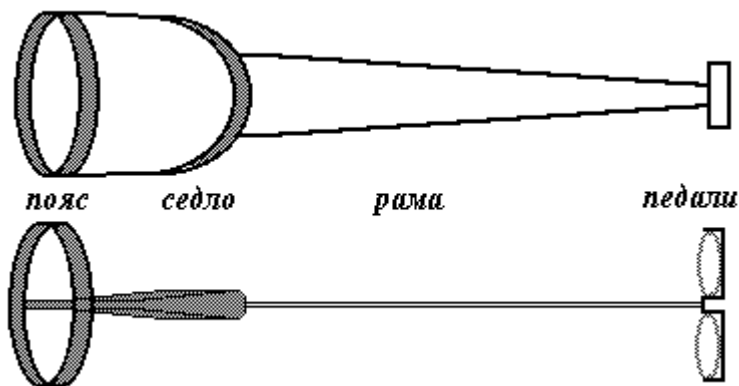


Рис. 1 Схема каркаса велоласта

Горизонтальное расположение ласта вызвано тем, что боковое сопротивление человеческого тела в этом направлении максимально. Устройство велоласта

понятно из приводимых рисунков. На рисунке 1 в двух проекциях показан жесткий каркас, закрепляемый на теле пловца поясом.

В лоткообразных педалях размещаются гибкие полости (типа резиновых груш), заполненные водой и соединённые каждая со своим гофрированным шлангом изгибного привода (рис. 2).

Изгибный привод, показанный на рисунке 2, представляет собой узкую нерастяжимую ленту, к которой с двух сторон кольцеобразными скрепами прикреплены два гофрированных шланга. Привод одним концом жёстко связан с каркасом, а на его втором конце так же жёстко установлен ласт.

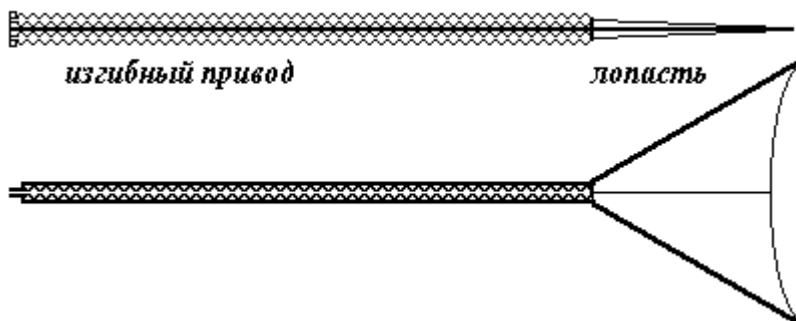


Рис. 2. Схема изгибного привода с лопастью.

При нажиме ногой пловца на одну из полостей практически (в наших условиях) несжимаемая вода пытается удлинить шланг, чему препятствует нерастяжимая лента.

В итоге удлинение шланга осуществляется путем изгиба всего привода в ту или другую сторону в зависимости от того, на какую полость нажимает нога пловца. Вообще говоря, для большей эффективности

ласта его можно было бы аналогичным способом изгибать, как показано на рисунке 3.

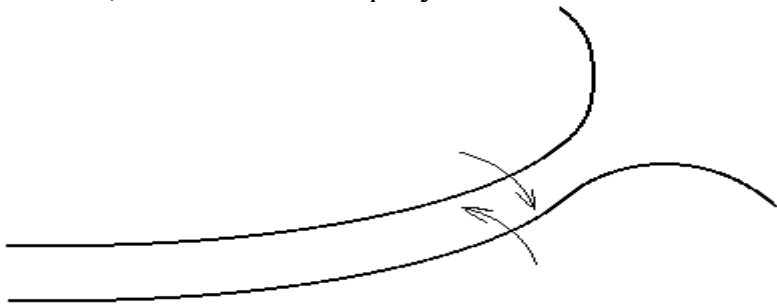


Рис. 3. Примерный вид оси изгиба привода с лопастью.

Для этого следует рёбра жёсткости ласта устроить аналогично основному приводу. Но можно обойтись и собственной гибкостью лопасти.

Ластоплан

Традиционно создатели различного рода мускулолётов пытаются подражать летающим созданиям живой природы: птицам (орнитопланы), летучим мышам и насекомым (разного рода махолёты). При этом оказывается, что мышечной силы человека недостаточно, её заменяют всякого рода двигателями, и с водой выплескивают ребёнка.

Летательные аппараты, использующие разного рода двигатели (самолёты, мотodelьтапланы, вертолёт, геликоптеры), давно и хорошо известны и разработаны. Всякого рода мотомахолёты никакими особыми преимуществами не отличаются и потому вызывают интерес только своей экзотичностью.

Между тем, действительно ли нужны такие мышечные затраты для полета? Альбатросы без единого

взмаха крыльями пролетают тысячи километров. Планиристы, дельтапланиристы, парапланиристы пролетают десятки и сотни километров, затрачивая мышечные усилия только на управление. Попросту говоря, при хорошем аэродинамическом качестве летательного аппарата затраты усилий на полёт весьма малы.

Беда в том, что «махолётчики» портят аэродинамику своих крыльев, пытаясь получить от них и подъёмную силу, и силу тяги. Да, подавляющее большинство природных летунов именно так использует свои крылья, но ведь они эволюционировали от планирующих прыгунов. Затем постепенно, в процессе эволюции, переносили мышечную массу к крыльям, так как энергии прыжка надолго не хватало, и нужна была «подкачка» в ходе парения. Но нам-то зачем этот путь – всё равно основные мышцы у нас в ногах!

Конечно, можно ногами приводить крылья в движение. Но ведь авиация началась только тогда, когда разделили функции создания подъёмной силы (крыло) и силы тяги (винт, а потом реактивная струя). Ничего противоестественного в этом нет: пусть сильные ноги создают тягу, а слабые руки управляют полётом.

Самое интересное, что в природе такое решение тоже есть: одна из летучих рыб совершает очень длительные полёты, так как не вылетает в воздух полностью, оставляя в воде часть хвоста и усиленно работая им. Её передние плавники – крылья держат её в воздухе, а хвост, оставаясь в воде, обеспечивает горизонтальную скорость. По сути, это и есть прототип мускулолета.

Достаточно к крыльям хорошего аэродинамического качества присоединить ласт (разумеется, соответствующей площади), например, конструктивно аналогичный велоласту и приводимый в движение ногами пилота, и махолёт готов.

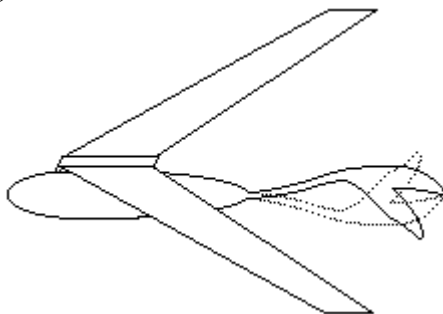


Рис.1. Внешний вид ластоплана
(пунктир – второе крайнее положение ласта).

Правда, машет он не крыльями, а хвостом, но это уж дело вкуса. Действительно, при аэродинамическом качестве 20 (что совсем не много для планера) требуется всего 50 Н горизонтальной тяги для полёта летательного аппарата стокилограммовой массы. Такое усилие может развить ласт сравнительно небольшой площади (примерно $0,7 \text{ м}^2$) при принудительном его профилировании в процессе изгиба.

Последняя фраза, видимо, требует пояснения. Уже на рис. 1 видно, что стебель ласта и его лопасть изогнуты в разные стороны. Такие изгибы достигаются тем, что силовые гофры стебля, расположенные сверху, на лопасти располагаются снизу и, соответственно, наоборот. Это обеспечивает нужные изгибы, как показано на рис.2.

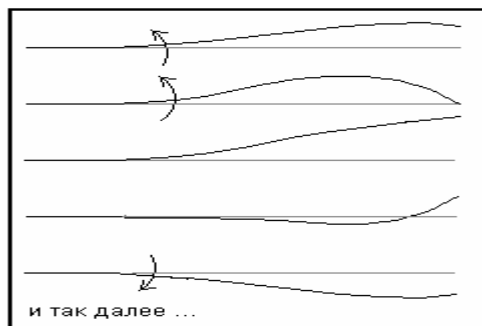


Рис.2. Изгибы средней линии лада

Потребуется и ещё одно отличие от велоласта: каждая гидрокамера педали должна состоять из двух изолированных частей – для пятки и носка, а от каждой педали должны отходить два гофра – нижняя пара от одной и верхняя пара от другой (см. рис.3).

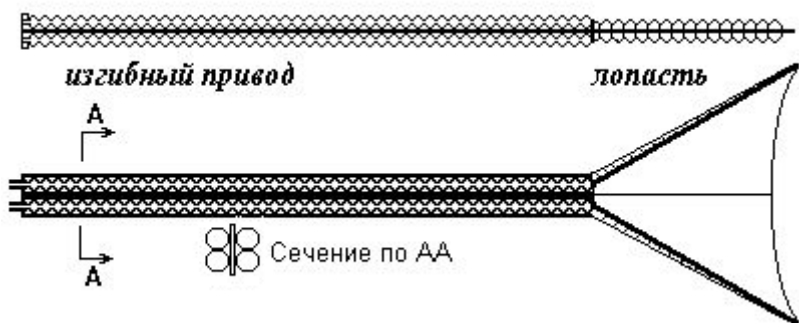


Рис.3. Схема лада.

В месте крепления лопасти к стеблю каждая пара гофров стебля расходитя на края лопасти (верхняя пара гофров стебля переходит в нижнюю пару лопасти и наоборот). Это позволяет пилоту движениями ступней менять направление вектора тяги лада, обеспечивая вместе с управляемыми руками элеронами крыльев крены и повороты.

"Камусный" лодочный движитель

Сопротивление движению лодки по воде, как известно, обусловлено, главным образом, двумя компонентами – волнообразованием и вязким трением.

Оба этих процесса вызваны тем, что лодка в своём движении взаимодействует с неподвижной водой, передающей затем полученную энергию всё дальше и дальше от движущегося тела.

Затраты энергии на волнообразование в значительной степени удаётся уменьшить, организовав интерференцию, например, в катамаранах. А вот вязкое трение "работает" и в катамаранах.

Обратим внимание: движитель (винт или водомёт) сообщает энергию лодке, а вязкое трение "тащит" за лодкой массу присоединённой воды.

Иначе говоря, движитель толкает в сторону, противоположную движению лодки, некоторую массу воды и, соответственно, сообщает импульс лодке, а также, увы, присоединённой трением воде. Таким образом, сообщенная движителю энергия распределяется между обратным потоком воды, с одной стороны, и лодкой с присоединённой к ней водой с другой.

Совместное решение уравнений импульсов и энергий взаимодействующих тел приводит к следующему:

$$w_1 = Wm_2 / (m_1 + m_2),$$

$$w_2 = Wm_1 / (m_1 + m_2)$$

где m_1 и m_2 – массы взаимодействующих тел, W – энергия, расходуемая движителем, w_1 и w_2 – доли W , доставшиеся каждому из "партнеров".

