

© Евдокимов В.Г., Щитов С.В., Кривуца З.Ф.  
Evdokimov V., Shitov S., Krivytsa Z.

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

### METHODS OF INCREASE OF TJAGOVO-COUPPLING PROPERTIES OF MEANS OF TRANSPORT

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности увеличения тягово-сцепных свойств автомобильного транспорта в зависимости от качества дорожного покрытия. Приведены результаты исследований по увеличению коэффициента нагрузки на задние ведущие колеса за счет использования коректора сцепного веса.

**Annotation.** In this article view possibilities of increase in tjagovo-coupling properties of motor transport depending on quality of a road covering. There are results of researches on increase in factor of loading at back driving wheels at the expense of use the proof-reader of coupling weight are resulted.

**Ключевые слова.** Автомобиль, прицеп, сила, коэффициент сцепления, колеса, дорога.

**Key words.** The car, the trailer, force, factor of coupling, a wheel, road.

Космодром «Восточный» в Амурской области возможно станет самой масштабной стройкой России в этом веке. Как ожидается, это будет самый современный космодром в мире с двумя стартовыми ракетными комплексами, международным аэровокзалом, промышленной базой и прилегающим к нему городом. Определены этапы строительства. В ближайшие три года на космодроме планируется строительство обеспечивающих объектов – системы внешнего электроснабжения, дорог, а также жилого комплекса, рассчитанного на 30 тысяч жителей, немаловажная роль при этом отводится на долю автомобильного транспорта. В связи с этим для повышения эффективности использования автомобильного транспорта при строительстве космодрома необходимо учитывать сезонно-климатические условия Амурской области.

В условиях Амурской области при выполнении транспортных работ особенно в период с ноября по апрель наблюдаются случаи резкой смены состояния дорог. Это объясняется тем, что на протяжении одного рейса дорожное покрытие может смениться от асфальта до гололеда. Это все накладывает специфические условия на

эксплуатацию автомобильного транспорта, ввиду того, что коэффициент сцепления резко меняется. Наряду с этим необходимо помнить, что в настоящее время для перевозки грузов используются автомобили с задними ведущими колесами, для которых динамический фактор равен [1]

$$D_{\varphi} = \varphi_{сц} \cdot \lambda_{к} - \frac{P_{\omega}}{G}, \quad (1)$$

где  $\varphi_{сц}$  – коэффициент сцепления колес с дорогой;

$\lambda_{к}$  – коэффициент нагрузки ведущих колес;

$P_{\omega}$  – сопротивление воздуха, Н;

$G$  – вес автомобиля, Н.

Как следует из формулы (1), для улучшения динамического фактора необходимо увеличить коэффициент нагрузки задних колес. Это особенно актуально для дорог с меняющимся коэффициентом сцепления. В то же время для повышения эффективности использования автомобильного транспорта за счет увеличения объема грузоперевозок используются прицепы [2]. В общем случае схема такого автомобиля показана на рис. 1.

При повышении коэффициента нагрузки задних колес автомобиля необходимо учитывать, что данное уве-

Евдокимов Вячеслав Геннадьевич – доктор технических наук, профессор, ДВВКУ, тел. 8(914)607-66-08;

Щитов Сергей Васильевич – доктор технических наук, профессор, проректор, ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет»;

Кривуца Зоя Федоровна – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующая кафедрой, ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет».

Evdokimov Vyacheslav – doctor of technical science, professor, FHMCS, tel. 8(914)607-66-08;

Shitov Sergey – doctor of technical science, professor, the prorector, Far-Eastern state agrarian university;

Krivytsa Zoia – k.f. - m.n, docent, cbairman of department, Far-Eastern state agrarian university.

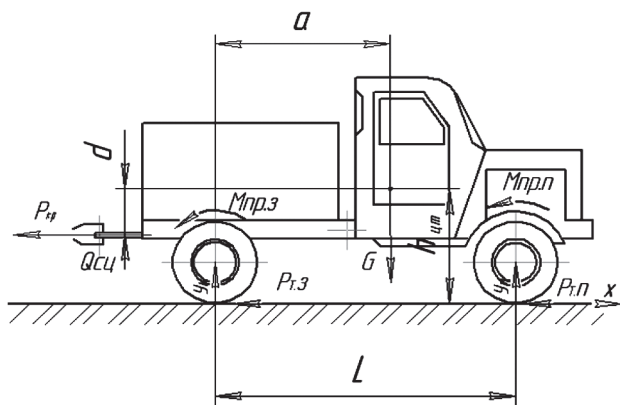


Рис. 1. Расчетная схема

личение коэффициента нагрузки задних колес ограничивается тем, что это напрямую влияет на управляемость а следовательно, на безопасность движения. Поэтому для кратковременного увеличения данного коэффициента необходимо использовать специальные устройства, так называемые корректоры сцепного веса. Данные корректоры включаются в работу только по мере необходимости в связи со снижением коэффициента сцепления колес с дорогой.

