

УГЛЫ И «ПЛЕЧИ»

У стендов регулировки углов развала и схождения передних колес на СТО всегда очередь, особенно летом и на тех СТО, где имеются оптические стенды. Мерцание зеркал вселяет надежду, что уж теперь-то колеса твоего автомобиля будут установлены с ювелирной точностью, конечно, не достижимой в домашних условиях. Между тем немногие отдают себе отчет в том, что при регулировании углов установки колес вовсе не нужна ювелирная точность, операции эти весьма грубые и их совсем несложно выполнить самому. Но давай сначала разберемся с углами и «плечами», которые обеспечивают спокойное движение, удобное управление автомобилем, устойчивость, долговечность.

Развал и схождение. Развал—это наклон плоскости колеса к вертикальной плоскости. Если верхняя часть колеса наклонена наружу, то угол развала считается положительным, если внутрь автомобиля,—то отрицательным. Раньше считали, что развал нужен для компенсации люфтов в подшипниках и шарнирах. На рис. 19, *а* показана передняя подвеска без развала. Нагрузка автомобиля создает момент, который при наличии люфтов поворачивает колесо в положение, показанное пунктиром. Но дело совсем не в люфтах, а в том, что шарниры или шкворень подвески и подшипники ступицы при такой конструкции воспринимают не только нагрузку от массы автомобиля, но и значительные нагрузки, уравнивающие этот момент. Водителю, которому пришлось бы управлять машиной с такой подвеской, не позавидуешь, к рулевому колесу он должен прилагать солидные усилия, а любая неровность дороги может выбить руль из рук.

Угол развала колес *а* (рис. 19, *б*) уменьшает плечо

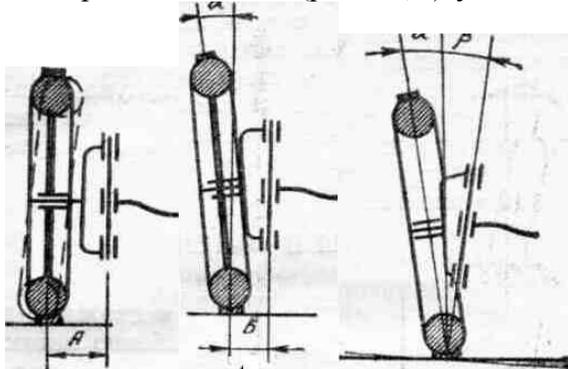


Рис. 19. Поперечные углы установки передних колес:

а — угол развала равен нулю; *б* — угол развала уменьшает плечо обкатки *В* и, следовательно, момент, вызывающий сопротивление при повороте и создающий толчки на рулевом колесе от неровностей дороги; *в* — угол поперечного наклона оси поворотной стойки позволяет еще уменьшить или свести к нулю плечо обкатки колеса и создает толчки на рулевом колесе от неровностей дороги. Одновременно уменьшается нагрузка на наружный подшипник цапфы колеса и шарниры подвески. На автомобиле с традиционной подвеской при нагрузке 2—3 человека целесообразно иметь небольшой положительный развал, чтобы шина изнашивалась равномерно. При положительном развале ось колеса наклоняется к дороге.

Как следует из рис. 19, *б*, при развале колес ось переднего колеса наклонена и наружная часть шины при контакте с дорогой деформируется больше, т. е. наружный радиус качения шины получается меньше, чем внутренний. Передняя ось автомобиля как бы опирается на два вращающихся конуса, которые стремятся разъехаться в разные стороны (рис. 20, *а*). Чтобы компенсировать это, плоскости вращения колес нужно свести так, чтобы они были параллельны, а образовали некоторый угол (рис. 20, *б*), тогда не будет проскальзывания покрышек по дороге. Такое сведение колес называют схождением.

Теперь понятно, что углы развала и схождения — параметры взаимосвязанные и угол схождения нужно устанавливать в зависимости от угла развала. Если угол развала равен нулю, то и схождения не должно быть; развал отрицательный—должно быть расхождение, а не схождение, иначе будут «гореть» шины. Чем угол развала больше, тем больше угол увода колеса.