Если принять, что m_1 – масса обратного потока, m_2 – масса лодки с присоединенной водой, станет очевидно, куда же мы тратим большую часть энергии.

Но раз уж от трения нам не избавиться, нужно извлечь из него пользу – "отцепить" присоединённую воду от лодки и "прицепить" её к обратному потоку. Для этого необходимо на днище закрепить своего рода чешую в виде гибких пластинок, в покое ориентированных к корме под небольшим углом к днищу, как показано на рисунке 1.

Если теперь заставить днище колебаться в продольном направлении (предпочтительно с резонансной частотой чешуи, разумеется, с учётом водного слоя), то чешуйки будут совершать изгибные колебания, а пограничный слой воды получит импульс в сторону кормы, соответственно, лодка придёт в движение.

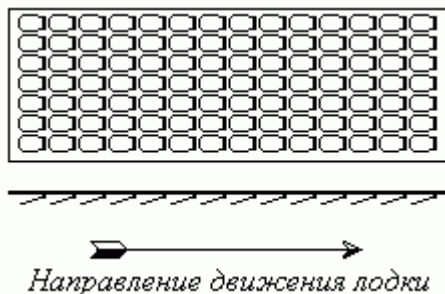


Рис. 1. Схема чешуйчатого движителя.

В этом случае в прямом направлении движется только лодка. Если при этом форма корпуса лодки обеспечивает взаимное гашение волн, непроизводительный расход энергии будет сведён к минимуму.

Вообще говоря, нужный эффект могут обеспечить и поперечные (вертикальные) колебания днища. По-видимому, их эффективность будет несколько ниже, зато налицо технологический выигрыш.

Заложенные в конструкцию чешуйчатого движителя принципы, вообще говоря, связаны не столько с жидкостью как таковой, сколько с присущей жидкости способностью заполнять возникающие в ней пустоты.

Но такими же свойствами обладают в той или иной мере текучие грунты (например, плывуны и болотистые почвы) и твердые сыпучие вещества (например, песок или сухой снег).

Поэтому движитель "камусного" типа может быть применен на "болотоходах", "снегоходах" и других транспортных средствах, перемещающихся в жидких, полужидких и сыпучих средах, как по их поверхности, так и внутри.

Катер с линейным движителем

В литературе много раз были описаны линейные электродвигатели для монорельсовых поездов. Однако, есть вид транспорта, где применение линейных электродвигателей требует значительно меньших затрат – нет нужды строить монорельс – это водный транспорт. В непроводящем (напр., стеклопластиковом) днище устанавливаются электромагниты, создающие бегущее к корме катера магнитное поле.

В морской воде такой движитель может быть довольно эффективен, чего нельзя сказать о пресной воде. Пресная вода имеет малую электропроводность, но ведь её упругие свойства не изменились. Поэтому

возникает мысль воспользоваться механическим аналогом линейного электродвигателя – линейным акустическим двигателем-движителем, назовём его так. Здесь возможны различные варианты:

1. В днище катера, в его диаметральной плоскости, на равных расстояниях друг от друга устанавливаются излучатели (механические, магнитострикционные или пьезоэлектрические). Они возбуждают в воде колебания со сдвигом фаз $\Delta\varphi$ (в радианах) каждый последующий относительно предыдущего:

$$\Delta\varphi = 2\pi l / \lambda \text{ где}$$

l – расстояние между двумя соседними излучателями, $\lambda = v/f$ – длина звуковой волны, f – частота, v – скорость звука в воде (1485 м/с).

Вполне очевидно, что для направленного излучения необходимо минимум два излучателя, находящихся на расстоянии четверть волны друг от друга. Так, для катера длиной 5 м с двумя излучателями, установленными вдоль катера на максимальном расстоянии друг от друга, частота составит ~ 75 Гц. Это значит, что катер будет "звучать". В инфразвук удастся уйти только на катере длиной более 25 м.

Можно повышать частоту увеличением количества излучателей (соответственно, уменьшая расстояние между ними), это увеличит, кстати, КПД движителя. Однако размеры излучателей не позволят уйти в ультразвук. Например, при расстоянии между соседними излучателями в 3 см частота станет равной ~ 12 кГц.

2. Однако, использование звуковых волн заманчиво, но совсем не обязательно. В принципе того же

эффекта можно добиться, организовав вынужденные колебания воды со значительно меньшими частотами, чем в приведенном выше двигателе-движителе. Для этого нужно воспользоваться поверхностными волнами (волны на свободной поверхности). В этом случае вибраторы нужно располагать не на днище, а либо по бортам катера, либо в воздушной полости под днищем (или между корпусами катамарана).

При этом скорость волны может быть всего 23 см/с, т.е. примерно в 6,5 тыс. раз меньше со всеми вытекающими последствиями. Ранее применение подобных движителей встречало почти непреодолимые препятствия при преобразовании постоянного тока в колебания нужной частоты из-за потерь. Теперь же развитие элементной базы позволяет осуществить такие преобразования почти со стопроцентным кпд.

Все эти рассуждения имеют силу, действительно, излучение направленной волны способно создать силу тяги, действующую на излучатель. Вот только величина этой силы тяги будет существенно меньше, чем сила рассуждений – симметричная волна плохо передаёт импульс. Оба волновых движителя вряд ли смогут превзойти линейный электромагнитный в пресной воде!

Иное дело, если волны "выпрямить", то есть внести нелинейные элементы, в качестве которых можно использовать те же чешуйки "камузного" движителя.

Такой "симбиоз" позволяет существенно упростить обе конструкции и получить вполне жизнеспособный и эффективный движитель.

Шины повышенного сцепления

Как хорошо известно, силой, приводящей в движение автомобиль, является сила трения. Именно сила трения колёс о дорогу определяет ускорение автомобиля при разгоне, а излишние лошадиные силы, бросающиеся под колёса "крутыми" водителями, уходят в визг. Эта же сила определяет длину тормозного пути, поэтому имеет смысл познакомиться с ней подробнее.

Сила трения покоя, а именно она важна для нас, не может превзойти произведения коэффициента трения (покоя) на силу нормального давления и, казалось бы, её максимальное значение и определяется этими величинами однозначно. Однако, это не совсем так, точнее, совсем не так.

Дело в том, что в механике существует такое понятие, как угол трения. Это угол, тангенс которого равен коэффициенту трения. Обычно его измеряют по предельному углу наклона плоскости, при котором тело ещё удерживается на ней. Но этот угол примечателен ещё и тем, что при его превышении тело начинает кувыркаться из-за "закусывания".

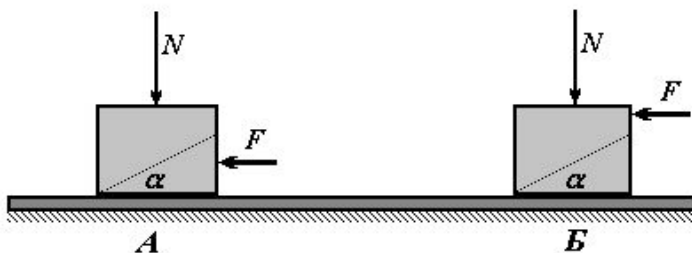


Рис. 1. Поведение бруска при различных условиях приложения горизонтальной силы

Эффект "закусывания" поясняет рис. 1. На нём показаны два существенно различных случая попыток передвижения бруска по горизонтальной поверхности: брусок *A*, действующая на который сила *F* приложена внутри угла трения α , начнёт скользить по ней, как только *F* превысит kN , где *k* – коэффициент трения, *N* – сила нормального давления; а вот брусок *B* либо начнёт кувыркаться, либо, если лишить его такой возможности, останется на месте, вдавливаясь своим передним концом в подложку. Рассмотрев моменты действующих на брусок сил легко понять и причину его поведения, и определить условия "закусывания":

$L < 2kh$, где *L* – длина бруска в направлении действия силы *F*, *h* – высота приложения силы *F* над опорной плоскостью. Именно этот эффект и позволяет значительно увеличить силу трения колеса о дорогу. Суть легко понять по рис. 2 и 3.

Специальный протектор снабжён продольными ламелями 2, имеющими по краям "вплавки" из эластичной резины 3 и только своей серединой связанными с основным телом протектора.

Протектор работает так: при сухом покрытии (большом α) ламели работают в обычном режиме, однако при снижении коэффициента трения (малом α) они способны, благодаря эластичным "вплавкам", поворачиваться вокруг поперечной оси, переходя в режим "закусывания", и стремятся "кувырнуться", пытаясь поднять автомобиль.

Конечно, на гололёде с водяным покрытием, где $k=0$, не поможет никакое "закусывание", но в этом случае может помочь продольное армирование ламе-

лей стальной проволокой, выходящей в торцы ламелей.



Рис. 2. Слева обычная шина, справа – шина со специальным протектором, устройство которого показано на рис. 3

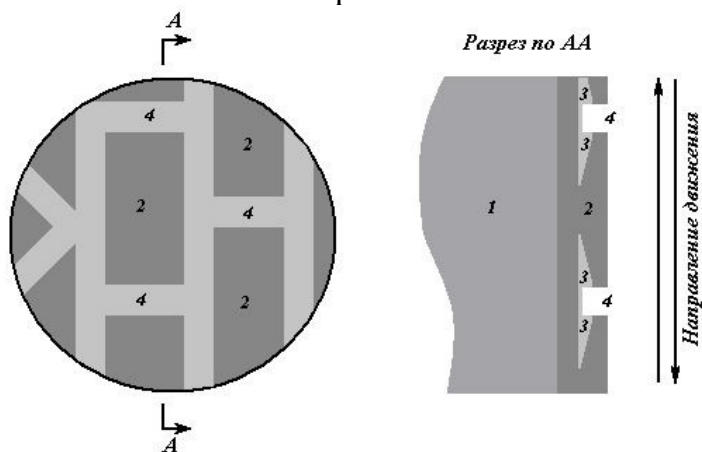


Рис. 3. Схема устройства специального протектора. 1 – тело покрышки, 2 – ламели протектора, изготовленные из той же жёсткой резины, что и весь протектор, 3 – эластичные вставки, 4 – пазы протектора

Альтернатива антикрылу

Антикрыло, предназначенное для увеличения сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием, впервые примененное известным автогонщиком Джоном Холлом на его болиде, получило широкое распространение и с пользой применяется не только на гоночных, но и на обычных автомобилях.

Однако физику не обманешь, поэтому прижимание автомобиля к дороге обеспечивается восходящим потоком воздуха от антикрыла, дающим сразу несколько неприятных последствий.

Даже после продувки в аэродинамических трубах не удастся полностью исключить турбулентность потока за кормой автомобиля. В результате там возникает зона пониженного давления, создающая, во-первых, дополнительное сопротивление, во-вторых, доставляющая массу неприятностей водителям, едущим сзади.

