

Решая систему (7) определяем ψ_{12} и q_{12} , а затем и все компоненты матриц главных векторов реакций кинематических пар группы.

Предназначенная методика позволяет исследовать движение самоустанавливающейся в кинематических парах с учетом трения, а так же распространить ее на пространственные рычажные механизмы.

Литература. 1. Галин Я.А. Контактные задачи теории упругости. : - М.: ГТТИ, 1953. – с.23-24. 2. Дементьев Х.Н. Исследование трения в сферических парах // Сборник трудов РИИЖТа -. 1964 №49. 3. Теория механизмов и машин: Учеб. Для вузов / Под ред. К.В. Фролова. – М.: Высш. Шк., 1987.- 496 с.

УДК 629.03+629.11.073

А.Т. Скойбеда, И.М. Комяк, Д.А. Грамович, О.И. Писарук

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИЖИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Основными показателями работы любого движителя являются: наибольшая экономичность расходования подведенной к нему энергии в наиболее типичных, характерных условиях работы и максимальная продольная сила при движении в экстремально плохих условиях. Очевидно, что совершенствование движителей должно вестись, прежде всего, в направлении улучшения именно этих показателей.

Таких направлений несколько и целесообразность их обусловлена закономерностями взаимодействия движителя с грунтом. Если рассматривать зависимость тягового усилия T от механических параметров грунта и характеристик машины, то в наиболее общем виде ее можно представить следующим выражением:

$$T = A c y_1 + N \varphi_0 y_2 ; \quad (1)$$

где A - площадь поверхности, по которой происходит сдвиг грунта; c - внутреннее сцепление грунта; N - нормальная суммарная нагрузка на поверхность сдвига грунта; φ_0 - коэффициент внутреннего трения грунта; y_1 и y_2 - передаточные функции.

В уравнении (1) параметры грунта c и φ_0 в первом приближении можно считать константами. Функции y_1 и y_2 определяют соответственно эффективность использования фрикционных сил и сил сцепления с грунтом, значения их находятся в пределах от 0 до 1. Таким образом, величина тягового усилия или продольной силы движителя T зависит от переменных факторов: A , N , y_1 , y_2 . Заметим, что с ростом значений указанных факторов возрастает и величина T . Этим и определяются направления повышения эффективности работы движителя, к которым можно отнести: увеличение площади поверхности, по которой в зоне контакта движителя с грунтом может происходить сдвиг грунта; увеличение суммарной нормальной нагрузки на поверхность, по которой может происходить сдвиг грунта в зоне контакта движителя с грунтом; увеличе-

ние коэффициента использования фрикционных сил и сил сцепления в зоне пятна контакта. Рассмотрим каждое из этих направлений.

Увеличение площади поверхности, по которой может происходить сдвиг грунта в зоне пятна контакта, в первую очередь, обуславливается соответствующим увеличением площади пятна контакта. Достигается это различными путями: увеличением геометрических размеров движителя, деформацией опорной части движителя, применением уширителей и т.д. Наибольшую эффективность этот прием может дать на связных грунтах, в меньшей степени - на фрикционных. Если на связных грунтах эффективность приема проявляется через увеличение первого члена уравнения (1), то на фрикционных - вследствие уменьшения просадки движителя в грунте и соответственно лучшей организации элементарных сил в зоне контакта - через величину U_2 . Этот прием в транспортной технике широко распространен, однако возможности его довольно ограничены в силу ряда конструктивных ограничений.

Увеличение нормальной нагрузки на поверхность сдвига грунта на первый взгляд кажется нереальным. Действительно, вес машины в конкретных условиях - величина постоянная. Однако при организации кинематики перемещения опорной части движителя относительно корпуса по дуге большого радиуса или даже радиуса бесконечной длины, т.е. поступательно, движитель взаимодействует с грунтом как отдельный грунтозацеп, смещая его массив. Массив этот имеет сложную форму, профиль которой определяется отрезком логарифмической спирали и прямой. Сдвиг грунта происходит по поверхности, характеризуемой указанным профилем. При этом вес массива грунта играет определяющую роль в формировании напряженного состояния в зоне сдвигов и соответственно реакции отпора движителю. Помимо увеличения нормальной реакции за счет веса массива сдвигаемого грунта в данном случае имеет место и увеличение поверхности сдвига грунта. Это способствует тому, что эффект возрастания тяги будет наблюдаться на любых грунтах, в том числе на чисто фрикционных и на чисто связных.

