

# ЧЕРЕЗ ТЕРНИИ К ЗВЕЗДАМ



контакты между молодыми людьми. Все это способствует развитию у молодежи интереса к исследовательской деятельности.

По условиям конкурсов молодые люди должны по заданию комиссии, в которую входят специалисты, занимавшиеся луноходом Apollo в тесном контакте с российскими специалистами, разработать транспортное средство, приводимое в движение мускульной силой, которое обладает высокими техническими характеристиками и удовлетворяет установленным комиссией NASA строгим требованиям. Оно должно быть продемонстрировано в Хантсвилле (Алабама) и оценено с различных сторон. Все хозяйственные, организационные, финансовые и технологические вопросы учащиеся должны решать сами. Две группы отличаются по возрасту (школьники и студенты). Конструкции и достижения этих групп оцениваются отдельно.

Немецкий коллектив должен был выполнить гораздо более сложные требования. Нужно было дополнительно решить вопросы доставки из Лейпцига в Хантсвилл, ее финансирования и упаковки изделия для перелета. Агрегаты должны были быть не более 80 см длиной. Что касается мыслей о международном сотрудничестве в космосе, то немецкие учащиеся посвятили эту работу 95-летию Вернера фон Брауна и 100-летию юбилею С. П. Королева.

Представлена также работа для участия в конкурсе молодежных исследовательских и конструкторских работ Московского авиационного института. Это связано с надеждой на активный интерес к дальнейшему международному сотрудничеству и участию российских студентов в выставках и конкурсе «Moonbuggy 2008» в Хантсвилле с собственными работами.

Требования NASA:

- работа выполняется коллективом учащихся;
- никаких моторов, пружинных приводов или маховиков;
- собираемые элементы: Утром перед стартом на маршрут проводится оценка монтажа. Объект должен быть складной, чтобы максимальные габариты не превышали  $1.2 \times 1.2 \times 1.2$  м. Рама такой величины должна при контроле покрывать демонтированное изделие;
- вес – аппарат, имеющий в собранном виде длину до 6 м, должен нести двух пилотов;
- в собранном виде аппарат должен иметь ширину не более 1.2 м, длина и высота – любые;
- габариты каждого пилота должны быть включены в эти размеры;

другой: из алюминиевого сплава АМг6 и стали марки 30ХГСА ( $HV_{300}$ ,  $\sigma_{-1} = 420$  МПа,  $\sigma_T = 850$  МПа,  $KCU=80$  Дж/см<sup>2</sup>).

Во внутренней, герметичной полости редуктора используется пластичный смазочный материал ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433-80. В не полностью герметизированной зубчатой передаче и подшипниках используется вакуумный смазочный материал ВНИИП-284 ГОСТ 19337-73.

Остановлено гибкое колесо и механизм имеет одну степень подвижности.

Предложенный вариант привода колеса марсохода обеспечивает минимальную массу за счет применения описанных выше материалов деталей конструкции. Также оптимальна форма жесткого колеса, которая устраняет выступ гибкого колеса за пределы ступицы колеса планетохода. Так как к марсоходу предъявлено требование, в соответствии с которым не должно быть ни одного отказа, который бы прервал исследования планеты, то это привело к необходимости резервирования узлов конструкции планетохода: шесть независимых приводов. Вследствие чего повышается надежность конструкции.

#### Библиографический список

1. Г. И. Рошин, Е. А. Самойлов, Н. А. Алексеева и др. Детали машин и основы конструирования. – М.: Дрофа, 2006.
2. А. Л. Кемурджян, В. З. Громов, И. Ф. Кажукало и др. Планетоходы. – М.: Машиностроение, 1982.

А. А. Зотов, Р. Хеккель, В. Гшеттенбауер, Н. Траутнер, Т. Кнабе,  
Ш. Мартини, Ф. Хоффман

Московский авиационный институт (государственный технический университет)  
Институт космического образования (Лейпциг)

#### МОЛОДЕЖНЫЙ ПРОЕКТ ЛУНОХОДА «MOONBUGGY 2007»

Участие немецких учащихся в ежегодно проводимом NASA конкурсе молодежных конструкторских работ впервые придало ему статус международного. До сих пор в конкурсе участвовали лишь учащиеся из США.

