

Д.А. Лискин

Экстремальное и контраварийное вождение



Дмитрий Лискин

**Экстремальное
и контраварийное вождение.
2-е дополненное издание**

«Издательские решения»

Лискин Д. А.

Экстремальное и контраварийное вождение. 2-е дополненное издание / Д. А. Лискин — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-44-983396-9

Книга посвящена экстремальному и контраварийному вождению автомобиля. Содержание разбито на две части: «контраварийная подготовка» и «экстремальное вождение». Первая часть является самостоятельной и направлена главным образом на освоение контраварийных приёмов. Вторая часть посвящена исключительно экстремальному вождению и направлена на выработку навыков вождения, которые позволят получить наилучшее время круга.

ISBN 978-5-44-983396-9

© Лискин Д. А.
© Издательские решения

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 6 |
| КОНТРАВАРИЙНАЯ ПОДГОТОВКА | 7 |
| Снос передней оси | 8 |
| Поворачиваемость | 16 |
| Занос: причины возникновения и методы борьбы | 24 |
| Практические советы водителю | 39 |
| Разворот при движении задним ходом (полицейский разворот) | 40 |
| Выход из тупого угла заноса | 46 |
| Раскачивание, ритмический занос | 53 |
| Конец ознакомительного фрагмента. | 57 |

Экстремальное и контраварийное вождение 2-е дополненное издание

Дмитрий Александрович Лискин

© Дмитрий Александрович Лискин, 2022

ISBN 978-5-4498-3396-9

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Во втором издании добавлены новые главы «Примеры по настройке машин», «Настройки коробки передач», «Примеры из овальных гонок», дополнены главы «Раскачивание, ритмичский занос», «Дозирование тормозного усилия», «Примеры связанных поворотов и участков трасс». В тексте сделаны некоторые уточнения и дополнения.

Введение

Экстремальное и контраварийное вождение – сильно пересекающиеся способы вождения, охватывающие совокупность знаний об устройстве автомобиля, принципах работы его узлов и механизмов, практических навыков и приёмов вождения. Экстремальное вождение подразумевает вождение автомобиля на пределе его возможностей и обучение базовым спортивными элементами (скоростное прохождение поворотов, управление автомобилем в заносе, методы торможения, изучение специальной терминологии и так далее) с целью достижения минимального времени круга. Контраварийное вождение направлено на предотвращение аварийных ситуаций, связанных с частичной потерей контроля над автомобилем (например, возникновение сноса передней оси).

Управление гоночной машиной – это мастерство, которое осваивают годами. Пилотирование спортивной машины гонщиком-профессионалом сравнимо с виртуозной игрой музыканта на гитаре или рояле. Вы спросите: «Какое отношение имеет автоспорт к повседневной жизни? Зачем нужны навыки экстремального и контраварийного вождения, когда мы либо спокойно едем по прямой, либо стоим в городской пробке?» Ответ простой: никто не застрахован от аварийных ситуаций на дороге, которые могут возникнуть в любой момент независимо от того, каков ваш стиль вождения. Если водитель не обладает нужными навыками, приёмы контраварийного вождения не отработаны и не доведены до автоматизма – рассчитывать можно только на «авось».

Содержание книги разбито на две части: «контраварийная подготовка» и «экстремальное вождение». Материал выстроен учебным курсом и не составит труда в освоении человеком, который имеет базовые навыки управления автомобилем и знаком с его устройством. Содержание включает:

- результаты проведения тестов, их анализ и обобщение;
- описания работы узлов автомобиля, влияющих на поведение машины и технику управления;
- приёмы и методики экстремального и контраварийного вождения;
- требования для успешного выполнения приёмов вождения;
- описание техник вождения в кольцевых гонках;
- комплекс упражнений для самостоятельных тренировок водителей и автогонщиков.

Книга не является сборником постулатов и канонов, а является помощью в освоении водительского мастерства. Автор не несёт ответственности за дорожно-транспортные происшествия, связанные с непониманием работы узлов автомобиля, приёмов вождения и их неправильным исполнением, с несоответствующими техническими характеристиками автомобилей и происшествия, вызванные несоблюдением мер предосторожности при выполнении упражнений. Все приёмы должны выполняться после предварительных тестов на автомобиле и после тщательной подготовки водителя. *Ответственность за вождение полностью ложится на водителя.*