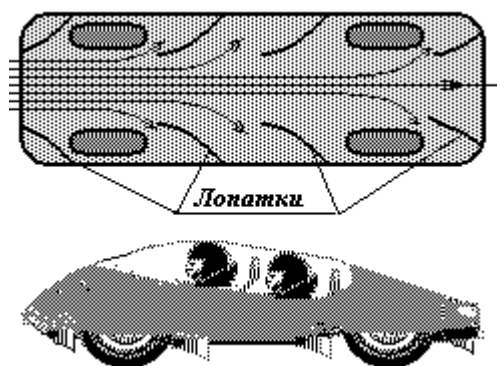


Рис. 1. Схема размещения лопаток под днищем автомобиля (стрелками показан воздушный поток относительно днища).

Между тем существует способ получения того же эффекта без неприятных последствий.



Рис. 2. Возможный вид серийного автомобиля с установленными лопатками.

Для этого нужно создавать силу притягивающую, а не прижимающую автомобиль к дороге, что в свое время делал и Холл с помощью вентиляторов. Сделать это можно, создавая разрежение под автомобилем установкой профилированных лопаток под его днищем, как это показано на рис. 1.

Размещение лопаток в створе колёс и изготовление их из гибкого материала (например, резины) позволяет сохранить клиренс автомобиля. Принцип действия понятен из рисунка: лопатки, выбрасывая воздух из-под днища, создают под ним разрежение и обеспечивают прижим колёс к дорожному покрытию.

На рисунке 2 видно, что лопатки расположены подобно брызговикам и ведут себя на неровностях аналогично. При таком решении воздушный поток, обтекающий автомобиль сверху, ничем не нарушается, поэтому не создается ни турбулентной зоны за кормой, ни взвеси грязной воды.

Способ уменьшения волнообразования

Хорошо известно, что основной «потребитель» энергии у высокоскоростных судов это волнообразование, те самые «усы», которые расходятся в обе стороны от идущего судна, доставляют удовольствие водным лыжникам и ... разрушают берега. Наиболее успешным из числа известных в настоящее время способом борьбы с этим явлением являются подводные крылья. Видимо, убеждать в этом никого не надо – всякий, кто имел возможность пользоваться «Ракетой», «Метеором» или любым другим плавсредством такого типа наблюдал этот эффект воочию.



Рис. 1. Судно на подводных крыльях

Однако и суда на подводных крыльях всё-таки без «усов» не обходятся, что хорошо видно на рис. 1. Причина их образования понятна из рис. 2. «Усы» образуются от зон повышенного уровня воды, которые возникают при обтекании подводного крыла водой.

В настоящее время применяются два типа крыльев: частично погружённые и полностью погружённые. Частично погружённые крылья имеют V-образную форму (рис. 2), которая решает две задачи:

- автоматическое поддержание величины подъёмной силы при изменении скорости судна за счёт изменения глубины погружения крыла, следовательно, его рабочей площади;
- обеспечение остойчивости судна за счёт приложения равнодействующей подъёмной силы выше центра тяжести судна.

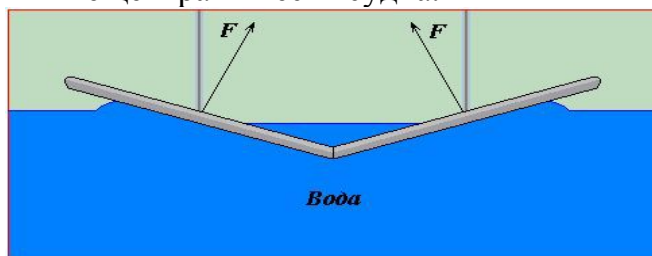


Рис. 2. V-образное подводное крыло и действующие на него силы

Такие крылья имеют прочную конструкцию без подвижных частей, поэтому надёжны в эксплуатации, но создают довольно значительные «усы» за счёт повышения уровня воды с обеих сторон конструкции.

Полностью погружённые крылья обычно бывают плоскими (в виде перевернутого Т) с изменяемым в зависимости от скорости углом атаки (несущие плоскости поворачиваются вокруг горизонтальной поперечной оси). Для плоских крыльев это необходимо, иначе судно будет «прыгать». Плоские крылья, как правило, создают «усы» поменьше, чем частично погружённые, но существенно усложняют конструкцию (и, конечно, снижают надёжность).

Радикально изменить ситуацию можно, если сделать крыло L-образным (чтобы «загнать» волну внутрь крыла), а расстояние между крыльями вдоль

продольной оси судна сделать таким, чтобы на крейсерской скорости оно равнялось половине волны.

Дело в том, что подъёмная сила крыла от «вспучивания» воды не зависит – она определяется разницей давлений в обтекающих крыло потоках, а возникающие волны, сконцентрированные в «крыловатерных струях», оказавшись в противофазе, погасят друг друга. Понятно, что L-образное крыло в одиночку (в отличие от V-образного) не сможет обеспечить остойчивость судна. Однако, дело не безнадежно – нужно ставить двойной комплект L-образных крыльев по бортам так, как показано на рис. 3.

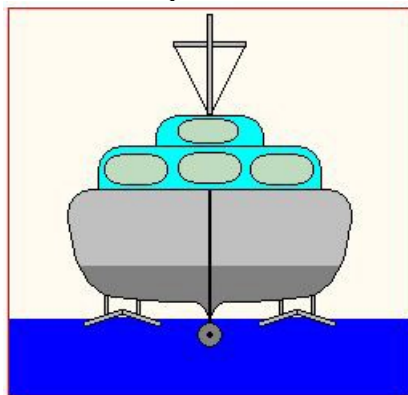


Рис. 3. Бортовое размещение L-образных крыльев

Тогда автоматическое регулирование величины подъёмной силы будет обеспечено формой крыла, а остойчивость – возрастанием подъёмной силы со стороны крена. Подобное решение позволит, крайней мере, на крейсерской скорости, и топливо экономить, и берега уберечь от излишнего размыва.

Насосы и компрессоры

Акустический насос

Авторским свидетельством N1001737 четверо изобретателей (в их числе и автор этого сообщения) запатентовали акустический двигатель, который нашёл применение в смешивании агрессивных жидкостей. Используемый в акустическом двигателе принцип может быть применен в конструкции насоса, не имеющего перемещающихся деталей.

В указанном акустическом двигателе три расположенных по окружности под углом 120° друг к другу акустических излучателей, питаемые электрическими колебаниями одной и той же частоты, но смещёнными по фазе на 120°, создавали вращающееся поле сжатия, которое и увлекало ротор или заменяющую его агрессивную жидкость.

Этот принцип может быть использован для перекачки жидкостей (или газов) двумя способами:

1. Внутрь акустического двигателя помещается архимедова спираль, которая выполняет роль шнека, с той разницей, что обычно шнек вращается в перемещаемом материале, здесь же, наоборот, перемещаемый материал вращается вокруг шнека.

2. Вдоль участка трубы с прямоугольным сечением располагаются акустические излучатели, напр., магнитострикторы, их проще вмонтировать в трубу, хотя вид излучателей не принципиален.

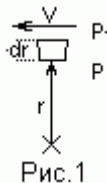
Излучатели питаются электрическими колебаниями одной и той же частоты, но смещёнными по фазе с таким расчётом, чтобы в трубе создавалось бегущая

вдоль трубы волна сжатия. По сути дела это линейная реализация акустического двигателя.

Разумеется, и в этом случае полезно "выпрямить" бегущую волну посредством нелинейных элементов, например, клапанов-карманов, аналогичных тем, которые природа установила в венах человека.

Безртотный компрессор

Рассмотрим движение воздушного потока в тороидальной трубе. Для того, чтобы элементарный объем воздуха dn (тангенциальным сечением S и радиальной высотой dr) двигался по окружности радиуса r , необходимо существование радиального градиента статического давления, иначе говоря, применительно к dn требуется разность давлений dP (см рис. 1).



Легко видеть, что динамическое равновесие этого объема воздуха описывается уравнением: $dP/P = (V^2/RT)dr/r$, где V – линейная скорость, R – газовая постоянная, T – абсолютная температура

Интегрируя по радиусу от внутреннего радиуса тора до внешнего, получаем при $V = \text{const}$:

$$\ln(P_2/P_1) = (V^2/RT) \ln(r_2/r_1)$$

После этого небольшого рассуждения напрашивается следующая конструкция (см. рис.2): воздух высокого давления (ВД) поступает в сопло Лаваля, в котором расширяется до атмосферного (статического) давления, приобретая сверхзвуковую скорость, и создаёт тороидальный вихрь. В соответствии с вышеуказанным уравнением во всасывающей щели создаётся пониженное давление и в щель всасывается воздух извне. Сверхзвуковая струя передаёт всосанному возду-

ху свой импульс, и общий поток движется в торе с дозвуковой скоростью.

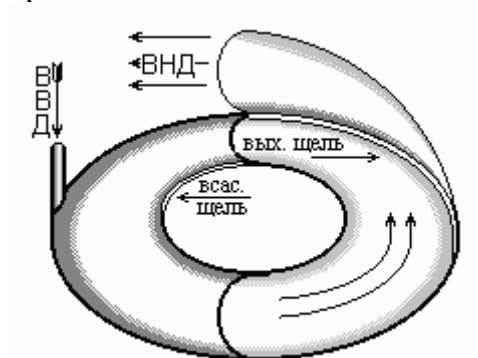


Рис.2

При этом (геометрия легко считается в зависимости от заданных давлений ВВД и ВВД) на внутреннем радиусе тора давление ниже атмосферного, а на внешнем радиусе – несколько выше. Выходное давление создается суммой статического и, главное, давлением скоростного напора.

Таким образом, понижая давление, мы увеличиваем массу сжатого воздуха, то есть, получаем своего рода динамический редуктор давления воздуха с умножением массы.

Конструкция красивая, но, увы, не имеющая особой ценности. Дело в том, что при нормальной температуре даже при истечении в вакуум нельзя для воздуха получить скорость больше 760 м/сек, а это значит, что существенного увеличения массы (больше, чем в 2,5 – 3 раза) не получить. По сути, предлагаемая конструкция – струйный насос в экзотическом исполнении. Расчёт настолько очевиден, что нет необходимости его здесь приводить.

Другое дело, если нам не важна чистота воздуха на выходе, а требуемое выходное давление лишь немного превышает атмосферное. Такие требования предъявляются к насосам, создающим воздушную подушку в транспорте на воздушной подушке.

Компрессор для катера на воздушной подушке легко получить, подключив, как показано на рис. 3, к соплу камеру сгорания.

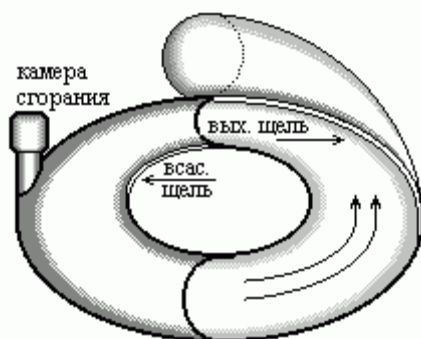


Рис. 3

В этом случае высокая температура возбуждающего потока позволяет получить увеличение массы выходного потока по сравнению с возбуждающим в несколько десятков раз.