В данном конкурсе проводится соревнование молодежных коллективов в технических вопросах, связанных с инженерной деятельностью, с изучением других планет, с занятиями спортом и, конечно, устанавливаются

99

- каждая часть аппарата может соприкасаться с грунтом, будь то колеса или рельсы. Самая нижняя часть тела должна быть не менее 40 см над грунтом;
- максимальный радиус поворота – 4.5 м;
- из соображений безопасности несоответствие центров масс пилотов и аппарата должно быть достаточно мало, чтобы выдерживать прямой или косой подъем до 30°;
- пристегивание ремнями обязательно;
- никаких острых колес и углов;
- обязательное оборудование: ложная камера ( $5 \times 7.6 \times 15.2$  см.), ложная высокоэффективная антенна (минимальный диаметр рефлектора – 60 см.), две ложные батареи (каждая около  $10.1 \times 15.2 \times 20.3$  см.), защитные крылья на каждом колесе, ложный контроль электроники с помощью радио- и дисплейной консолей (минимум 30 см<sup>2</sup>) и флаг страны.

#### Основная конструкция

После проработки требований NASA были рассмотрены различные принципы конструирования. Из весовых соображений выбран фронтальный привод, для которого достаточно силы двух пилотов. Это избавит от различных двойных механизмов.

Чтобы гарантировать функционирование на тяжелой местности и сэкономить на дорогостоящей технике для шасси, было решено остановиться на качающейся раме. Неподдресоренная задняя ось должна иметь возможность вращаться на  $\pm 30^\circ$  относительно остальной части шасси. Рессоры, ударный буфер и поперечный стабилизатор должны иметь только переднюю ось. Так возникают, как показал фильм о «Moonbuggy-2006», наибольшие силы.

Чтобы выдержать заданные размеры была создана компьютерная симуляция движений пилота с pedalным ходом, как на велосипеде, на 8 шагов. Затем эту симуляцию скопировали для двух пилотов. Из этих двух схем движений получено расположение мест пилотов и все другие размеры аппарата.

Складываемость и статика составляли наибольшую проблему. Кроме того, следовало учитывать, что каждая деталь должна удовлетворять требованиям упаковки багажа в самолете и иметь максимальные размеры, как чемодан. Для этого были разработаны три шарнирные группы и различные разъемные агрегаты.

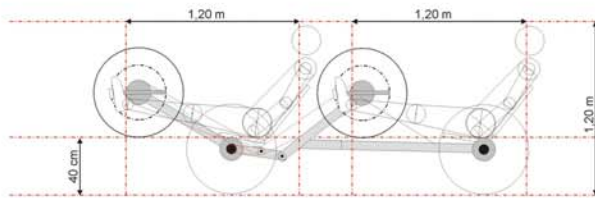


Рис. 1. Моделирование движения аппарата

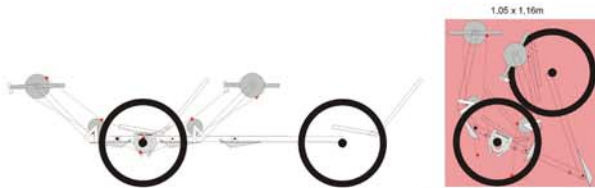


Рис. 2. Общий вид рамы с механизмом складывания

#### Привод

Была написана программа расчета. Задаем все исходные данные, а также все размеры зубчатых колес. Отсюда получаем около 50 вариантов, которые изображаем в виде диаграммы из 8 кривых, соответствующих числам оборотов, которые находятся в приемлемом для нас поле допусков.

Останавливаемся на темно-синей кривой (см. первую сверху в списке). Итак, применяем для передачи усилия следующие зубчатые колеса с 42/23/23 зубьями. Компенсация требуемого соотношения 1:2.59 от передачи с соотношением 1:1.5 будет происходить, главным образом, с помощью соотношений чисел оборотов обоих первых зубчатых колес. Эти колеса имеют 42/23 зуба и, следовательно, передаточное соотношение — 1:1.826. Это дает вместе с исходным соотношением суммарное значение

$$1.826 \times 1.5 = 2.739.$$

1:2.739 приблизительно соответствует рассчитанному нами передаточному соотношению 1:2.59.