Недостатком является необходимость затрат энергии на внедрение элементов движителя в грунт на большую глубину.

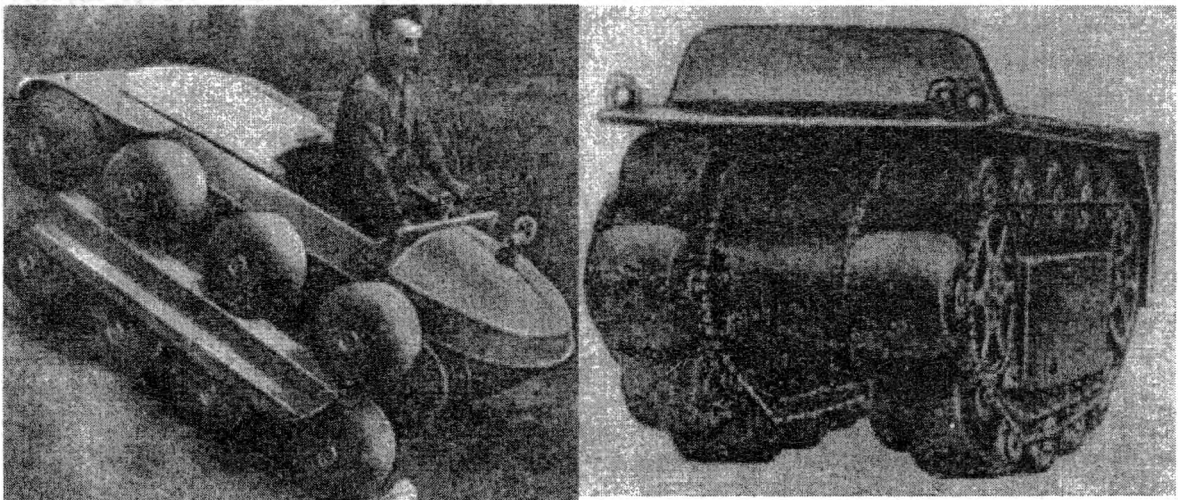


Рис. 1. Катково-гусеничный движитель типа «Аэрол».

Рассматриваемый прием использован при разработке комбинированного катково-гусеничного движителя типа «Аэрол» (рис. 1). Применение в данном движителе пневмокатков как подвижных звеньев позволило создать вездеход, который по проходимости на всех видах грунтов и снежной целине неограниченной глубины превзошел гусе-

ничные машины. Крепление пневматических элементов относительно тягового органа выполнено так, что они имеют возможность вращаться вокруг оси, проходящей через точки крепления, позволяющие вездеходу автоматически приспосабливаться к условиям движения на разных грунтах.

Особенность движителя состоит в том, что скорость транспортного средства зависит от типа грунта. При движении машины по твердому грунту корпус вездехода перемещается по пневмокаткам, как по роликам. Если вездеход попадает на вязкий грунт, где вращение пневмокатков относительно оси крепления затруднено, то пневмокаток будет являться как бы развитым траком гусеничной цепи. Скорость машины в этом случае будет равна скорости перематывания гусеницы. Возможна промежуточная стадия работы движителя, когда корпус катится по пневмокаткам с проскальзыванием.

Имеются две основные конструкции движителя:

- конструкция крупнозвенчатой цепи, на удлиненных пальцах и шарнирах которой консольно крепятся пневмокатки, свободно вращающиеся вокруг своей оси (разработана Д. Санном);

- конструкция, в которой пневмокатки крепятся с обеих сторон к тросам, привод осуществляется звездочками, имеющими желоб для троса и вырезы для концов осей (предложена Л. Кренделлом).

Для исследования движителя Кренделла в 1961 г. в США фирмой «Инресол-Каламазу» была создана экспериментальная тележка с движителем «Аэрол».

В Канаде изготовлен легкий вездеход с движителем «Аэрол», в котором пневмокатки укреплены консольно.

Увеличение коэффициента использования фрикционных сил и сил сцепления в зоне пятна контакта. Из условия равновесного состояния машины или движителя следует, что продольная сила движителя равна сумме проекций элементарных сил, действующих в зоне пятна контакта, на продольную ось машины

$$T = \sum_i t_i \cos \alpha_i ; \quad (2)$$

где t_i - элементарная сила, а α_i - угол подъема между вектором элементарной силы и продольной осью машины.