Кроме того, реализуется практически непосредственное преобразование энергии топлива в конечный результат, а отсутствие вращающихся деталей существенно повышает надёжность.

Космические технологии

Экономичный космический движитель

Недавно поступило сообщение о том, что космические зонды «Вояджер-1» и «Вояджер-2», запущенные ещё в 1977 годы, достигли области, называемой гелиосферной мантией (heliosheath). Это район, где солнечный ветер заторможен, а его движение носит турбулентный характер. В мантию аппараты № 1 и № 2 вошли в декабре 2004 и августе 2007 года соответственно, а в настоящее время находятся в так называемой гелиопаузе, там, где поток солнечного ветра упирается в накатывающее извне межзвёздное вещество.

Летом 2010 года «Вояджер-1» передал о серьёзном изменении в окружающей обстановке – скорость солнечного ветра в этом направлении обратилась в ноль. Солнечный ветер в окрестностях планет имеет скорость в несколько сотен километров в секунду (если считать за точку отсчёта Солнце). После границы ударной волны его скорость упала ниже 100 км/с, в 2007 году «Вояджер-1» «намерял» 60 км/с и далее фиксировал падение этой скорости, а по последнему сообщению получен знаковый ноль.

Это очень важное сообщение. Возможно, что именно здесь корпускулярная компонента солнечного ветра агглютинирует, образует комки, которые затем превращаются в кометы и метеориты. Отсюда очевидна важность зондирования именно этих областей нашей системы, причём желательно придавать зондам бо'льшие скорости, чтобы получать информацию не через три десятка лет, а заметно раньше. При суще-

ствующих и ожидаемых в ближайшее время ракетных системах подобные запуски очень дороги.

Между тем, использование для ускорения космического аппарата солнечного паруса, опережая своё время, предлагал ещё Фридрих Цандер, однако, первая успешная реализации идеи состоялась только в 1993 г. в рамках российского эксперимента “Знамя-2”. Большая 20-метровая тонкопленочная конструкция была развернута за счет центробежных сил на борту грузового космического корабля “Прогресс М-15”.

Это была не только проверка возможностей создания солнечного паруса, но и эксперимент по созданию “космического зеркала” для освещения Земли из космоса. Световое пятно размером около 5 километров скользило по Земле со скоростью около 8 км/сек от районов южной Франции через Чехословакию, Германию, Польшу. На втором витке гигантский солнечный зайчик также наблюдался над Канадой.

В 2004 году лидером в практическом воплощении работ по созданию космических аппаратов с солнечным парусом становится Япония – она успешно развернула в космосе два прототипа солнечных паруса. Испытания прошли успешно и работы были продолжены. 21 мая 2010 г. с космодрома Танегасима японским агентством аэрокосмических исследований (JAXA) был успешно запущен IKAROS (Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun: межпланетный аппарат – “воздушный змей”, движущийся под воздействием солнечного излучения), оснащенный солнечным парусом площадью 200 кв.м. (квадрат с диагональю в 20 м).

Главная цель – демонстрация маневрирования и значительных изменений орбиты при помощи солнечного паруса в ходе его полёта к Венере. Следующий японский солнечный парусник будет представлять собой "цветок" диаметром 50 метров. Цель данного космического аппарата – Юпитер и Троянские астероиды. Эти работы свидетельствуют об успешности применения солнечных парусов в качестве космических двигателей.

С большим отставанием от Японии в этом году запущен первый экспериментальный солнечный парусник США. Приключения американского аппарата начались 19 ноября 2010 года, когда ракета Minotaur IV, стартовавшая с космодрома на острове Кадьяк (Kodiak Launch Complex), вывела в космос сразу семь небольших спутников. Они были подняты на орбиту высотой 653 км и наклоном 72 градуса.

Одной из главных нагрузок в том старте был экспериментальный микроспутник FASTSAT, предназначенный для испытания целого ряда технологий, разработанных для лёгких и недорогих космических аппаратов. В данном запуске начинкой этого адаптера выступал парусник NanoSail-D. Его FASTSAT должен был отправить в свободное плавание вскоре после своего выхода на орбиту. Но ни в ноябре, ни в декабре запланированного выброса не случилось.

Однако, совсем неожиданно, 18 января 2011 года в три часа утра по Гринвичу механизм выброса NanoSail-D всё же сработал, о чём просигнализиовала телеметрия FASTSAT и что было позднее подтвер-

ждено наземными системами слежения за космическими объектами.

Однако, солнечные паруса, работающие от прямого солнечного излучения, обладают одним существенным недостатком – их сила тяги при прочих равных условиях обратно пропорциональна расстоянию от Солнца. Так, уже для полёта к Юпитеру JAXA приходится увеличивать линейные размеры паруса в два с половиной раза. Космический разведчик «Вояджер-1», находится сейчас у границы Солнечной системы на расстоянии 17,41 миллиарда километров от Земли и почти в 117 раз дальше от Солнца, чем Земля.

Это означает, что для сохранения силы тяги паруса его диаметр нужно увеличить во столько же раз, то есть применительно к IKAROS'у нужен парус диагональю более двух километров. А увеличение размеров паруса делает очень сложным его удержание в расправленном состоянии, так как использовать для этой цели вращение нельзя – парус перестаёт быть управляемым из-за гироскопического эффекта.

Для преодоления этого недостатка необходимо вместо точечного источника (каким является Солнце), создающего освещённость, обратно пропорциональную квадрату расстояния, применить источник с гораздо меньшей расходимостью лучей, каким, например, является лазер (хотя, конечно, на таких чудовищных расстояниях и нынешние лазеры слишком «широко лучевые»: парус диаметром 50 м в гелиопаузе будет «виден» под углом около одной угловой микросекунды). «Накачивать» лазер можно излучением Солнца, которое фокусируется на лазере параболическим

зеркалом, расположенном на орбите Земли или ещё ближе к Солнцу, как это показано на рис.1. На орбите Земли общая мощность солнечного излучения, падающего на парус IKAROS'a, составляет менее 300 кВт.

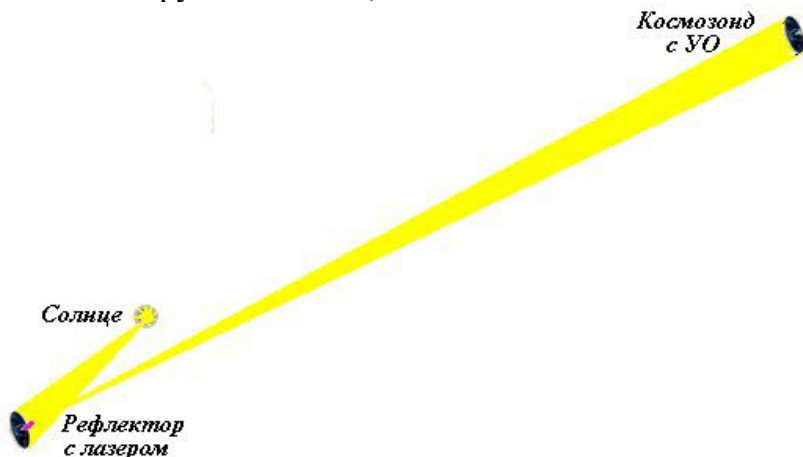


Рис. 1. Схема питания светового паруса космического аппарата.

Сейчас уже существуют GaAs-лазеры с оптической накачкой мощностью до 40 кВт. Необходимо добиться их непрерывной стабильной работы, чем и без того занимаются ВПК развитых стран. Так, компания Northrop Grumman в рамках третьего этапа программы JHPSSL (Joint High Power Solid State Laser) провела успешные испытания высокоэнергетического твердотельного лазера мощностью до 30 киловатт.

Лазерный луч непрерывно генерировался без потери качества в течение пяти минут. Уменьшение угла расходимости луча тоже «в разработке» военных, во всяком случае, уже известны способы решения этой задачи. В готовом виде боевой лазер JHPSSL будет состоять из восьми цепей с четырьмя модулями усиле-

ния в каждой. В итоге его суммарная мощность превысит требуемый уровень в 100 киловатт. Иначе говоря, для питания паруса IKAROS'a необходимой энергией достаточно утроить сборку JHPSSL и обеспечить её непрерывную работу. Создание тонкоплёночного параболического зеркала в свободном космосе весьма сложная задача.

Возможно, на первых порах рефлектор с лазером целесообразно изготовить из более прочных материалов и установить, например, на одном из полюсов Луны (рис. 2). Конечно, изготовление подобного устройства на Луне – дорогое удовольствие, но оно может быть многоцелевым и в значительной части окупаться за счёт этого дополнительного использования. Например, для изменения орбит "неудобных" метеорных тел. В самом деле, зачем тащить на них двигатели, если гораздо экономнее доставлять туда только энергию и с её помощью испарять "местные" материалы в нужной точке объекта. Ведь закон сохранения импульса работает независимо от наличия или отсутствия сопел.

Вот только перед этим нужно всё хорошо считать, чтобы не получилось по Черномырдину:

"Хотели как лучше, а получилось как всегда".



Рис. 2. Рефлектор на полюсе Луны (для наглядности показан луч лазера, разумеется, реально невидимый)

Остаётся проблема точного наведения луча лазера на парус, вернее, получения информации о том, что луч попал на парус. Однако и здесь есть проверенное решение – уголкового отражателя (УО), отражающий падающий на него луч точно по линии падения (подобный тому, что был установлен на советском луноходе, и с помощью которого французские астрономы измерили точное расстояние до Луны, поймав отражённый луч лазера). Для контроля попадания луча на парус вполне достаточно установить на зонде четырёхоктантный уголкового отражатель (рис. 3).

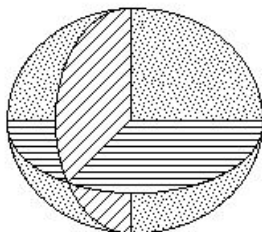


Рис. 3. Четырёхоктантный уголкового отражатель

Как видно из рисунка, это плоский металлический диск, на котором установлены два полукруга под прямым углом друг к другу и к основанию. Такая конструкция обладает свойством отражать падающие на него лучи обратно по тому же направлению, откуда они пришли. Поэтому при попадании луча лазера на парус и, в том числе, на УО в обратном направлении к рефлектору отправится сигнал, являющийся частью луча лазера и обладающий его расходимостью, то есть в месте отправления будет получен достаточно сильный сигнал. Конечно, при больших дистанциях управление лучом будет не простым делом из-за большого времени реакции, вызванного временем прохождения

света к зонду и обратно, но это уже проблемы управления.

Управление вектором тяги солнечного паруса

Идея полётов в космосе с использованием солнечного паруса появилась в России (ещё в 1920 г.) – она принадлежит одному из пионеров ракетостроения Фридриху Цандеру. Но первый опыт создания солнечного паруса был предпринят только в 1993 г. – в российском эксперименте «Знамя-2». Большая 20-метровая тонкоплёночная конструкция была развернута за счёт центробежных сил на борту грузового космического корабля «Прогресс М-15».