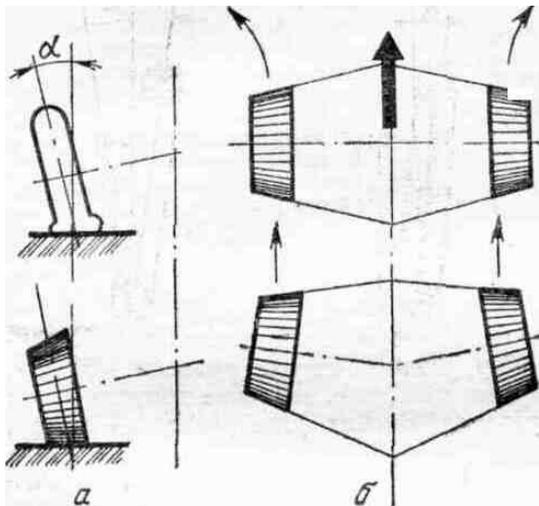


Рис. 20. Увод колеса в результате развала (а) и компенсация увода & схождение (б)

При неравенстве углов развала левого и правого колес автомобиль уводит в сторону большего угла. Я это каждый раз чувствовал, когда в машину садилась теща: автомобиль оседал на правый бок, угол развала правого колеса увеличивался (рис. 21), и мне приходилось прилагать усилие к рулю, чтобы автомобиль ехал прямо.

В последнее время все больше появляется автомобилей, у которых, во-первых, угол развала равен нулю или он отрицательный, а, во-вторых, при ходе сжатия подвески развал не увеличивается, как в известной подвеске «Жигулей», «Москвичей» и «Ижей», а остается неизменным или уменьшается. При этом шины способны воспринять большую боковую нагрузку.

А что происходит со сходимением при увеличении нагрузки автомобиля? Чтобы ответить на этот вопрос, посмотри на рулевую трапецию сзади. Если наружные наконечники боковых рулевых тяг расположены заметно ниже внутренних, то при нагрузке схождение увеличивается, но если на одном уровне или выше, то уменьшается.

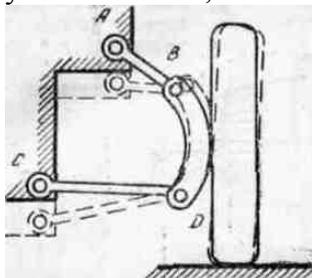


Рис. 21. Увеличение развала при нагружении:

сайлент-блок (точка А) выше шарового шарнира (точка В).

Когда точки А и В находятся на одном уровне или точка В выше, имеет место уменьшение развала. При нагружении

И еще обрати внимание на следующее: для «Москвича-2140», например, установлен угол развала $+30. \text{ } ^\circ 45'$, а допуск на этот угол $\pm 30'$, т. е. значение допуска такое же, как самого развала. Значит, угол развала—весьма грубый параметр.

Угол поперечного наклона оси поворотной стойки переднего колеса. При традиционной подвеске на двух рычагах шаровые шарниры конструктивно сложно разместить внутри колеса — мешает тормозной суппорт. Раз так, то для уменьшения расстояния В недостаточно развала, а нужно еще наклонить на угол p ось поворота колеса (рис. 19, б). При этом расстояние В можно сделать достаточно малым, или равным нулю, или даже отрицательным. Угол p и называется углом поперечного наклона оси поворотной стойки переднего колеса. Значения углов развала и поперечного наклона взаимосвязаны конструктивно: если на автомобиле развал установлен правильно, то поперечный наклон будет верным, если же развал неправилен, то это в равной мере относится и к углу поперечного наклона.

Исключение из этого—подвеска «макферсон», в которой амортизаторная стойка соединена двумя болтами.

Плечо обкатки—это расстояние от линии пересечения центральной плоскости вращения колеса с опорной поверхностью до точки пересечения оси поворота колеса с этой же поверхностью. Если точка пересечения оси поворота колеса с дорогой лежит с внутренней стороны от плоскости вращения колеса, то плечо обкатки положительное, с наружной—отрицательное.

Плечо обкатки имеет очень большое значение для поведения автомобиля на дороге. Как-то мы ехали по песчаному грейдеру в Заонежье.

Дорога была ровная, и я держал скорость 70...80 км/ч. Вдруг внезапно рулевое колесо рванулось из рук, машина резко рискнула вправо, и мне удалось удержать ее на дороге каким-то чудом. Что же произошло? Оказывается, правые колеса попали на полосу рыхлого песка, внешне почти не отличимого от укатанного. Сопротивление качению резко возросло. Сила, отжимающая колесо назад благодаря положительному плечу обкатки, создала момент относительно оси поворота колеса на шаровых шарнирах, а момент создал силу на рулевой тяге, которая и передалась на рулевое колесо (рис. 22). Ничего подобного не произошло бы, если бы плечо обкатки было нулевыми, тем более, отрицательным.