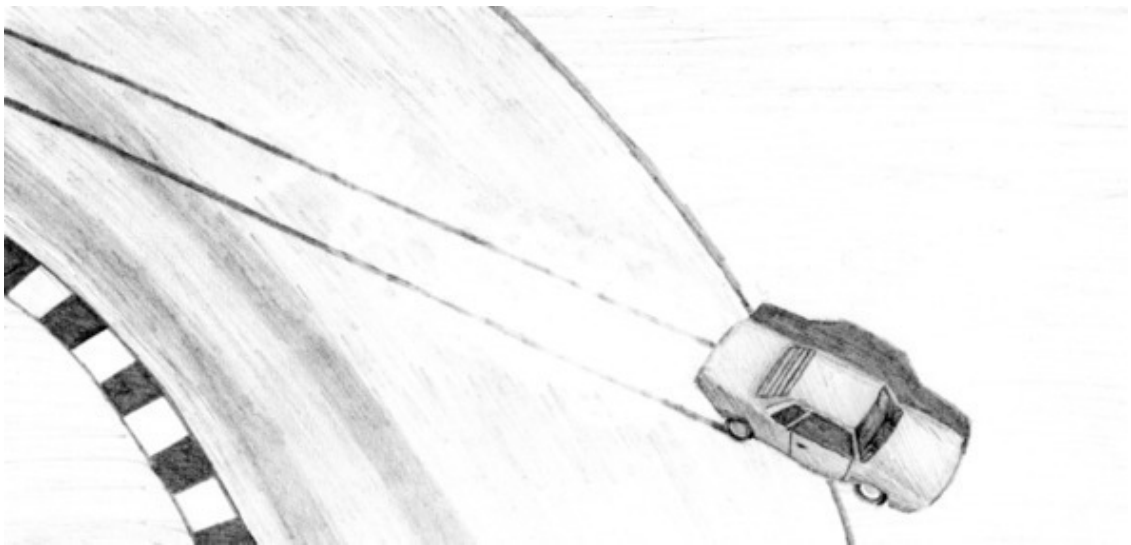
КОНТРАВАРИЙНАЯ ПОДГОТОВКА

Первая часть книги является самостоятельной и направлена главным образом на освоение контраварийных приёмов. Для доведения приёмов до автоматизма в конце глав предложены упражнения и тесты, имитирующие ситуации, которые могут возникнуть на дороге. В тексте первой части книги присутствуют практические части «тест» для тестирования автомобиля и контраварийных приёмов и «требования» для успешного выполнения контраварийных приёмов. Методики вождения изображены в виде блок-схем и помечены буквой М.

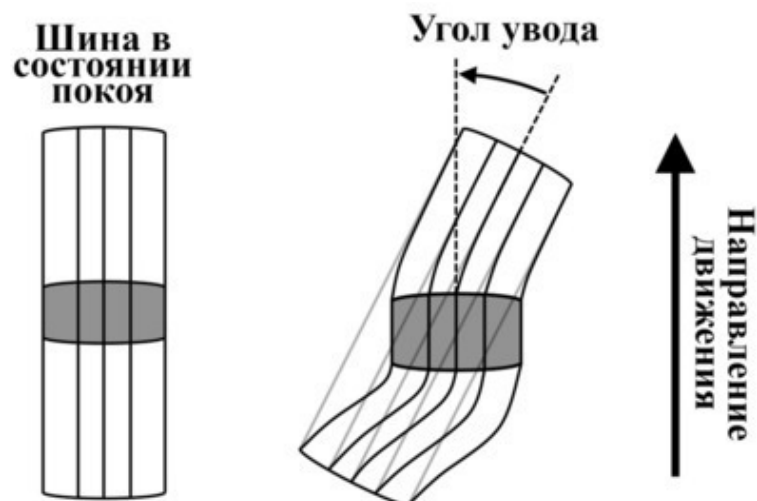
Снос передней оси

Явление, когда автомобиль перестает слушаться руля, движется по прямолинейной траектории (либо траектория начинает спрямляться) из-за потери сцепления с дорогой передних колёс, называется сносом передней оси. Во время сноса передней оси машина проявляет недостаточную поворачиваемость.

На рисунке изображено, как мы вошли в поворот на довольно высокой скорости и нажали педаль тормоза до упора, что спровоцировало блокировку передних колёс и, как следствие, снос передней оси.



Рассмотрим, что происходит с пятном контакта передних шин к дороге при сносе передней оси, вызванном сильным торможением.



На рисунке схематично изображена деформация шины при сносе передней оси, когда передние колёса повернуты рулём на большой угол. Пятно контакта закрашено серым цветом. При торможении нагрузка на переднюю ось увеличивается, поэтому увеличивается и площадь пятна контакта. При сносе передней оси происходит деформация шины, пятно контакта

поворачивается в сторону направления движения, возникает так называемый увод резины. Увод резины – это угол скручивания пятна контакта относительно направления движения колеса. Коэффициент поворачиваемости определяется как отношение увода резины задних колёс к уводу резины передних колёс. Если увод передних шин превосходит увод задних шин, то коэффициент поворачиваемости меньше единицы. В этом случае говорят, что поворачиваемость недостаточная.

Снос передней оси отражается на обратной связи руля. Если на входе в поворот руль поворачивался с некоторым усилием, а через некоторое время автомобиль перестал слушаться руля и руль стал вращаться легче, значит, начался снос передней оси. После восстановления сцепления с дорогой передних колёс восстанавливается и обратная связь на руле.

Снос передней оси – одна из причин многих аварий. Перечислим причины возникновения сноса, которые связаны с ошибками водителя:

- слишком большая скорость или угол поворота передних колёс на входе в поворот;
- чрезмерно интенсивное торможение в повороте (в том числе – блокировка колёс).

