

# Метод определения сил, действующих на элементы рулевого управления.

Гурвич Ю. А., Лебедев Е.П.

*Белорусский национальный технический университет*

Возрастающий объем автоперевозок требует большого внимания к безопасности движения. В обеспечении безопасности движения значительную роль выполняют стабилизирующие моменты на поворотных цапфах автомобиля, которые увеличиваются с уменьшением радиуса поворота и таким образом способствуют ощущению водителем дороги через рулевое управление. Устойчивое управление колесами возможно лишь тогда, когда стабилизирующие моменты при криволинейном движении способствуют установке рулевого управления в нейтральное положение. Однако усилие, прикладываемое к рулевому колесу для осуществления маневра не должно превышать нормированного значения. В соответствии с требованиями ОСТ 27.001.487-99 усилие, прикладываемое водителем к рулевому колесу, не должно превышать 220 Н при движении с исправным усилителем рулевого управления и 450 Н при неработающем усилителе.

ПАРАМЕТРЫ РУЛЕВОЙ ТРАПЕЦИИ	
Расстояние между осями шарнир в плоскости рулевой трапеции, м	0.723
Длина рычага рулевой трапеции, м	0.388
Угол установки рычага рулевой трапеции, градус	11.22

ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ УПРАВЛЯЕМЫХ КОЛЕС	
Угол продольного наклона шворни, градус	3
Угол поперечного наклона шворни, градус	5
Угол развала управляемых колес, градус	1
Длина поворотной цапфы, м	0.147

ПАРАМЕТРЫ РУЛЕВОГО ПРИВОДА ОТ РУЛЕВОЙ ТРАПЕЦИИ К РУЛЕВОМУ КОЛЕСУ	
Расстояние между осями рычагов рулевого привода, м	
Передого итерезовенника	0.851
Заднего итерезовенника	0.468
Длина рычагов рулевого привода, м	
Рычаг 1	0.247
Рычаг 2	0.425
Рычаг 3	0.349

Рисунок 1 Главная форма программы по расчету усилия на рулевом колесе

На эксплуатационные качества рулевого управления влияют кинематические параметры рулевого механизма, рулевого привода, установочные параметры управляемых колес, схема привода ведущих колес и характеристики шины, связывающие кинематические параметры кругового движения автомобиля с силами на колесах. Выполнение требований к рулевому управлению определяют при проведении приемочных испытаний.

Чтобы при конструировании получить представление об ожидаемых качествах рулевого управления, целесообразно математическое исследование. Это исследование должно показать, в каком направлении можно достигнуть улучшения качеств рулевого управления.

Программа «Усилие на рулевом колесе» позволяет определить различные силовые характеристики при повороте автобуса в процессе движения и повороте рулевого колеса стоящего на месте автобуса. Для этого разработана новая методика, позволяющая еще на стадии проектирования машины с достаточной для практики точностью рассчитать усилие на рулевом колесе (без усилителя руля).

Основным механизмом рулевого привода является шарнирный четырехзвенник. Этот механизм используется в качестве рулевой трапеции в составе рулевого привода от рулевого механизма к рулевой трапеции (рисунок 2).

Задача определения скоростей и передаточных отношений сводится к совместному решению уравнений проекций на оси координат контуров, образованных звеньями механизмов с последующим дифференцированием этих уравнений.

Метод расчета параметров кругового движения колесной машины [1] излагается без упрощающих допущений об углах увода, используемых обычно в теории поворота колесных машин [2, 3].