Для передачи усилия непосредственно в самом передаточном узле передаточника, предусмотренного, чтобы предотвратить неожиданности во время фазы оптимизации, были добавлены дополнительно два других зубчатых

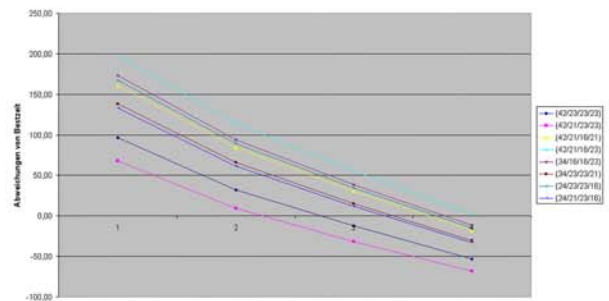


Рис. 3. Диаграмма для выбора отношений чисел оборотов

колеса. Эти зубчатые колеса введены, как пассивные элементы без активного включения в работу. Переключение ступеней нужно производить с помощью малого числа рычагов в состоянии покоя, но не во время езды с помощью дополнительных механизмов. Это сделано с целью минимизировать число дополнительных устройств, чтобы аппарат оставался простым.

#### Отработка конструкции

Не все с первого раза начало функционировать. Пришлось некоторые детали еще раз дополнительно доработать. Было много проблем с различными посадками (прессовая, плотная, разборная, скользящая посадки, неплотно сидящие детали с малым люфтом). Некоторые размеры расхлослись до 100 мм.

Было замечено, что сталь по стали движется плохо и проложили между ними шайбы из латуни. Также установили, что нержавеющая сталь не сваривается с обычной, так что некоторые детали пришлось изготовить заново.

Прочность отдельных деталей пришлось многократно обдумать. Рассматривались различные варианты соединения полок и подкосов (сваривать или устанавливать дополнительные раскосы на подвеске передних колес). Против образования трещин в сильно нагруженных местах предусмотрены маленькие отверстия или сделаны закругления вместо углов.

Чтобы уменьшить риск неожиданностей, соблюдать временной график и иметь больший выбор при испытаниях, некоторые детали изготовили в двух экземплярах. Кроме того, во время тестов, устанавливались пассивные зубчатые колеса, чтобы облегчить оптимизацию при испытаниях.

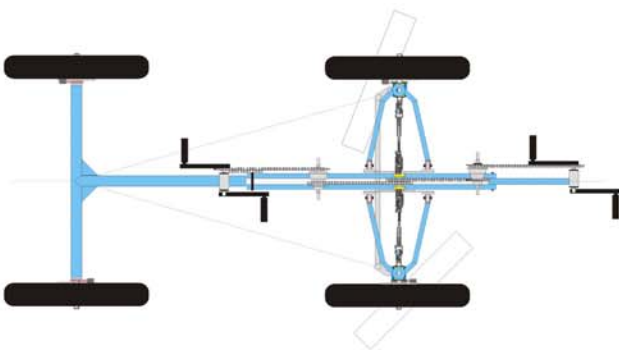


Рис. 4. Общий вид аппарата

#### Технические данные

- Колея — 1,11 м.
- Общая ширина — 1,21 м.
- Общая длина — 2,46 м.
- Высота пилота над грунтом — 40 см.
- Радиус поворота — 4,43 м.
- Вес — около 50 кг.
- Дополнительные данные
- Высота препятствий — 28 см.
- Проходимая глубина — 35 см.
- Угол наклона поворотной оси — 30° (при 100% сцеплении с грунтом)
- При складывании тремя ручными движениями — минимальный размер 1,2 x 0,9 x 1,0 м.
- Высота оси над грунтом — 31 см.
- Ход переднего амортизатора — 20 см. (с демпфированием)
- Привод передних колес: 2 передачи, 4 ступени, 24" колеса и 3" надувные шины, шипованный профиль, 4 дисковых тормоза, сверхпрочные оси, обода, цепи, двойные рамы.

Д. В. Богданов

Московский авиационный институт (государственный технический университет)

#### АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

На современном этапе развития науки и техники особенно важной задачей в различных отраслях народного хозяйства и обороне становится точное определение положения потребителя в пространстве и его скорости. Требования к навигационному обеспечению различных гражданских объектов впервые в нашей стране сформулированы, обобщены и приведены в Российском радионавигационном плане, подготовленном с участием специалистов заинтересованных ведомств и служб. Они учитывают также положения документов таких международных организаций, как ИКАО (Международная организация гражданской авиации), ИМО (Международная морская организация), а также ряда национальных радионавигационных планов других стран, например, США.