В 2004 году лидером в практическом воплощении работ по созданию космических аппаратов с солнечным парусом становится Япония – она успешно развернула в космосе два прототипа солнечных парусов. Тест, однако, был кратковременным, поэтому можно сказать, что паруса не успели показать себя в работе, т.е. приобрести измеримое ускорение.

Теперь же главная цель японских инженеров – демонстрация маневрирования и значительных изменений орбиты при помощи солнечного паруса в ходе его полёта к Венере. На эту фазу испытаний IKAROS'у отводится шесть месяцев. Парус IKAROS'a представляет собой квадрат со сторонами чуть больше 14 метров, созданный из полиамидной плёнки. В нескольких местах к этой мембране добавлены ультратонкие солнечные батареи. Они питают различные приборы парусника.

IKAROS – это первый солнечный парусник за пределами околоземной орбиты. Он же – первый, в

котором будут совмещены двигательные возможности космического паруса с его использованием в качестве солнечной батареи. Очередной японский проект по созданию солнечного паруса – межпланетный зонд с парусом и ионными двигателями, которые помогут солнечному паруснику маневрировать на пути к месту назначения и непосредственно около него, должен достичь Юпитера и Троянских астероидов.

Причина столь больших интервалов между появлением идеи и её реализацией – сложность маневрирования. Именно поэтому японцы намереваются оснастить парусник ионными двигателями. Этакая каравелла с атомным реактором.

Между тем, может быть построено устройство для управления вектором тяги солнечного паруса без всяких дополнительных двигателей. Его конструкция показана на рис. 1.

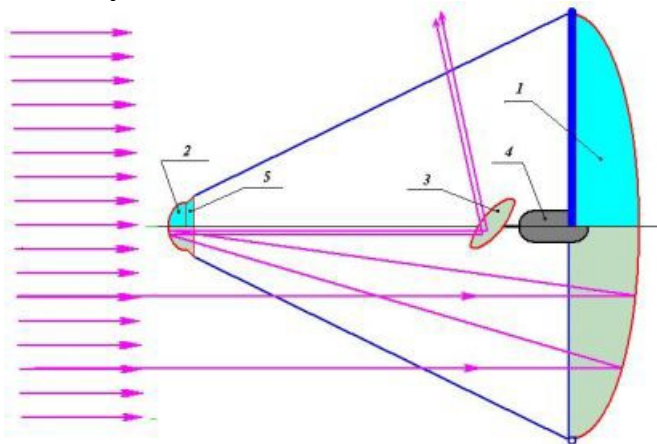


Рис. 1. Схема солнечного парусника с управляемым вектором тяги.

На рисунке синим цветом показан «рангоут» парусника, красным – светоотражающие плёнки, 1 – основной парус, 2 – параболическое зеркало, 3 – управляемое плоское зеркало, 4 – корпус корабля, 5 – зеркальное кольцо-стабилизатор.

Рангоут корабля посредством тонких жёстких стержней связан в единую конструкцию с корпусом корабля 4 таким образом, чтобы общий центр массы был расположен в центре плоского зеркала 3. Работает устройство так:

- основной парус 1 – плёночное параболическое зеркало – собирает солнечный свет в фокусе параболического зеркала 2;
- зеркало 2 формирует практически параллельный пучок и направляет его на управляемое плоское зеркало 3;
- зеркало 3 отражает его под углом, необходимым для создания нужного направления тяги.

Давление света на зеркала 1 и 2 в сумме практически взаимно компенсируется и «работает» только импульс зеркала

Стабилизацию корабля по отношению к Солнцу обеспечивает зеркальное коническое кольцо 5, окружающее зеркало 2, центрирующее световой поток на зеркале 2 путём поворота корабля вокруг центра массы при дисбалансе падающего на кольцо 5 светового потока. Такое устройство снимает проблему поворота большого плёночного паруса и обеспечивает максимальное значение его эффективной площади, независимо от направления вектора тяги.

Разумеется, стабилизация паруса вращением, как это делалось в эксперименте «Знамя-2», исключена, так как момент, создаваемый кольцом 5, приведёт в этом случае к прецессии.

О противометеоритной обороне

15 февраля прошлого года над южной частью Урала прошёл метеоритный дождь. Один метеорит упал и взорвался в 90 км от Челябинска, мощной взрывной волной выбило стекла в окнах сотен зданий в столице региона и её окрестностях.

Почему проблеме стоит уделять повышенное внимание? Нашей Земле постоянно угрожает столкновение с одним из многочисленных астероидов или комет, которые в огромном количестве блуждают по просторам Солнечной системы. Разумеется, вероятность космической катастрофы очень невелика, однако она далеко не нулевая — в прошлом Земли уже происходили катаклизмы, приведшие к серьёзным изменениям флоры и фауны планеты.

Астрономы на сегодняшний день обнаружили множество метеоритов, траектория движения которых пересекается или сближается на опасное расстояние с Землёй. Наиболее сильные опасения связаны с астероидом Apophis — этот объект размером около 270 метров имеет вероятность один к 45 000 встретиться с Землей в 2036 году.

На первый взгляд проблема не выглядит очень сложной — многие трудности сегодня разрешаются при помощи бомб, и самым простым методом избавиться от метеорита является взрыв атомной или водородной бомбы, который должен разрушить небесное

тело. Но в этом случае образуется множество более мелких обломков, которые пусть и причинят меньший ущерб, всё же остаются небезопасными для обитателей нашей планеты. Тем более, что их траектории после взрыва практически непредсказуема. Поэтому следует искать такие методы, которые, сохранив опасный объект в целости, изменяют его траекторию.

Таких методов уже предложено несколько. Одним из них может быть «удар болванкой» – попадание в астероид массивным телом, обладающим строго определённым импульсом. Правда, для астероида, соизмеримого с Апофисом, «болванка» должна быть довольно большой. Об этом способе мы уже публиковали (в ВМ № 2 2008г.) статью А.И. Азарова «Ледяной «Антиастероид-2008», в которой автор с целью экономии средств предлагал способ заблаговременного «намораживания» на орбите массивного ледяного тела, которое в нужный момент направляется навстречу астероиду. Предложенный в этой статье способ дешевле запуска «болванки» с Земли, но, тем не менее всё-таки очень дорог.

Другим способом небольшого изменения направления вектора скорости объекта может быть ядерный взрыв на некотором расстоянии от поверхности астероида. Для поиска оптимального варианта изменения траектории движения небесного тела астрономы Национальной Лаборатории Лоренса в Ливерморе, Калифорния, смоделировали ядерный взрыв в непосредственной близости от метеорита около километра в диаметре. Мощность взрыва оценивалась в 100 кило-

тонн в тротиловом эквиваленте, а расстояние до объекта составляло около 250 метров.

В результате подобной операции скорость движения метеорита увеличилась на 6,5 мм в секунду – очень небольшое значение, но, учитывая космические расстояния, достаточное для отведения угрозы от Земли. Следующим направлением изучения стала возможность изменения направления движения небесного тела гораздо меньшим по силе взрывом – мощность взрывчатки решено снизить до одной килотонны, а расстояние уменьшить до одного метра от объекта. Такой подход означает значительное упрощение миссии, а следовательно, бо'льшие шансы на успех.

Общим недостатком этих методов является невозможность корректировки последствий. Удар «болванкой» может оказаться не центральным (не говоря уж о промахе). В этом случае большая часть её энергии истратится на вращение астероида, а не на изменение его скорости, ядерный взрыв при реальной форме астероида тоже может дать неожиданный эффект.

Было предложено также доставить на астероид реактивный двигатель, выхлопом которого можно управлять с Земли. В этом случае по ходу дела можно вносить коррективы, но элементарный расчёт, который здесь не имеет смысла приводить, показывает, что даже при использовании в качестве рабочего тела материала самого астероида и ядерного реактора в качестве источника энергии потребуется реактор, много мощнее существующих (не говоря уж о проблемах его доставки на астероид и мягкой посадки).

Но вариант с реактором позволяет переформулировать задачу: по сути необходимо доставить на астероид достаточное количество энергии, которая будет переводить в высокоскоростной поток газа материал астероида в нужной точке его поверхности так, чтобы реакция этого потока должным образом меняла скорость небесного тела. Такой способ тоже уже был предложен: светить в определённую точку астероида мощным лазером. Беда только в том, что лазеров нужной мощности люди пока не умеют делать.

Однако, положение не безнадёжно. Изложенная в конструкции «Управление вектором тяги солнечного паруса» идея может быть применена для воздействия на астероид. Эта конструкция собирает падающее на параболический солнечный парус излучение, формирует практически параллельный пучок и посредством управляемого плоского зеркала направляет его в нужную точку.

Конструкция обеспечивает также оптимальную ориентацию паруса на Солнце. Эта конструкция была предложена в качестве движителя для космических зондов, однако, если увеличить массу корпуса и поместить такую конструкцию в одну из точек Лагранжа системы Земля-Луна, мы получим стационарное антиастероидное оружие длительного действия, которое будет облучать астероид мощным потоком даровой энергии, испаряя его вещество и меняя траекторию. Наиболее перспективны для этого точки Лагранжа L_4 и L_5 , именно там «мёртвые зоны», создаваемые Землёй и Луной, минимальны.

Пояснение. Точки Лагранжа представляют собой частный случай решения т. н. ограниченной задачи трёх тел – когда орбиты всех тел являются круговыми и масса одного из них намного меньше массы любого из двух других. В этом случае можно считать, что два массивных тела обращаются вокруг их общего центра масс с постоянной угловой скоростью. В пространстве вокруг них существуют пять точек, в которых третье тело с пренебрежимо малой массой может оставаться неподвижным во вращающейся системе отсчёта, связанной с массивными телами. В этих точках гравитационные силы, действующие на малое тело, уравниваются центробежной силой. Расположение точек Лагранжа (в том числе, и для системы Земля-Луна) показано на рис. 1:

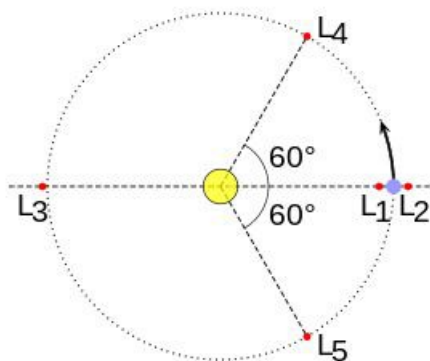


Рис. 1. Точки Лагранжа.

Три из пяти точек Лагранжа расположены на одной оси, соединяющей два тела. Точка L_3 лежит на прямой, соединяющей два тела с массами M_1 и M_2 ($M_1 > M_2$), и находится за телом с большей массой. Если на основе линии, соединяющей оба тела системы, построить два равносторонних треугольника, две верши-

ны которых соответствуют центрам тел M_1 и M_2 , то точки L_4 и L_5 будут соответствовать положению третьих вершин этих треугольников, расположенных в плоскости орбиты второго тела в 60 градусах впереди и позади него.