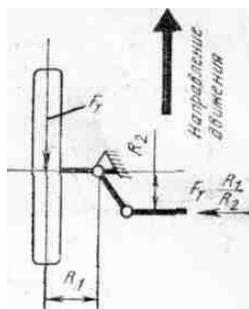


рис. 22. При положительном плече обкатки тормозная сила F_T вызывает сжатие поперечных тяг рулевой трапеции.

При отрицательном плече обкатки (рис. 23) сопротивление качению стремится отжать колесо в сторону большего схождения. В моем случае мне не пришлось бы прилагать усилия к рулевому колесу, чтобы не вылететь с дороги: оно само бы повернулось влево. Таким образом, при увеличении сопротивления движению, с одной стороны, появляется момент от силы сопротивления и силы инерции, стремящийся развернуть автомобиль в сторону большего сопротивления, с другой— благодаря отрицательному углу обкатки колеса поворачиваются в противоположную сторону, компенсируя разворачивающий момент от силы инерции.

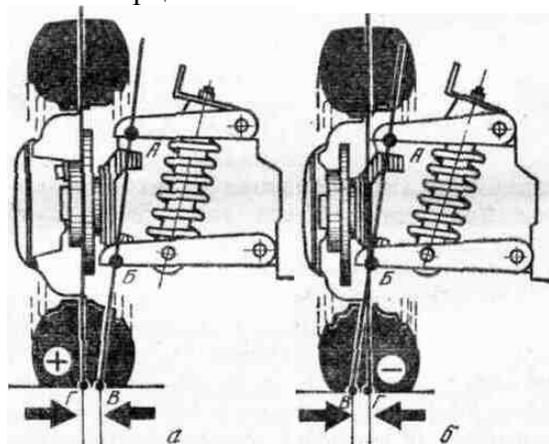


Рис. 23. Положительное (а) и отрицательное (б) плечо обкатки:

A , и — центры шаровых шарниров передней подвески; B — точка пересечения условной оси. «шкворня», с поверхностью дороги; Γ — середина пятна кот акта шины с дорогой

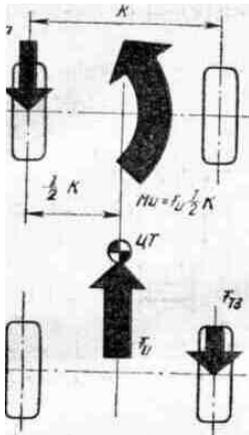


Рис. 24. При отказе одного контура тормозной системы при диагональной схеме гидравлического привода автомобиль разворачивает в сторону тормозящего переднего колеса, так как тормозная сила $F_{тп}$ на нем больше, чем на заднем $F_{тз}$ колесе:
 F_i —сила инерции при торможении; K —ширина колес автомобиля; M и — момент силы инерции, разворачивающий автомобиль.

Отрицательное плечо обкатки обеспечивает безопасность и при так называемой диагональной системе раздельного привода тормозов

Эта система, примененная на «Ладе», самая простая и дешевая, но имеет существенный недостаток: при отказе одного контура тормозная сила на переднем колесе оказывается больше, чем на заднем, и автомобиль разворачивает в сторону заторможенного переднего колеса (рис. 24). Благодаря отрицательному плечу обкатки поворот колеса в противоположную сторону помогает нейтрализовать занос автомобиля. При сравнительных испытаниях автомобилей с отрицательным и положительным плечами обкатки торможение проводилось при скорости 80 км/ч без блокировки колес с отпущенным рулевым колесом. Один из контуров диагональной системы тормозов был отключен. При этом автомобиль с положительным плечом обкатки разворачивался на $140...160^\circ$, а с отрицательным— всего на $15...17^\circ$.

Отрицательное плечо обкатки делают небольшим: —10...—2 мм. У «Жигулей» положительное плечо обкатки составляет 57 мм.

Ты спросишь: если отрицательный угол обкатки столь хорош, то почему его не применяют на всех автомобилях? Прежде чем ответить на этот вопрос, я попрошу тебя проделать простой эксперимент. Возьми свой велосипед, положи руку на седло и веди велосипед вперед. **Как** легко он слушается малейшего движения: чуть наклон влево, переднее колесо поворачивает влево, наклон вправо—переднее колесо поворачивает вправо. Прелесть, не правда ли? А теперь попробуй сделать то же самое, но веди велосипед назад. Ага, не хочет он так ехать! Почему же?

