

Академик Е. А. ЧУДАКОВ

О РАЦИОНАЛЬНОЙ ФОРМЕ РУЛЕВОЙ ТРАПЕЦИИ АВТОМОБИЛЯ

Во всех современных автомобилях в привод к передним управляемым колесам вводится так называемая рулевая трапеция, схематически изображенная на рис. 1.

Форма рулевой трапеции определяется размерами: B_1 — расстояние между осями поворотных шкворней; n — длина поперечной рулевой штанги; m — длина боковых сторон (или боковых рычагов) рулевой трапеции. Часто вместо длины m боковых сторон задается угол θ (см. рис. 1) между боковыми рычагами трапеции и передней осью при нейтральном положении управляемых колес.

От формы рулевой трапеции зависит соотношение между углами α' и α'' поворота управляемых колес — внутреннего и внешнего — при движении автомобиля по криволинейной траектории, а следовательно, зависит соотношение между боковыми реакциями Y_1' и Y_1'' , действующими на внутреннее и внешнее

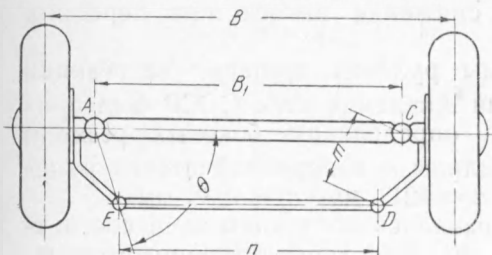


Рис. 1

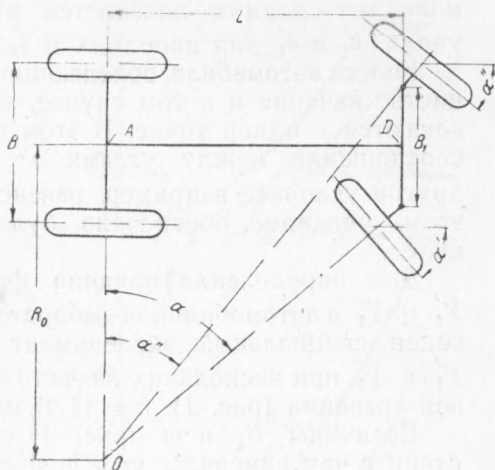


Рис. 2

передние колеса автомобиля при заданных условиях его движения, определяемых скоростью v движения автомобиля и радиусом R описываемой им траектории.

В современных автомобилях рулевой трапеции придается такая форма, при которой соотношение между углами α' и α'' поворота внутреннего и внешнего передних управляемых колес автомобиля по возможности точно удовлетворяет уравнению

$$\operatorname{ctg} \alpha'' - \operatorname{ctg} \alpha' = \frac{1}{L}, \quad (1)$$

где L — база автомобиля и B_1 — расстояние между осями поворотных шкворней.

Уравнение (1) легко получается из схемы, приведенной на рис. 2 и соответствующей повороту автомобиля с жесткими колесами. В этом

случае для чистого качения колес необходимо, чтобы продолжения их осей пересекались в одной точке. Пользуясь схемой рис. 2, получим:

$$\operatorname{ctg} \alpha'' = \frac{R_0 + \frac{B_1}{2}}{L}, \quad \operatorname{ctg} \alpha' = \frac{R_0 - \frac{B_1}{2}}{L}; \quad (2)$$

отсюда получаем уравнение (1).

Однако уравнение (1), так же как и схема на рис. 2, соответствуют автомобилю с жесткими колесами. При наличии же у автомобиля колес, эластичных в боковом направлении, явление поворота автомобиля протекает иначе. Такие колеса катятся уже не в своей плоскости, а под влиянием боковых реакций и эластичности колес автомобиля — под углом δ к последней (угол δ бокового увода).

На рис. 3 изображена схема поворота автомобиля с учетом боковой эластичности его колес (шин). Автомобиль поворачивается около некоторого центра O . Так как предполагается, что колеса автомобиля имеют чистое качение и не скользят вбок по опорной поверхности, то центр каждого из колес автомобиля движется в направлении, перпендикулярном к лучу, соединяющему центр колеса с центром O поворота автомобиля. Отклонения направлений движений центров колес от средних плоскостей этих колес образуют углы бокового увода δ_1'' и δ_1' для передних и δ_2'' и δ_2' для задних колес.

Колеса автомобиля, обладающие боковой эластичностью, могут иметь чистое качение и в том случае, когда продолжения их осей не пересекаются в одной точке. В этом случае в основу выбора правильного соотношения между углами α' и α'' поворота колес можно принять другое условие, например, равенство боковых реакций Y_1' и Y_1'' . При этом, очевидно, обеспечено будет снижение износа шин передних колес.

Для определения влияния формы рулевой трапеции на реакции Y_1' и Y_1'' в автомобильной лаборатории Академии наук СССР был проведен специальный эксперимент по определению боковых реакций Y_1' и Y_1'' при нескольких значениях длины n поперечной штанги рулевой трапеции (рис. 1): $n = 1178$ мм, $n = 1211$ мм, $n = 1238$ мм.

Величины B_1 и m (рис. 1) сохранялись постоянными, в соответствии с чем изменялся угол θ . «Классической» форме трапеции соответствовала штанга, имеющая длину 1178 мм.