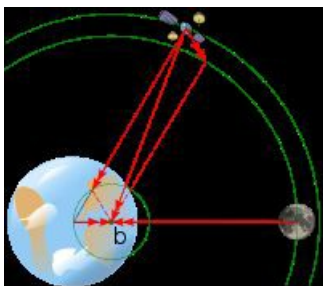


Рис. 3. Гравитационное ускорение в точке L_4

Наличие этих точек и их высокая стабильность обуславливается тем, что, поскольку расстояния до двух тел в этих точках одинаковы, то силы притяжения со стороны двух массивных тел соотносятся в той же пропорции, что их массы, и таким образом результирующая сила направлена на барицентр системы; кроме того, геометрия треугольника сил подтверждает, что результирующее ускорение связано с расстоянием до барицентра той же пропорцией, что и для двух массивных тел.

Другие устройства

Пространственная модуляция радиосигнала

Хорошо известное свойство уголкового отражателей отражать сигнал по тому же направлению можно использовать для модуляции непрерывного радиосигнала. Действительно, как легко увидеть из рисунка 1, падающий на уголкового отражателя (УО) луч претерпевает двойное отражение и отправляется точно антипараллельно.

Если взять три взаимно ортогональных отражающих плоскости, то мы получим 8 уголкового отражателей, способных отправить обратно к излучателю сигнал любого направления, пришедший с любой стороны.

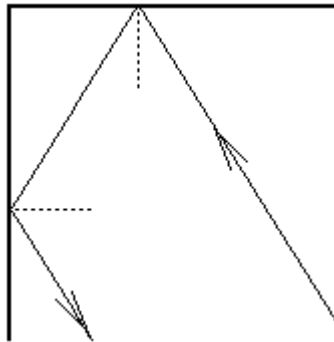


Рис. 1. Работа уголкового отражателя.

Однако если угол между отражающими плоскостями изменится и станет, например, равным $(\pi/2 + 2\delta)$, то отражённый луч отклонится от первоначальной линии распространения в общем случае на 4δ .

Поэтому, если изготовить уголкового отражатель (рис. 2), состоящий из трёх взаимно ортогональных

эластичных отражающих плоскостей, закреплённых в жёсткой сфере из радио прозрачного материала, а затем механически перемещать точку пересечения плоскостей – центр – на небольшую величину (в пределах упругости материала плоскостей), то отраженный луч будет попадать к передатчику только при нулевом смещении центра.

Во всех остальных положениях центра луч отразится на угол, существенно отличный от π и пройдёт мимо приёмной антенны

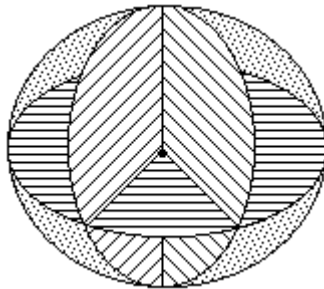


Рис.2. Полный уголкового отражатель.

Таким образом, любое отклонение центра от нейтрального положения приведет к уменьшению сигнала вплоть до исчезновения. Иначе говоря, смещая центр УО от нейтрали, легко осуществить передачу информации в бинарной форме.

Например, пусть на орбите находится такой УО с радиусом 0,5м. Такой УО будет хорошо отражать сантиметровые и более короткие радиоволны. Если его облучать с Земли непрерывным немодулированным ненаправленным сигналом, то на антенну передатчика будет поступать непрерывный же сигнал, не зависящий ни от ориентации антенны, ни от взаимного расположения приёмопередатчика и УО.

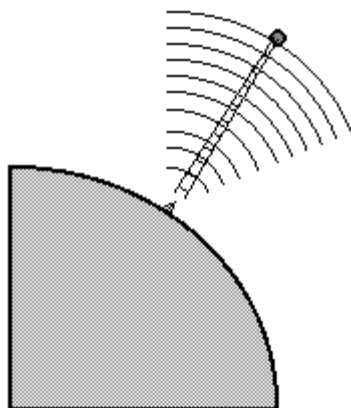


Рис.3. Работа УО на спутнике.

Вполне понятно, что УО будет отражать только радиоволну, распространяющуюся в телесном угле, определяемым квадратом отношения радиуса УО к расстоянию до ПП. Следовательно, и отражённый сигнал будет излучаться в таком же телесном угле, поэтому весьма малое смещение центра УО вызовет исчезновение сигнала в приёмнике.

Предлагаемый способ связи не требует какой-либо ориентации спутника (а значит, и соответствующих механизмов), не требует спутниковой приёмопередающей аппаратуры и т.д. Смещение же центра УО можно осуществить, например, с помощью магнитной катушки, намотанной на сферу, и помещённого в центр ферромагнетика.

Такой спутник может контролировать, например, радиационную обстановку или другие аналогичные процессы. При этом вся измерительная и обрабатывающая аппаратура может быть размещена в том самом центре, смещение которого и модулирует сигнал.

Кластерно-сетевая связь

Мобильная сотовая телефонная связь, безусловно, по-праву отнесена к крупнейшим достижениям 20-го века. Её бурное развитие и триумфальное шествие по миру лишнее тому доказательство. К сожалению, наметившиеся в последние годы тенденции её совершенствования уводят эту отрасль связи между людьми в сторону. В конкурентной борьбе производителей мобильных телефоны начиняются всё большим количеством функций, не имеющих никакого отношения к собственно коммуникациям.

Мобильный телефон становится игровой приставкой, плеером, калькулятором, фотокиноаппаратом и тому подобное. Это хорошо, беда лишь в том, что в этом «салате» постепенно отходят на второй план собственно связные функции. Конечно, некоторые из «наворотов» со временем послужат базой для видеофонов, которые уже сейчас технически вполне реальны.

Вопрос в том, нужно ли превращать средство связи в некий универсум. Здесь полезно время от времени вспоминать об универсальности способностей утки: она может бегать (правда, существенно хуже лошади), может летать (гораздо хуже сокола) и может плавать (увы, совсем не как рыба).

Между тем, нынешняя сотовая мобильная телефонная связь имеет один серьёзный недостаток – в ней существуют локализованные узлы-станции. Эти высокие антенные мачты, постоянно излучающие довольно мощные сигналы, зачастую оказывают вредное влияние на окружение.

На первом этапе, при небольшом количестве абонентов и сравнительно малой чувствительности телефонов организация связи через узловые станции была неизбежна. Однако, современная концентрация абонентов, особенно в городах, развитие нанотехнологий, позволяющих в малых объёмах разместить аппаратуру, совсем недавно занимавшую целые шкафы, а, главное, серьёзное повышение чувствительности позволяют рассредоточить эти узлы, превратив каждый мобильник в узел сети.

Конечно, для связи между городами ретрансляционные узлы придётся оставить, но внутри городского «кластера» функции узлов связи вполне могут быть распределены между абонентами, что резко понизит стоимость этого вида связи. Фактически связь в «кластерах» будут обеспечивать сами абоненты, расходы которых сведутся к более интенсивной эксплуатации источников питания, а современные сотовые монстры будут нужны только для межкластерной связи.

Безусловно, нынешние доходы сотовых компаний весьма велики, без боя они не сдадутся, но будущее именно таково. Те из теперешних сотовых операторов, которые первыми поймут это и начнут создавать и внедрять мобильные телефоны – узлы (назовём их для красного словца «вариксофонами»), смогут снизить региональную оплату связи практически до нуля, захватив рынок и обеспечив тем самым устойчивый доход на роуминге. В противном случае их крах неизбежен.

Кстати, разработка и выпуск на российский рынок (для начала) подобных «вариксофонов» – реаль-

ный шанс для корпорации «РосНано» обойти зарубежных конкурентов в этом секторе. Дело в том, что отсутствие централизованных узлов позволяет использовать их в любой «глубинке», как только там стало два и более «вариксофона» (разумеется, при отсутствии ретранслятора – только для местной связи).

Но ..., лиха беда – начало: как только в поселении (деревушке, посёлке, садоводстве) этот вид связи укоренился, практически неизбежно желание «выхода в свет». Это значит заявка на ретранслятор (проводной, радио или спутниковый). Кстати, для России предпочтителен именно последний, спутниковый тип ретранслятора.

«Левитирующие» материалы

В последнее время человек, похоже, начал осознавать, что с энергией лучше обращаться бережно и, по возможности, экономить её. Свидетельством тому может служить возрождение интереса к дирижаблям. В самом деле, трудно представить себе более бессмысленное занятие, чем ритуал сожжения бензина в зависшем на одном месте вертолёте.

Конечно, вернуться к дирижаблям можно было бы и раньше, ещё тогда, когда научились получать гелий в промышленных масштабах и появилась возможность устранения пожаро- и взрывоопасности дирижаблей. Но лучше поздно, чем никогда. Дирижабли, правда, пока штучно, начали производить, продолжая массово плодить вертолёты. Здесь, конечно, есть причина – дирижабли по-прежнему не защищены от утечек. Обиженная ворона и то может «сбить» дири-

жабль, располагая лишь крепким клювом. О более серьёзном оружии и речи нет!

Однако, как всегда, решение лежит на поверхности, но в другой области: существуют автомобильные пневмошины, не боящиеся проколов, поскольку они заполнены пенополимером. При пробое опустошаются только непосредственно пробитые ячейки, а остальные продолжают работать. Аналогичное решение напрашивается и для дирижаблей в виде пенополимера, ячейки которого заполнены гелием.

Вполне подходящим для этой цели материалом может быть, например, пенополиуретан. Материал негорюч, эластичен, работоспособен до -40°C , практически полностью состоит из изолированных (если не применять специальных приёмов) друг от друга ячеек, устойчив к атмосферным воздействиям.

Изготавливаемый в качестве строительного материала, следовательно, имеющий необходимые прочностные характеристики, пенополиуретан имеет кажущуюся плотность $10 - 15 \text{ кг/м}^3$. Это, конечно, очень много. Для наших целей нужна кажущаяся плотность на полтора порядка меньше (при заполнении ячеек гелием, а не фреоном и воздухом).

Вероятно, такой плотности можно достичь увеличением степени вспенивания (разумеется, за счёт снижения прочностных характеристик). Даже при существующих технологиях некоторые эластичные пенополиуретаны можно формовать при температуре выше 100°C под давлением около 50 МПа (обычно процесс идёт при 2 МПа). Это позволяет надеяться на

разработку технологий, обеспечивающих необходимые параметры.

Разумеется, не исключены и другие полимеры, способные создавать необходимый «пенокаркас» для гелия. Пенополиуретан хорош, прежде всего, тем, что он широко освоен в промышленности.

Конечно, грузоподъемность дирижабля с «гелиопенопластом» будет заметно меньше, чем у оболочечного, но это с лихвой будет перекрыто его долговечностью и неприхотливостью.

