

## СОЗДАНИЕ ХОДОВЫХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ШАГАЮЩИМИ КОЛЕСАМИ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Одним из направлений конструкторского поиска является выбор таких схем движителей тягово-транспортных средств, которые позволили бы в зависимости от конкретных условий реализовать различные принципы передвижения.

Необходимость создания движителя тягово-транспортного средства для разнообразных условий передвижения с непременным сохранением высокой эффективности и надежности его использования во всем диапазоне этих условий наводит на мысль о создании движителя, воплощающего в себе положительные качества колеса и шагания.

Мысль о сочетании в одном движителе и качения и шагания не нова. Попытки разрешить подобную задачу предпринимались некоторыми исследователями, что привело к созданию нескольких вариантов так называемых колесно-шагающих движителей. Некоторые из них нашли воплощение в макетных образцах.

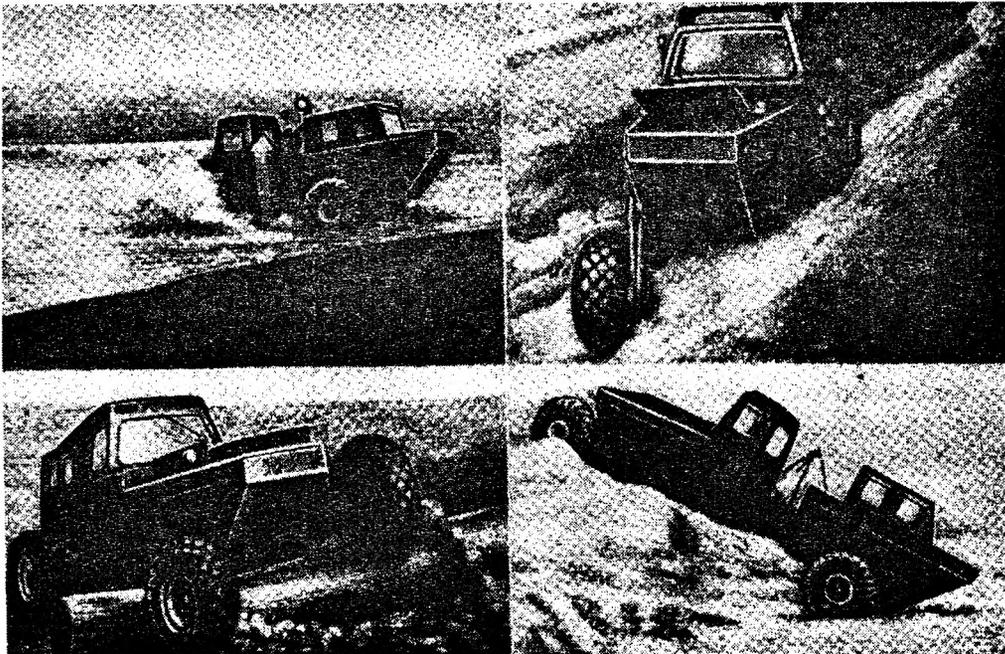


Рис. 1. Колесно-шагающий движитель типа «Го-девил».

Так, фирмой Вагнер (США) был изготовлен опытный образец колесно-шагающего движителя типа «Го-девил» (рис. 1). Отличительной особенностью данного движителя является то, что продольные рычаги подвески, на которых установлены колеса, могут поворачиваться относительно корпуса машины на  $360^\circ$ . Имеются отдельные силовые приводы к колесам и рычагам подвески. При использовании привода к колесам движитель ничем не отличается от обычного колесного. При вращении рычагов подвески корпус машины перемещается по траектории, описываемой рычагами, и таким образом происходит своеобразное «шагание». Машина образована из двух шарнирных секций, что обеспечивает ее поворот.

Несмотря на достаточно высокую проходимость, колесно-шагающий движитель типа «Го-девиль» имеет существенные недостатки, заключающиеся в том, что режим шагания связан с большими сложностями управления и неравномерностью движения.

К другой разновидности колесно-шагающего движителя можно отнести движитель типа «Пади-вагэн» осуществленный в вездеходе «Терра-Стар» (США). Вездеход, названный «Терра-Стар» (рис. 2) был разработан фирмой «Локхид». Ходовая часть машины состоит из четырех колесных тележек, каждая из которых объединяет по три шины низкого давления. Шины вращаются вокруг осей расположенных параллельно поперечной оси тележки на опорах в виде массивных спиц, образующих трехлучевую звезду, жестко сидящую на оси тележки.