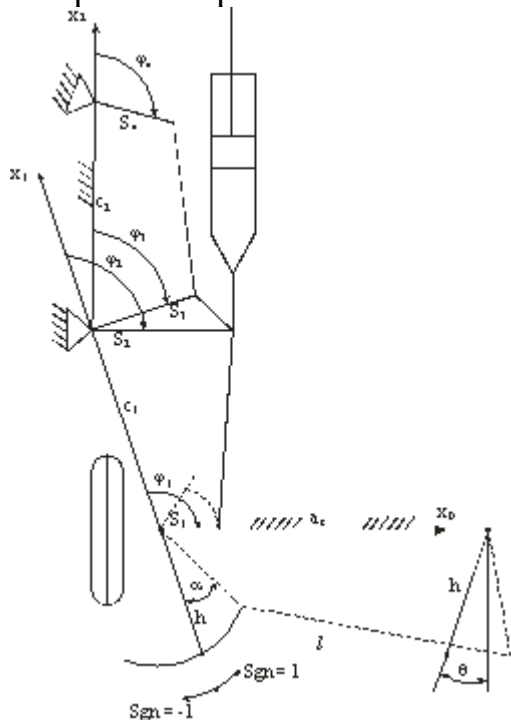


Рисунок 2. Кинематическая схема рулевого привода

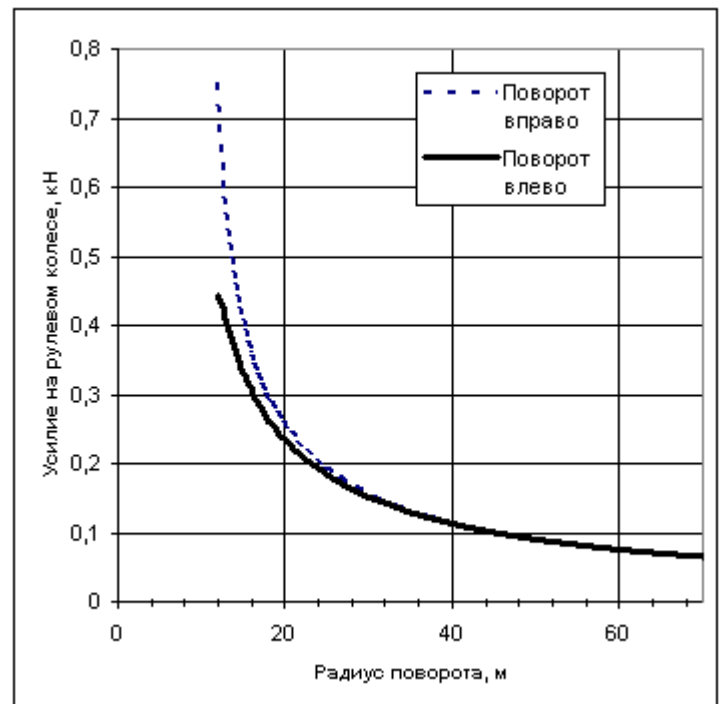


Рисунок 3. Зависимость усилия на рулевом колесе от радиуса горизонтальной проходимости автобуса «МАЗ» полной массой 18т при круговом движении со скоростью 10 км/ч

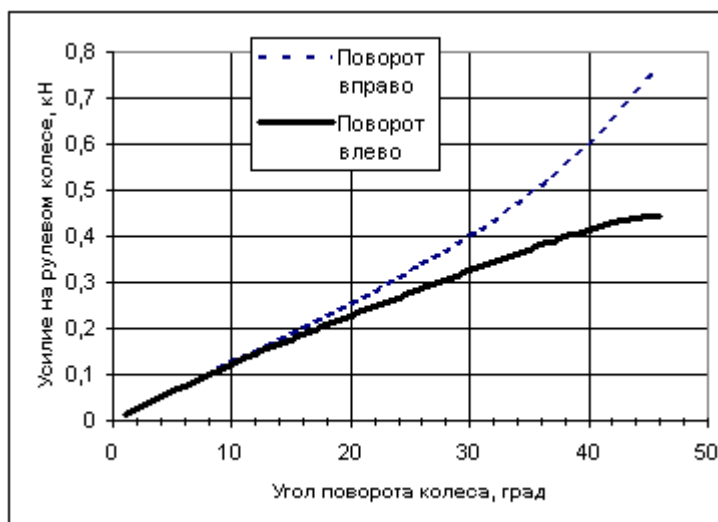


Рисунок 4. Зависимость усилия на рулевом колесе от угла поворота внутреннего колеса автобуса «МАЗ» полной массой 18т при круговом движении со скоростью 10 км/ч

Машина схематизируется одномассовой пространственной моделью с системой координат, зафиксированной в центре масс. Ось  $x$  системы координат направлена вперед вдоль продольной оси машины, а  $z$  — вниз перпендикулярно к дороге.

Выполненные расчеты показали, что усилие, прикладываемое водителем к рулевому колесу автобуса «МАЗ», при неработающем усилителе и габаритном радиусе поворота  $R_2 \geq 12$  м, не превышает нормированного значения 500 Н.

На рисунке 3 приведена графическая зависимость усилия на рулевом колесе от радиуса горизонтальной проходимости при левом и правом повороте (1 – влево, 2 - вправо). На рисунке 4 приведены зависимости усилия  $F_B$  на рулевом колесе от угла  $\alpha_1$  поворота внутреннего колеса и значений угла  $\alpha_2$  внешнего колеса, автобуса «МАЗ» полной массой 18т при круговом движении.

- Выводы.
1. Разработан расчетный метод определения сил и моментов, действующих в контакте колес с дорогой при круговом движении автомобиля.
  2. Для уменьшения разницы усилий на рулевом колесе при его повороте «влево - вправо» необходимо изменить передаточное отношение рычажных механизмов.
  3. На основе разработанного метода расчета сил и моментов, действующих на каждое колесо машины, усовершенствован способ расчета стабилизирующих моментов на поворотных цапфах управляемых колес.
  4. Разработана и адаптирована к автобусу «МАЗ» методика, алгоритм и программа для ЭВМ, позволяющая впервые на стадии проектирования

автобуса (или уже у спроектированного автобуса) определить усилие на рулевом колесе при неработающем усилителе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев А.Ф. Исследование движения колесной машины с большими углами поворота управляемых колес// Конструирование и эксплуатация автомобилей и тракторов. Мн., 1991. Вып.6, с. 60-66.
2. Андреев А.Ф., Лефаров А. Х. Статическая поворотливость полноприводных колесных машин с дифференциальным межосевым приводом// Автотракторостроение: расчеты и исследования агрегатов автомобилей, тракторов и их двигателей. – Мн.: Высшая школа 1978, с 71 – 73.
3. Фаробин Я.Е. Теория поворота транспортных машин – М.: Машиностроение, 1970. – 176 с.