В общем случае на автомобиль действуют следующие силы, представленные уравнением силового баланса (рис.1)

$$P_k = P_{кр} + P_{\omega} \pm P_j \pm P_f + P_r \quad (2)$$

По условию сцепления уравнение (2) можно представить следующим образом:

$$Y_k \varphi_{сц} = P_{кр} + P_{\omega} \pm P_j \pm P_f + P_r \quad (3)$$

где  $Y_k$  – нормальная реакция дороги на ведущие колеса автомобиля, н;

- $P_k$  – касательная сила тяги, Н;
- $P_{кр}$  – тяговое усилие автомобиля, Н;
- $P_j$  – сила инерции автомобиля, Н;
- $P_f$  – сила сопротивления передвижению, Н;
- $P_r$  – сила сопротивления подъему, Н.

Поэтому повысить касательную силу тяги можно за счет увеличения силы  $Y_k$  путем перераспределения сцепного веса между колесами автомобиля и прицепа. Для этой цели установим на прицеп дополнительный корректор веса между передним мостом прицепа и сцепным устройством, соединяя его с пневматической системой автомобиля. Принципиальная схема транспортного средства с корректором сцепного веса представлена на рис. 2. Рассмотрим систему сил, действующих на автомобиль при использовании корректора сцепного веса.

Для определения сил, действующих на транспортный агрегат с учетом корректора сцепного веса, составим схему сил (рис.3). Для решения данной задачи воспользуемся принципом Германа-Эйлера-Даламбера, со-

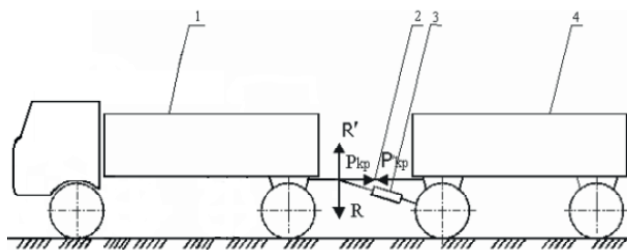


Рис. 2. Принципиальная схема автомобиля с учетом действующих сил:

1 – автомобиль; 2 – сцепное устройство; 3- дополнительный гидроцилиндр (корректор сцепного веса); 4 - прицеп

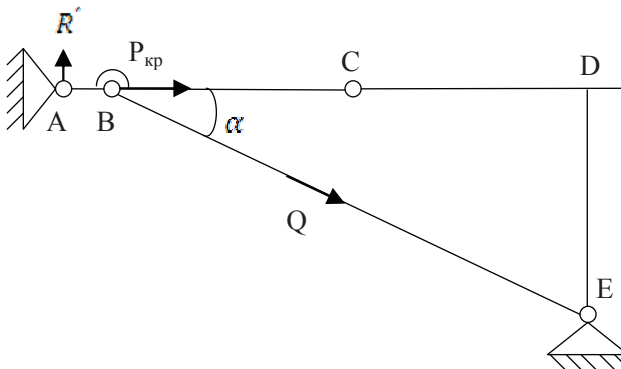


Рис. 3. Схема сил, действующих на сцепное устройство автомобиля

гласно которому для несвободной механической системы в любой момент времени геометрическая сумма равнодействующих реакций связи и сила инерции для каждой точки механической системы равна нулю [3].

Таким образом

$$\sum (F_{kx}^a \cdot \delta X_k + F_{ky}^a \delta Y_k + F_{kz}^a \delta Z_k) = 0, \quad (4)$$

где  $F_{kx}^a, F_{ky}^a, F_{kz}^a$  – соответственно активные силы приложения в точке, Н;  
 $\delta X_k, \delta Y_k, \delta Z_k$  – возможное перемещение точки, м.

В нашем случае примем связи стационарными, т.е. не изменяющимися по времени [4]. Для нахождения сил, действующих в точке А, согласно данному принципу, необходимо отбросить опору, заменив ее на реакцию численно равной искомой величине  $R'$ . Расчетная схема для определения реакции  $R'$  в шарнире сцепки приведена на рис.4.

Сообщив системе возможное перемещение, составим условие равновесия согласно выражению (4)

$$R' \cdot \delta S_A - Q \cdot \sin \alpha \cdot \delta S_B = 0, \quad (5)$$

где  $Q$  – дополнительная нагрузка, Н.