Испытания проводились с автомобилем ГАЗ-11-73 на ровной горизонтальной площадке при движении автомобиля по окружности, радиус R которой — считая от центра поворота до центра тяжести автомобиля — равнялся 20,25 м. На колесах автомобиля были смонтированы шины размером 7,00—16". Давление воздуха в шинах при всех опытах поддерживалось постоянным и равным 2 ати. Скорость v движения автомобиля изменялась от минимальной устойчивой (10—12 км/час) до значения 33—35 км/час, что было близко к началу заноса задней оси автомобиля. Замер боковых реакций Y_1' и Y_1'' , действующих на внутреннее и внешнее передние колеса автомобиля, производился при помощи специальных гидравлических датчиков (гидромесдоз), установленных на поворотных цапфах автомобиля.

На рис. 4 приведены графики, иллюстрирующие результаты испытания автомобиля при трех длинах поперечной штанги. Во всех случаях производился поворот автомобиля влево.

Кривые Y_1' и Y_1'' на рис. 4 соответствуют боковым реакциям. Кривые $Y_{1\text{ теор}}$ и $Y_1' + Y_1''$ соответствуют суммарным боковым реакциям,

причем первая определена аналитически, а вторая получена сложением ординат кривых Y_1' и Y_1'' .

Согласно полученным экспериментальным данным, при «классической» форме трапеции реакция Y_1' , действующая на внутреннее колесо автомобиля при левом повороте последнего, получается значительно больше реакции Y_1'' , действующей на внешнее колесо. Такое соотношение между реакциями сохраняется вплоть до начала бокового скольжения внутреннего колеса, после чего происходит снижение интенсивности роста этой реакции, а дальше — уменьшение этой реакции и интенсивное увеличение реакции Y_1'' .

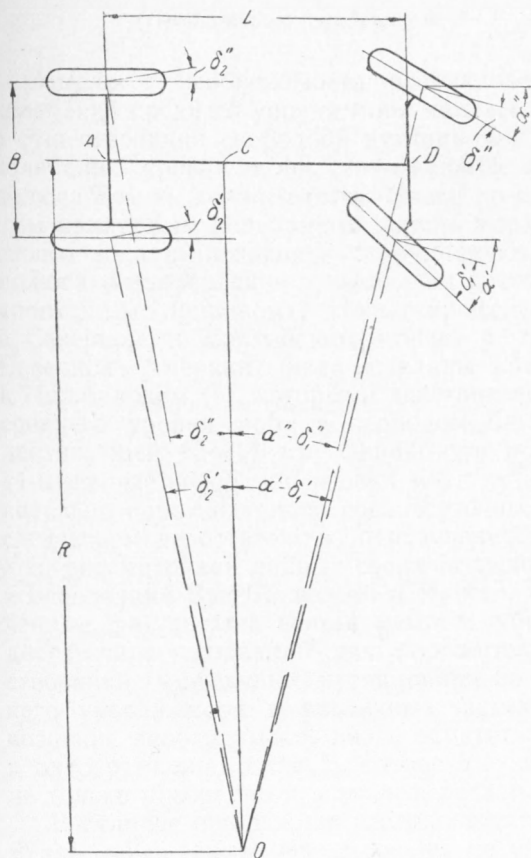


Рис. 3

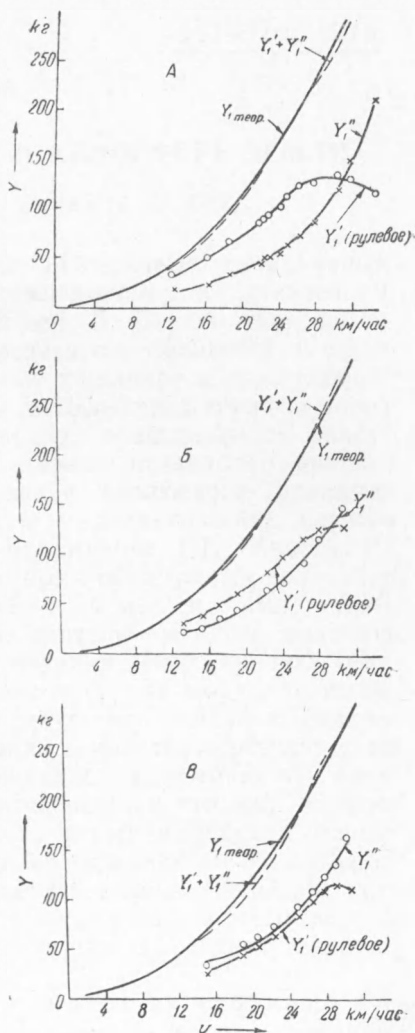


Рис. 4. $B_1 = 1265$ мм; поворот левый.
 А — $n = 1178$ мм; Б — $n = 1211$ мм;
 В — $n = 1238$ мм

Удлинение поперечной рулевой штанги (т. е. приближение трапеции к форме прямоугольника), согласно рис. 4, сопровождается резким выравниванием боковых реакций Y_1' и Y_1'' . При этом по мере удлинения штанги боковое скольжение внутреннего колеса начинается при большей скорости движения автомобиля.

Таким образом, в целях уменьшения износа шин передних колес автомобиля следует изменить принятую в настоящее время форму рулевой трапеции в направлении приближения ее к прямоугольнику.

Поступило
 18 VII 1952