Боевые аэростатные средства

Малозаметный неуправляемый БПЛА

Системы современного вооружения всё более насыщаются электроникой, вслед за миниатюризацией которой, стремительно уменьшаются в размерах. Так, если в настоящее время состоящие на вооружении беспилотные летающие аппараты разведки, наблюдения и наведения управляемых снарядов выглядят, как показано на рис. 1, то им на смену идут БПЛА такие, как на рис. 2.



Рис. 1. Современный боевой БПЛА

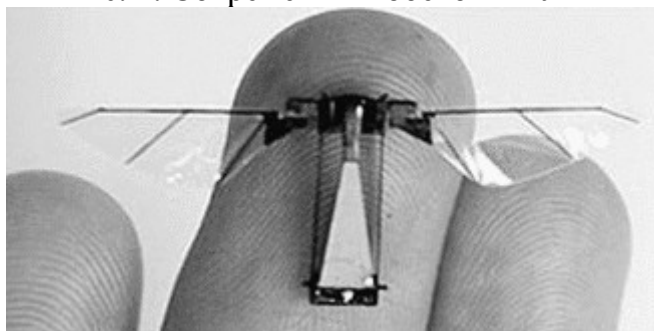


Рис. 2. Образец разработки разведки США

Разумеется, время полёта, следовательно, дальность лимитированы запасом энергоносителя. Кроме того, любой привод существенно превосходит по своим размерам ту аппаратуру, которая, собственно и выполняет основную задачу – разведку.

Поэтому сейчас разрабатываются БПЛА с электроприводом, которые, по-видимому, в ближайшем будущем станут получать энергию для полёта от фотоэлементов или от радиолуча. Однако и тот, и другой путь увеличивает "сечение обнаружения".

Между тем, люди старшего поколения помнят, как в разгар "холодной войны" США применяли для разведки территории СССР аэростаты с соответствующей аппаратурой.

С тех пор размеры и вес аппаратуры уменьшился в сотни раз, а современные синтетические волокна обладают прочностью стали, прозрачны в оптическом и радиодиапазонах, имеют невысокую плотность и, главное, достаточно дешёвы в производстве. В связи с изложенным предлагается применять "аэростаты" нового поколения, в которых видеокамера с передатчи-

ком крепится к пустотелому синтетическому волокну, пустоты в котором заполнены водородом. Схематически эти волокна выглядят как на рис. 3.

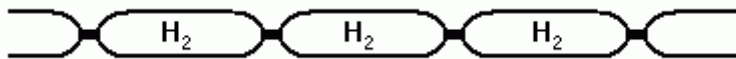


Рис. 3. Схема волокна – аэростата

Как показано на рисунке, предлагается применять своего рода цепочку "сосисок", заполненных водородом. Водород дешевле, кроме того, при самоликвидации его горючесть может оказаться не лишней.

Простейшая оценка показывает, что для волокна, например, на основе лавсана (плотность $1,4 \text{ г/см}^3$) исходным диаметром $0,5 \text{ мм}$, в котором раздуты и заполнены водородом полости внутренним диаметром 20 мм , занимающие 95% длины волокна, дополнительная подъёмная сила (превышающая собственный вес волокна) составит около 10 мН на погонный метр.

Учитывая, что энергию для ответного радиосигнала можно получать от сигнала запроса, размеры аппаратуры можно свести к "маковому зёрнышку". При этом время работы становится почти неограниченным, а "сечение обнаружения" почти нулевым.

Недостатком, разумеется, является неуправляемость, но умелое использование метеоданных может в значительной степени компенсировать этот недостаток, особенно, если осуществлять доставку БПЛА в контейнерах с повышенным давлением (например, головках НУРС) к месту старта, в том числе, и над территорией противника.

Учитывая, что в один контейнер может быть загружено достаточно много подобных элементов, после

раскрытия контейнера образуется некое подобие фасеточного глаза насекомого со всеми его достоинствами. Так, совместная обработка сигналов позволит легко выделять движущиеся объекты, вычислять элементы их движения и т.п.

Заградительные завесы

Беспилотные аппараты, подобные показанным на рис. 1 и 2, зачастую применяются для управления огнём и наведения управляемых средств нападения. Понятно, что такие устройства очень непросто обнаружить, ещё труднее уничтожить.

Примерно такая же ситуация существовала во времена первой мировой войны, но не из-за трудности обнаружения (тогдашние бипланы, трипланы и т.д. были хорошо видны), а из-за отсутствия средств уничтожения. Тогда же для пассивной борьбы с предшественниками нынешних БПЛА успешно применяли аэростаты заграждения, которые дожили до второй мировой. Старое – далеко не всегда плохое, особенно если это касается принципов. Ясно, что тогдашние "аэромонстры" со стальными тросами применимы против сегодняшних, тем более завтрашних БПЛА с примерно тем же успехом, что и трёхдюймовка против слепня. Но сама идея пассивных заграждений на базе современных материалов и технологий вполне жизнеспособна.

Предлагается воспользоваться теми же принципами создания "всплывающих" тросовых заграждений, в которых цепочка "водородных сосисок" скреплена с кевларовым тросиком или несёт его в себе, как показано на рис. 4.

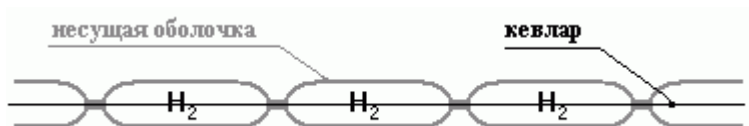


Рис. 4 Схема заградительного "аэротроса"

Понятно, что процесс изготовления таких заграждений должен начинаться с крепления волокна к "якорю", способному исключить самопроизвольный "взлёт". При современной энерговооружённости воинских подразделений вполне возможно производство волокон завесы в полевых условиях с помощью малогабаритных установок.

Несколько более толстые волокна можно использовать для создания завес в дефиле и других складках местности для борьбы с низколетящими средствами нападения, использующими полёт с огибанием профиля местности.

Использованием диполя молекулы водяного пара

Одно из самых распространённых и загадочных веществ на Земле – вода – обладает важным для конструктора отличительным свойством: её молекулы имеют дипольный момент, существенно превосходящий дипольные моменты других распространённых в природе веществ. Грешно этим свойством не воспользоваться. Ниже предлагаются конструкции, использующие именно это свойство воды.

Электроосушитель воздуха

В ряде районов нашей страны (Северо-Запад, Приморье и т.п.) влажность воздуха большую часть года

весьма велика, а её относительные значения колеблются в пределах 90 – 100%.

В отопительный сезон относительная влажность в помещениях снижается (за счет повышения температуры), но зато на граничных участках, прежде всего окнах, неприятностей хватает с избытком – это запотевание и обмерзание стекол, «лужи» между рамами и на подоконниках и т.д. Существующие способы борьбы с этими явлениями – всякого рода поглотители влаги оставляют желать лучшего.

Между тем, задача снижения влажности воздуха в относительно изолированном помещении может быть решена значительно проще. По сути, дело сводится к тому, чтобы создать локальное перенасыщение воздуха влагой и, тем самым, обеспечить её конденсацию. Молекулы водяного пара выгодно отличаются от всех остальных компонентов воздуха своим дипольным моментом, а это значит, что их можно двигать в нужном направлении градиентом электрического поля, в то время как на все остальные составляющие воздуха этот градиент практически не будет действовать.

Вообще говоря, расчёт распределения концентрации водяных паров в воздухе в неоднородном электрическом поле не представляет принципиальных трудностей, так же, как и расчёты выделения дополнительного тепла за счёт конденсации.

Несколько сложнее рассчитать изменение плотности воздуха при этом, так как плотность воздуха будет расти за счёт его осушки и падать за счёт подогрева от конденсации влаги, а каждый из этих процессов зависит от слишком многих трудно учитываемых факто-

ров, но для практических целей эти расчёты не обязательны. Здесь проще обойтись «голой эмпирикой».

Вот как, например, может быть устроен оконный осушитель воздуха (см. рис. 1). Между двумя наклонными плоскостями, изготовленными, например, из оргстекла и скреплённых боковыми щеками, натянуты проволочные, покрытые диэлектриком (лаком, пленкой оргстекла) электроды 1, подключенные в шахматном порядке к полюсам высоковольтного источника. Ближняя к стеклу плоскость имеет внизу желобок 2 для сбора конденсата.

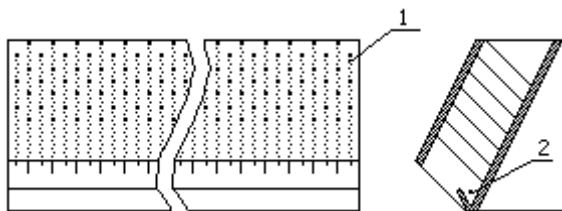


Рис. 1

Принцип работы очевиден: молекулы водяного пара благодаря большому дипольному моменту притягиваются к электродам (покрытие которых должно быть смачиваемо), здесь создается локальная перенасыщенность и происходит конденсация. Вода затем стекает по электродам на нижнюю плоскость, а по ней – в желобок, откуда и удаляется.

Измеритель влажности воздуха

Концентрация водяного пара в атмосфере – абсолютная влажность – весьма существенный параметр, влияющий, а зачастую определяющий течение многих природных и производственных процессов. К сожалению, до сих пор не существует датчиков абсолютной

влажности воздуха, способных надёжно работать в системах автоматики. Волосной и ему подобные гигрометры хороши для обеспечения комфортных условий человеку.

Описанный в статье А.И. Мамыкина способ измерения влажности, основанный на свойствах тонких пленок, обещает со временем решение этой проблемы, однако можно предложить более простую конструкцию, использующую дипольный момент молекулы воды.

Действительно, в составе атмосферного воздуха водяной пар резко выделяется среди других компонентов воздуха именно этим параметром. Некоторую конкуренцию воде может составить углекислый газ, но не в резонансном режиме измерения.

Итак, предлагается использовать резонансное поглощение энергии переменного электрического поля диполями водяного пара, ориентированными во внешнем однородном электрическом поле (рис. 2).

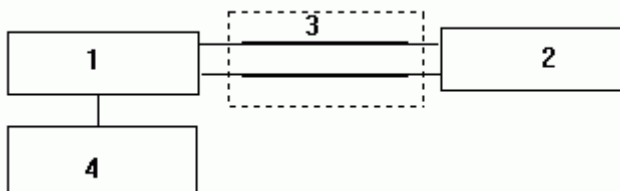


Рис. 2. Блок-схема измерителя абсолютной влажности воздуха: 1 – автодин, 2 – источник постоянного электрического поля, 3 – измерительный конденсатор, 4 – блок регистрации.

Разумеется, амплитудное значение напряженности переменного поля много меньше, чем напряженность постоянного однородного поля. В этом случае следует

ожидать резонансного поглощения на частоте, удовлетворяющей уравнению:

$$h\nu = kE\delta,$$

где h – постоянная Планка, ν – частота переменного поля, E – напряженность постоянного однородного поля, δ – дипольный момент молекулы воды, k – коэффициент пропорциональности.