При этом если в направлении элементарной силы происходит деформация грунта, то на это необходимо затратить энергию, подводимую к движителю. Из этого следует, что если деформация элементарного объема грунта в зоне пятна контакта происходит в направлении, противоположном перемещению машины, то реакция отпора положительна. При попутной деформации - реакция отрицательная. Направление реакции отпора при деформации элементарных объемов грунта под каким-либо углом к продольной оси определяется величиной и знаком этого угла. Очевидно, чем больше элементарных участков будут иметь положительные реакции, и чем больше величины этих реакций на продольную ось, тем больше будет суммарная тяговая и продольная сила движителя.

С другой стороны, независимо от направления для деформации элементарных объемов грунта требуется затрата энергии. Энергия, затрачиваемая на деформацию объемов грунта в попутном и боковом направлениях, должна рассматриваться как энергия чистых потерь. В отличие от затрат на деформацию в противоположном перемещению машины направлении эти потери нельзя считать неизбежными и от них следует освобождаться. При конструировании движителя, особенно с эластичной опорной поверхностью, необходимо контролировать направления упругих деформаций и других видов перемещений всех элементов, находящихся в контакте с грунтом. Всякого рода

возвратно-поступательные или возвратно-вращательные движения элементов конструкции за период входа в контакт с грунтом и выхода из него говорят о наличии паразитных потерь в движителе, уменьшенной эффективности использования фрикционных и сцепных свойств грунта. Коэффициент сопротивления движению подобного движителя неизбежно будет иметь повышенные значения.

Рассматриваемый прием по улучшению использования фрикционных и сцепных свойств грунта использован в конструкциях металлоэластичных эллиптических колес.

Литература. 1. Revolutionary vehicle//Automotive industries, vol.125, 1961, №6. – p.53. 2. Liston R.A. Walking machine studies//The Military Engineer, 1967. – vol.59, №338, p.10. 3. Miatech K. Tacom. Tests concept to improve wheeled vehicle mobility//Army Research and Development Newsmagazine, 1970. – vol.11, №5, p.9. 4. Бескин И.А. Транспорт для бездорожья. М.: «Знание», 1971. – 48с. 5. Агейкин Л.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители. М.: «Машиностроение», 1972. – 181с. 6. Новые виды транспорта и движения/Молярчук В.С., Мельник А.Д., Михайлов В.В. М.: «Транспорт», 1975. – 129с. 7. Романов А.И. Ноги для трактора//Изобретатель и рационализатор, 1982. – №3, с.7. 8. Движители. М.: «Знание», 1983. – 63с. 9. Тезисы докладов I-ой Всесоюзной конференции «Механика и управление движением шагающих машин», г. Волгоград, 1-3 июня 1988г., Волгоградский политехнический институт. – 121с.

УДК 629.11.073+(016.3)

А.Т. Скойбеда, И.М. Комяк, Д.А. Грамович, Д.А. Егоров

КОЛЕСНО-ШАГАЮЩИЙ ДВИЖИТЕЛЬ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В процессе разработки шагающего движителя для перспективных образцов самоходной сельскохозяйственной техники прорабатывались следующие варианты конструктивного исполнения шагающих колес:

- с кривошипно-шатунным механизмом и радиальным возвратно-поступательным движением штоков-ног в ступице;
- с кривошипно-кулисным механизмом и сложным качательным движением ног;
- с жестким шагающим колесом, устанавливаемым на активной подвеске или на кинематически связанном с колесом кривошипе, благодаря чему компенсировались вертикальные колебания оси колеса при шагании;
- с шарнирно закрепленными на ногах башмаками плоской формы, исключаящими прокат по опорной поверхности.

Опыт, накопленный в процессе разработки и исследования модельных образцов перечисленных выше конструкций, позволил предложить, а затем и реализовать схему шагающего движителя, в которой перенос отработавших опорных башмаков осуществлен с помощью сложно-вращательного движения двух взаимно перпендикулярных ног, складывающегося из плоскопараллельного движения каждой ноги на двух кривошипах относительно ступицы и вращения вместе со ступицей. Башмаки, закрепленные на обоих концах каждой ноги, имеют цилиндрическую форму опорной поверхности, благодаря чему они, участвуя во вращении вместе со ступицей, перекатываются по грунту