

7. Обоснование параметров колёсно-шагающего движителя для лесохозяйственных тракторов / А.Т. Скобейда [и др.] / Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.] – Минск-2016. – Вып. 5. – с.153-156.
8. Перспективные ходовые системы мобильных машин / А.Т. Скобейда [и др.] / Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.] - Минск, 2019. - Вып. 8. - с.100-103.

Основные направления повышения эффективности движителей тягово-транспортных средств

Студенты гр. 115011-18 Дагиль Р.С., Качура Н.И.

Научный руководитель – ст. преподаватель Комяк И.М.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Главными показателями работы любого движителя являются: его энергетическая характеристика (КПД) в наиболее 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. К ним 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; увеличение 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. В транспортной технике этот прием

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.

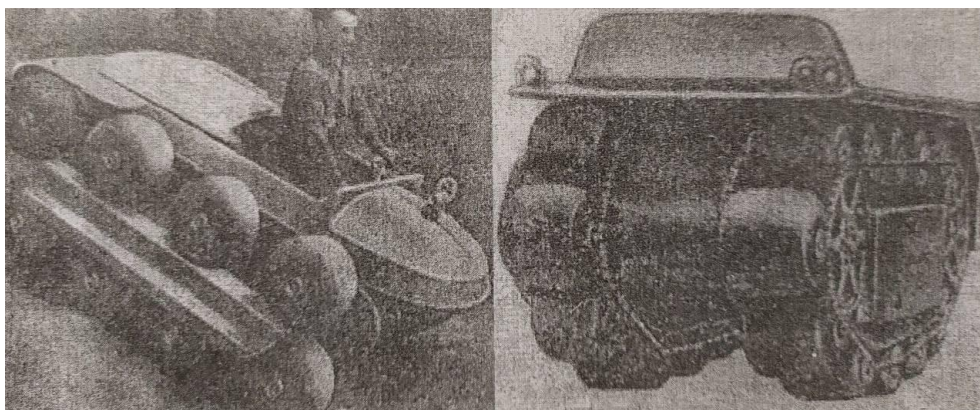


Рис.1. Катково-гусеничный движитель типа “Аэрол ”

Рассматриваемый прием использован при разработке комбинированного катково-гусеничного движителя типа «Аэрол» (рис. 1, 2). Применение в данном движителе пневмокатков как подвижных звеньев позволило создать вездеход, который по проходимости на всех видах грунтов и снежной целине неограниченной глубины превзошел гусеничные 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);



Рис.2. Катково-гусеничный движитель вездехода ЗИЛ-3906

- 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.

Рассмотрим направление увеличения 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:

$$T = \sum_i t_i \cos \alpha_i ;$$

где t_i - элементарная сила, 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 проекций 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. Прием по улучшению использования фрикционных

и сцепных свойств грунта в зоне пятна контакта 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. Miatch 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, - 121 с.;
10. Котович С.В. Движители специальных транспортных средств: учеб. пособие. Часть I/ С.В. Котович.- М. МАДИ (ГТУ), 2008. – 161 с.
11. Перспективные ходовые системы мобильных машин / А.Т. Скойбеда [и др.] / Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.] - Минск, 2019. - Вып. 8. с. 100-103.

Реализация шагающего способа передвижения в тягово-транспортных средствах

Студенты гр. 115011-18 Безручко А.А, Русин А.В.
 Научный руководитель –ст. преподаватель Комяк И.М.
 Белорусский национальный технический университет
 Минск, Беларусь

Интерес к шагающему способу передвижения с целью использования его в движителях транспортных средств проявляется давно. Еще в девятнадцатом веке русский математик П.Л. Чебышев одним из первых занимался вопросами создания шагающих машин. Однако наиболее