Связь между  $\delta S_A$  и  $\delta S_B$  находим из пропорций

$$\frac{\delta S_B}{l_2} = \frac{\delta S_c}{b_1}; \quad \frac{\delta S_A}{l_1} = \frac{\delta S_c}{b_1},$$

откуда будем иметь

$$\delta S_B = \frac{l_2}{l_1} \delta S_A. \quad (6)$$

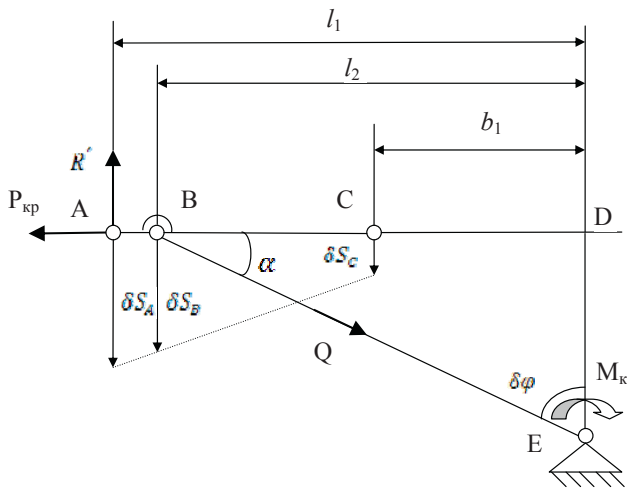


Рис. 4. Расчетная схема для определения реакции R'

Решив систему уравнений (5) и (6), получим

$$R' = \frac{l_2}{l_1} Q \cdot \sin \alpha. \quad (7)$$

Таким образом, создавая дополнительную нагрузку Q на прицепное устройство, можно увеличить сцепной вес на ведущие колеса автомобиля. Анализируя выражение (7), можно отметить, что величина R' зависит от дополнительной нагрузки Q, угла приложения дополнительной нагрузки «α» и точки приложения, т.е. величины l<sub>2</sub>. В данном выражении длина l<sub>1</sub> остается постоянной, так как это есть габаритный размер прицепного устройства. Влияние вышеперечисленных параметров на величину дополнительной нагрузки на ведущие колеса автомобиля представлено на рис. 5 и 6.

**Выводы**

Анализ полученных графиков показывает, что значение силы реакции R' можно увеличить за счет повышения угла и увеличения длины до точки приложения

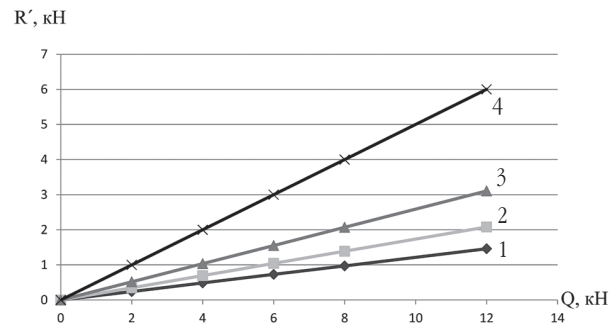


Рис. 5. Зависимость реакции R' от угла приложения дополнительной нагрузки (l<sub>2</sub>=l<sub>1</sub>):  
1 - α=7°; 2 - α=10°; 3 - α=15°; 4 - α=30°

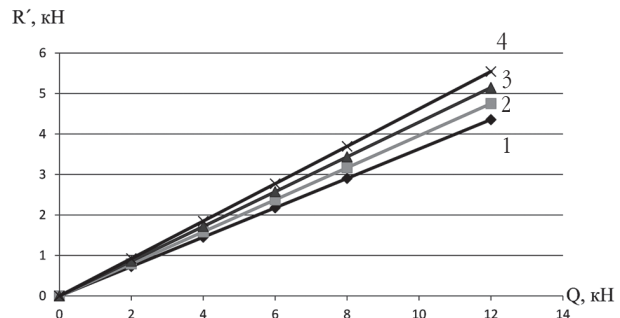


Рис. 6. Зависимость реакции R' от точки приложения дополнительной нагрузки (α=30°):  
1 - l<sub>2</sub>=5,5 м; 2 - l<sub>2</sub>=6,0 м; 3 - l<sub>2</sub>=6,5 м; 4 - l<sub>2</sub>=7,0 м

дополнительной нагрузки. Из двух факторов на увеличение силы реакции R' наибольший вклад оказывает повышение угла наклона дополнительной нагрузку по сравнению с увеличением длины до точки приложения. Для прицепа НефАЗ-8560 рациональное значение данных параметров составляет: угол α=20°–30°; длина l<sub>2</sub>=6,58м. Таким образом, использование корректора сцепного веса позволяет усилить сцепной вес, приходящийся на задние ведущие колеса на величину R', и, как следствие, улучшить тягово-сцепные свойства автомобиля на транспортных работах.

*Литература*

1. Кутько Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. – М.: КолосС, 2004. – 504 с.
2. Скотников В.А., Маиценский А.А., Солонский А.С. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. – М.: Агрпромиздат, 1986. – 384 с.
3. Макеев А.П. Теоретическая механика. – М.: ЧеРо, 1999. – 569 с.
4. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. Учебник. – М.: Лань, 2011. – 720 с.

Материал поступил в редакцию 29. 03. 2012 г.