При движении по твердому грунту ось колесной тележки неподвижна и вращение передается только малым колесом. В этом случае вездеход движется как многоприводный автомобиль на восьми пневмокатках. При движении по вязкому грунту ось тележки освобождается и вращение передается и спицам, и шинам. Вездеход, как бы шагает по вязкому грунту. Недостатком движителя можно считать его громоздкость.

Лаборатория новейших систем при «Бронетанковом и автотракторном управлении армии США» спроектировала и разработала экспериментальный макет с колесно-шагающим движителем. Он представляет собой четырехколесное шасси, состоящее из двух секций, соединенных друг с другом механизмом с двумя степенями свободы. Гидрообъемные мотор-колеса приводятся от двух главных насосов, а третий насос обеспечивает гидравлическую систему перемещения колес и управления машиной. Система подвески состоит из шарнирных рычагов (механизмов шагания), расположенных по краям машины. Верхний рычаг механизма шагания укреплен шарнирно на корпусе, а колесо с индивидуальным приводом крепится к нижнему рычагу. Положение верхнего рычага относительно корпуса и другого рычага регулируется отдельными управляемыми гидроцилиндрами. Управление движением осуществляется вручную с помощью рукояток для каждого управляемого элемента. Движение в режиме шагания осуществляется за счет поочередного переноса колес вперед относительно корпуса, а затем переноса корпуса вперед относительно неподвижных колес. При включении привода вращения колес машина ничем не отличается от обычной колесной.

Известен колесно-шагающий движитель, в котором колеса с индивидуальными приводами вращения укреплены на раме транспортного средства с помощью двух гидроцилиндров, один из которых исполняет роль элемента подвески, а второй создает продольные перемещения колеса. Передвижение в шагающем режиме осуществляется следующим образом: в первый период колеса одного борта передвигаются в ведущем режиме на длину шага, затем они блокируются, а корпус машины при помощи гидроцилиндра перемещается вперед на величину шага. Колеса обоих бортов передвигаются попеременно: если колеса одного борта движутся в ведущем режиме, то колеса второго борта в это время заблокированы и, упираясь в грунт, создают упоры для перемещения корпуса машины вперед. При застопоренных гидроцилиндрах и включенных приводах вращения колес машина ничем не отличается от обычной колесной.

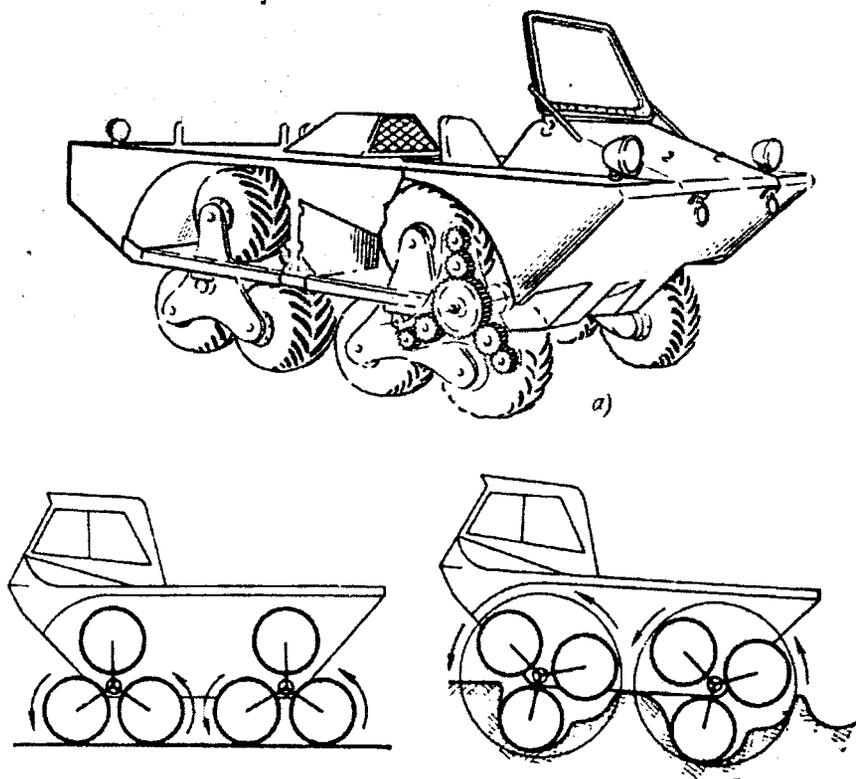


Рис. 2. Вездеход «Терра-Стар» компании «Локхид».