Решение мусорно-дорожной проблемы

Как известно, существенным компонентом мусорных свалок в последнее время стали упаковочные материалы на основе углеводородных полимеров. Дело дошло до того, что всерьёз заговорили о возврате к бумаге и картону в качестве упаковки. Конечно, бумага и картон в природных условиях разлагаются сами, а полиэтилен и ему подобные нужно искусственно утилизировать.

С другой стороны, проблема дорожного покрытия вообще, а в России в частности, даже если и решается по качеству поверхности, совершенно не решается в экологическом плане. Дело здесь, прежде всего, в связующем тех материалов, которыми мостят дороги – асфальте.

По определению (например, из Википедии) асфальт (от греч. – горная смола) – смесь битумов с минеральными материалами: гравием и песком (щебнем или гравием, песком и минеральным порошком в искусственном асфальте).

Природный асфальт – твёрдая легкоплавкая масса чёрного цвета с блестящим или тусклым раковистым изломом. Плотность $1,1 \text{ г/см}^3$, температура плавления $20\text{-}100^\circ\text{C}$. Содержит 25-40 % масел и 60-75 %

смолисто-асфальтеновых веществ (битумов, асфальтенов). Битумы (от лат. bitumen – горная смола, нефть) – твёрдые или смолоподобные продукты, представляющие собой смесь углеводородов и их азотистых, кислородистых, сернистых и металлосодержащих производных.

Битумы не растворимы в воде, полностью или частично растворимы в бензоле, хлороформе, сероуглероде и др. органических растворителях; плотность $0,95 - 1,50 \text{ г/см}^3$.

Асфальтены – наиболее высокомолекулярные компоненты нефти. Твёрдые хрупкие вещества чёрного или бурого цвета; размягчаются в инертной атмосфере при $200 - 300 \text{ }^\circ\text{C}$ с переходом в пластичное состояние; плотность около $1,1 \text{ г/см}^3$; в состав асфальтенов входят фрагменты гетероциклических, конденсированных углеводородов, состоящие из 5—8 циклов, полициклических углеводородов. Крупные фрагменты молекул связаны между собой мостиками, содержащими метиленовые группы и гетероатомы. Наиболее характерные заместители в циклах – алкилы и функциональные группы, например, карбонильная, карбоксильная, меркаптогруппа.

А вот теперь самое интересное: в Санкт-Петербурге асфальтовое покрытие стирается примерно на 10 мм/год . Естественно, всё, что содержалось в битуме и асфальтене идёт в атмосферу города (и в лёгкие горожан), а там очень немало и 3,4-бензпирена, и других канцерогенов. Если добавить сюда то, что дают истирающиеся в не меньшей степени покрышки, то вклад курильщиков становится пренебрежимым!

Вот теперь дело и дошло до «неиспытанной конструкции» – дорожного покрытия со связующим из материала полимерных упаковок. По своей физико-химической природе эти упаковочные материалы – ближайшие родственники битума, но они не содержат ни ароматики, ни канцерогенов. Каковы будут износостойкость и прочие характеристики, надо проверять, но то, что в экологическом отношении они несравнимы – факт. Во всяком случае, канцерогенов там нет.

Таким образом, пуская на дорожное покрытие использованную «полиуглеводородную» тару, мы решаем две задачи: воздух становится чище и объём свалок уменьшается, как минимум, вдвое.

Кстати, основной цвет такого асфальта будет светлым («белый асфальт»), к тому же, легко окрашиваемым, что позволит наносить «вечную» разметку, которая будет истираться вместе с основным слоем.

"Бесстуковые" стыки

Какие у тебя руки грязные!

Ничем не отмываются.

А водой пробовал?

Водой? Нет, пойду попробую.

Старый анекдот

Соединение рельсов в единый "железный" путь, похоже, представляет собой иллюстрацию этого анекдота. Сейчас действует более ста только российских патентов, связанных со стыковкой рельсов и предназначенных для того, чтобы сделать путь "бархатным" и при этом дать возможность рельсам реагировать на смену температур.

Большинство из них содержат разной степени сложности агрегаты для сварки и последующей шлифовки стыков. Однако, есть и патенты, похожие, применительно к анекдоту, на какой-либо растворитель. Например, патент РФ № 2336385 петербургского изобретателя Л.Н. Буркова, реферат которого опубликован 20 октября 2008.

На фоне многотонных агрегатов решение выглядит весьма изящно:

"В рельсовом стыке соединяемые концы рельсов выполнены со срезом обоих концов рельсов под острым углом к их продольной оси и уложены на две соседние шпалы, соединенные вместе стяжками в одно целое"...

Никакой сварки и шлифовки, а колесо переходит с одного рельса на другой без удара и стука. Однако, пока нигде не видно ни одного такого стыка даже в Петербурге, где живёт изобретатель и так много говорят об инновациях. Допустим, что отпугивает сложность крепления, которое у Буркова описано так:

..."Элементы крепления выполнены в виде фиксаторов, установленных с равным шагом по плоскости разъема стыка, длина которого определяется по формуле и концы которого уложены на две соседние шпалы. Фиксаторы состоят из двух частей: одна в виде центрального болта жестко соединена с одним из рельсов, а вторая в виде шаров с пружинами и опорной тарелкой шарнирно соединена со вторым рельсом с возможностью продольного перемещения одного рельса относительно другого. При этом отверстие под

центральный болт во втором рельсе выполнено продолговатым".

А может быть, стоит-таки попробовать "водой"? То есть просто срезать торцы под углом градусов тридцать к продольной оси рельса и соединить их самыми обычными рельсовыми накладками, без "жёсткого соединения болта с рельсом и шаров с пружинами"? Так, как показано на рис. 1?

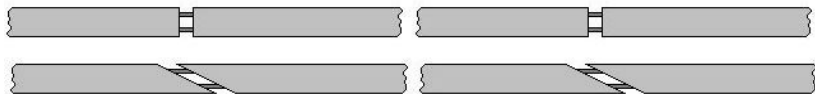


Рис. 1 Стыковка рельсов (вид сверху). Тёмным цветом показаны боковые накладки, скрепляющие отдельные рельсы между собой.

На рисунке вверху – традиционная стыковка рельсов, при которой колесо проваливается в стык, внизу – "безстыковый" вариант. Хорошо видно, что даже в сильные морозы, при максимальной длине стыкового зазора, колесо в стык не проваливается, следовательно, реализуются все преимущества "бархатного" пути.

Понятно, что при зарождении железных дорог резать рельсы под углом было не просто и трудоёмко, но при теперешних способах резки этот угол практически никаких проблем не представляет. Мы допускаем, что способ Буркова сложноват для наших ремонтников, но просто обрезать рельс под углом, а дальше сделать всё то же самое, что они делают на обычном стыке, они, наверное, смогут.

Видимо, действительно, привычка – вторая натура! И стучат трамваи и поезда, разрушая себя и окружающее!

Часы Фуко

Маятник Фуко, демонстрирующий вращение Земли, общеизвестен. Однако требованием, существенно ограничивающим возможность его установки, являлась необходимость большой длины маятника.

Это вызвано тем, что даже при обеспечении высокой добротности собственно маятника, амплитуда его колебаний уменьшается вдвое примерно за 100 периодов. Угловая же скорость вращения Земли обеспечивает кажущийся поворот плоскости колебаний маятника на 15^0 за час.

Для секундного, например, маятника за время его более или менее заметных собственных колебаний такой поворот составит около угловой минуты, что трудно оценить невооруженным глазом.

Другое дело, если колебания математического маятника сделать незатухающими. В этом случае маятник Фуко становится "часами Фуко", показывая время на круге, разделённом на 24 часа (далее доли часа и т.д.). Проблема заключается только в том, что и подвеска маятника и, главное, механизм подпитки маятника энергией не должны передавать свое вращение (происходящее вместе с Землей) маятнику, так как именно этим будет определяться, как говорят часовщики, "ход" часов.

Проблема подвески решается посредством вертлюга с очень малым трением. Сложнее с энергоподпиткой. Однако проблему можно решить, как показав-

но на рис.1. Тело маятника намагничивается таким образом, чтобы полюса располагались вдоль линии подвески, а один из полюсов являлся нижней точкой тела маятника. Под маятником располагается круглая катушка индуктивности, центр которой тщательно совмещён с нулевой точкой колебаний.

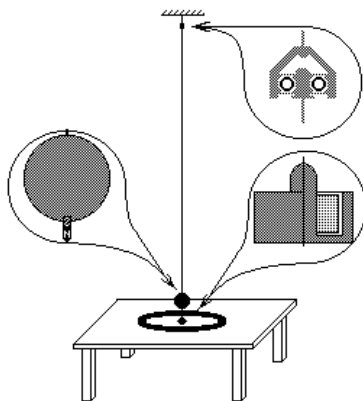


Рис.1

Когда тело маятника приближается к нулевой точке, управляющая схема, реагируя на наведённую магнитом маятника эдс, подаёт в катушку импульс тока, направленный таким образом, чтобы катушка потянула полюс постоянного магнита тела маятника к центру. Этот способ подпитки колебаний обеспечивает совпадение приложенной к маятнику силы с плоскостью колебаний, как бы плоскость ни поворачивалась относительно подвески.

Простейший расчёт показывает, что энергия подкачки будет составлять для маятника длиной 3,5 м, массой 1 кг, колеблющегося с амплитудой 15 см, не более 0,5 мВт (при добротности всего лишь 10)

Оглавление

Предисловие автора.....	3
Использование "даровой" энергии.....	4
Психродвигатель	4
Насос для садового участка	7
Использование энергии волнения моря.....	10
Экономичный воздушный волнолом	10
Экономичный морской проблесковый буй	12
Двигатели.....	14
Водомётный двигатель-движитель.....	14
Шаровые электродвигатели произвольной оси вращения.....	16
Прямой шаровой асинхронный двигатель	17
Инвертированный шаровой электродвигатель	19
Некоммутируемые двигатели постоянного тока.....	21
ДПТ с «беличьим колесом».....	23
ДПТ с дисковым якорем.....	24
Движители.....	26
Велоласт.....	26
Ластоплан.....	28
"Камусный" лодочный движитель.....	32
Катер с линейным движителем	34
Шины повышенного сцепления.....	37
Альтернатива антикрылу.....	40
Способ уменьшения волнообразования.....	42
Насосы и компрессоры.....	45
Акустический насос.....	45
Безроторный компрессор.....	46
Космические технологии.....	49
Экономичный космический движитель.....	49
Управление вектором тяги солнечного паруса.....	56
О противометеоритной обороне.....	59
Другие устройства.....	65
Пространственная модуляция радиосигнала.....	65
Кластерно-сетевая связь	68
«Левитирующие» материалы.....	70
Боевые аэростатные средства.....	72
Малозаметный неуправляемый БПЛА.....	72
Заградительные завесы.....	75
Использованием диполя молекулы водяного пара.....	76

Электроосушитель воздуха	76
Измеритель влажности воздуха.....	78
Решение мусорно-дорожной проблемы.....	80
"Бесстуковые" стыки.....	82
Часы Фуко.....	85
Оглавление.....	87