Весовая стабилизация передних колес. Автомобиль с задними ведущими колесами представляет собой при разгоне потенциально неустойчивую систему, так как движущая сила приложена позади центра тяжести. Для компенсации этой неустойчивости передняя подвеска должна быть сконструирована таким образом, чтобы передние колеса сами возвращались в положение прямолинейного движения. Переднеприводные автомобили нуждаются в этом в меньшей степени.

Если бы на передние колеса не действовал стабилизирующий момент, то достаточно было бы небольшого усилия на рулевом колесе для поворота, но колеса такого автомобиля не возвращались бы в исходное положение. Более того, если не держать руль, они могли бы самопроизвольно повернуться в любую сторону. Не хотел бы я ехать на таком автомобиле! Весовая, или статическая, стабилизация передних колес (т. е. обеспечение их возврата в направление прямолинейного движения) обеспечивается положительным плечом обкатки и углом поперечного наклона оси поворотной стойки переднего колеса (рис. 25). При повороте колеса поднимается передок автомобиля, поэтому под действием веса колесо стремится занять положение прямолинейного движения.

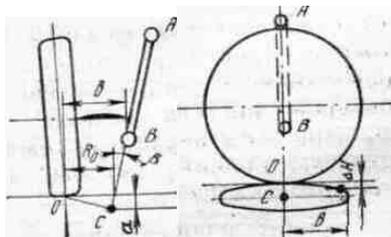


Рис. 25. Весовая стабилизация: при повороте колеса нос автомобиля поднимается на величину $L//$. Устойчивое положение, когда точка O расположена на наибольшем удалении по вертикали от точки C, имеет место при положении колес «прямо».

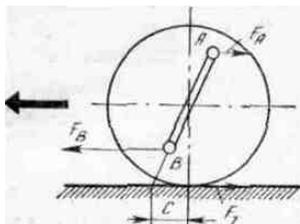


Рис. 26. Динамическая стабилизация: под действием силы сопротивления качению F_T и сил в шарнирах F_A и F_B колесо стремится занять положение «прямо»

Но получается, что при отрицательном угле обкатки весовой стабилизации нет? Почему же, есть. Но для этого нужно увеличить угол поперечного наклона оси поворотной стойки и сместить колесо.

Динамическая стабилизация передних колес. Для обеспечения стабильности движения, т. е. стремления автомобиля двигаться прямо, недостаточно только поперечного наклона оси поворотной стойки колеса, особенно на большой скорости. Связано это и с появлением дополнительного сопротивления качению и с гироскопическим эффектом, который может вызвать влияние колеса при действии возмущающей силы. Для большей стабильности вводят продольный наклон оси поворотной стойки колеса, благодаря которому точка пересечения оси поворота с поверхностью дороги смещена вперед относительно контакта шины с дорогой на величину C (рис. 26). Теперь колесо стремится занять положение позади точки пересечения оси колеса с дорогой, причем чем больше сила сопротивления качению, тем больший момент возвращает колесо в положение прямолинейного движения. Но этого мало. При таком смещении сила, действующая на колесо при повороте, также стремится выпрямить колесо.

При неравенстве углов продольного наклона оси поворота левого и правого колес автомобиль будет тянуть в сторону колеса с меньшим углом продольного наклона оси. Все сказанное справедливо для заднеприводного автомобиля. При переднем приводе задача сложнее: стабилизацию нужно обеспечить и при тяговом, и при тормозящем усилии на колесе. Положительный угол продольного наклона оси поворотной стойки колеса при разгоне дестабилизировал бы положение колеса. Поэтому на переднеприводных машинах или этот угол делают отрицательным, или смещают ось поворота относительно оси колеса назад, т. е. подвеска делается подобно ножке у роля, только колесо катится впереди и тянет за собой «ножку». У переднеприводного автомобиля при нажатии на педаль газа рулевое колесо активнее стремится занять положение прямолинейного движения.

А велосипед, в отличие от автомобиля, не «хочет» ехать назад, так как у него момент от динамической стабилизации (наклон передней вилки) при пустом велосипеде больше момента весовой стабилизации (изгиб конца передней вилки). В автомобиле это недопустимо, иначе при заднем ходе рулевое колесо стремилось бы вывернуться.

Впрочем, я тебя утомил далеко не полностью изложенными здесь теоретическими соображениями. Давай перейдем к практике регулирования подвески заднеприводного автомобиля.