Как следует из вышеприведенных примеров, реализация принципа шагания в колесно-шагающих движителях хотя в основном и соответствует схеме чистого шагания, однако в то же время имеются некоторые особенности.

В общем случае колесно-шагающий движитель можно представить как обычный шагающий, у которого опоры механизмов шагания выполнены в виде колес, связанных с приводами вращения. В процессе передвижения в шагающем режиме механизмы шагания с помощью привода шагания обеспечивают возвратно-поступательное перемещение осей колес, при котором оси колес то перемещаются относительно корпуса машины против движения, то выносятся вперед по определенной траектории, причем в зависимости от характера переноса можно получить различные качества колесного шагания. Перенос колес может осуществляться следующими способами: с разгрузкой переносимого колеса от веса машины; без разгрузки от веса машины.

Способ передвижения при переносе колес по второму варианту имеет некоторые преимущества перед первым, так как при этом решается часть проблем, возникающих при чисто шагающем способе передвижения, а именно:

- в этом случае требуются прямолинейные или приближенно прямолинейные перемещения осей колес, а такой характер траектории позволяет применять простейшие по кинематике механизмы;

- для чистого шагающего способа передвижения отрыв опор механизма шагания от грунта, представляя некоторые возможности по увеличению проходимости, вызывает в то же время большие трудности по обеспечению необходимых условий при последующем восприятии опорной поверхности;

- в колесно-шагающем движителе, в котором колеса переносятся без разгрузки от веса машины, колесо может достаточно хорошо исполнять роль адаптируемого элемен-

та, и поэтому, проблема приспособления опор к опорной поверхности в режиме шагания решается более просто;

- при переносе колеса без разгрузки форма и положение многоугольника опор меняются незначительно, что исключает значительное ограничение шагания по устойчивости передвижения и позволяет обеспечить колесное шагание в малоопорных транспортных машинах (практически начиная с трехопорных);

- ввиду того, что колеса перемещаются безотрывно от опорной поверхности, переходить на колесный режим можно практически в любых положениях механизмов шагания.

Чисто шагающий способ передвижения невозможно классифицировать по способу переноса опор. Он отличается лишь величиной некоторых параметров траектории этапа переноса. Возможность переноса колес в колесно-шагающем движителе различными способами и представляет собой основную отличительную особенность совместной реализации принципа качения и шагания в одном движителе.

Учитывая вышеуказанное, наибольший интерес представляет колесно-шагающий движитель, у которого колеса в режиме шагания перемещаются по опорной поверхности безотрывно. Отметим, что при движении с отрывом переносимых колес от опорной поверхности основные показатели передвижения аналогичны обычному шагающему, и в этом случае имеет место не колесно-шагающий принцип, сочетающий одновременное шагание и качение колес, а принцип колесного шагания, когда в процессе шагания колеса выполняют лишь роль опор, но не движителя.

**Литература.** 1. Liston R.A. Walking machine studies//The Military Engineer, 1967. – vol.59, №338, p.10. 2. Артоболевский И.И. Некоторые проблемы конструирования шагающих машин. М.: Вестник АН СССР, №2, 1969. – с.82-92. 3. Агейкин Л.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители. М.: «Машиностроение», 1972. – 181с. 4. Егоров Ю.Е. БАМостроительный комбайн//Изобретатель и рационализатор, 1975. – №9, с.15. 5. Четкарев В.К. Две ноги и... ходит//Изобретатель и рационализатор, 1981. – №6, с.15. 6. Романов А.И. Ноги для трактора//Изобретатель и рационализатор, 1982. – №3, с.7. 7. Тезисы докладов I-ой Всесоюзной конференции «Механика и управление движением шагающих машин», г. Волгоград, 1-3 июня 1988г., Волгоградский политехнический институт. – 121с. 8. Скойбеда А.Т., Дашук Н.В. Использование шагающего движителя в тягово-транспортных машинах//Материал международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию БГПА «Состояние и перспективы развития науки и подготовки инженеров высокой квалификации в Белорусской государственной политехнической академии». Минск, 1995. – ч.2, с.42.