Часто встречающаяся ошибка: водитель завысил скорость при входе в поворот и, опасаясь, что траектория не впишется в рамки поворота, повернул руль глубже в поворот и надавил на педаль тормоза. Слишком сильно повёрнутые передние колёса начинают скользить по дороге. После нажатия на педаль тормоза передние колёса блокируются. В конце концов, траектория становится прямолинейной, автомобиль вылетает из поворота или сталкивается с ограждением.

При входе в поворот на высокой скорости может возникнуть ощущение, что траекторию не удастся проложить в рамках поворота. Когда кажется, что мы не вписываемся в поворот – важно не терять самообладания. Ни в коем случае не нужно резко бить по тормозам и продолжать вращать руль в сторону поворота, так как эти действия только ухудшат ситуацию, возникнет снос передней оси. Необходимо отпустить педаль газа и начать плавно притормаживать в повороте. Рассмотрим примеры траекторий прохождения поворота.



1 – «идеальная» траектория спортивного стиля прохождения поворота, 2 – вход в поворот был на завышенной скорости, 3 – скорость на входе в поворот была настолько высока, что избежать выхода машины за рамки поворота не удалось.

Во время движения по траектории 2 скорость автомобиля постепенно снижалась при помощи мягкого торможения. Заметьте, радиус траектории 2 постепенно уменьшается, так как при плавном торможении постепенно уменьшается и скорость автомобиля. Еще видно, что при движении по траектории 2 автомобиль движется по внешнему краю дороги, в отличие от траектории 1. Если бы передние колёса начали скользить, траектория 2 выпрямилась бы и не вписалась в рамки поворота. Если при входе в поворот кажется, что изначальный радиус траектории слишком велик, это не означает, что её не удастся проложить в рамках поворота.

Какие могут быть методы борьбы со сносом передней оси, если он всё же возник?

1. Если снос вызван торможением, первым делом необходимо отпустить педаль тормоза. Это должно вернуть управление в наши руки.



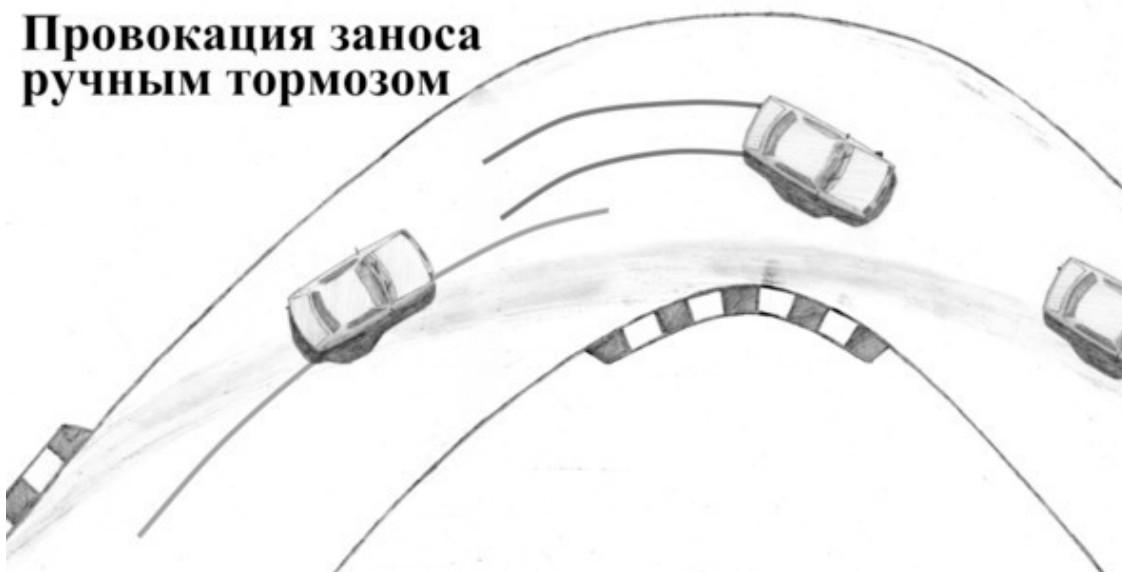
После восстановления сцепления колёс с дорогой нужно начать мягкое торможение, если необходимо снизить скорость.

2. Если руль повернут на слишком большой угол, следует его выпрямить, чтобы восстановить сцепление передних колёс с дорогой. Скорость движения автомобиля, сцепление покрышек с дорогой, угол поворота колёс – взаимосвязанные параметры. Нет никакого смысла поворачивать руль на слишком большой угол, если автомобиль не способен двигаться по траектории желаемого радиуса: вместо меньшего радиуса мы получим скольжение передних колёс и выпрямление траектории движения.

3. Занос – контролируемый процесс, в отличие от сноса. Поэтому побороть снос передней оси можно, если спровоцировать занос задней. Провоцируя занос задней оси, мы возвращаем контроль над автомобилем. Кроме того, во время бокового скольжения автомобиля будет падать скорость движения. Вызвать занос задней оси можно различными способами. Рассмотрим некоторые из них.

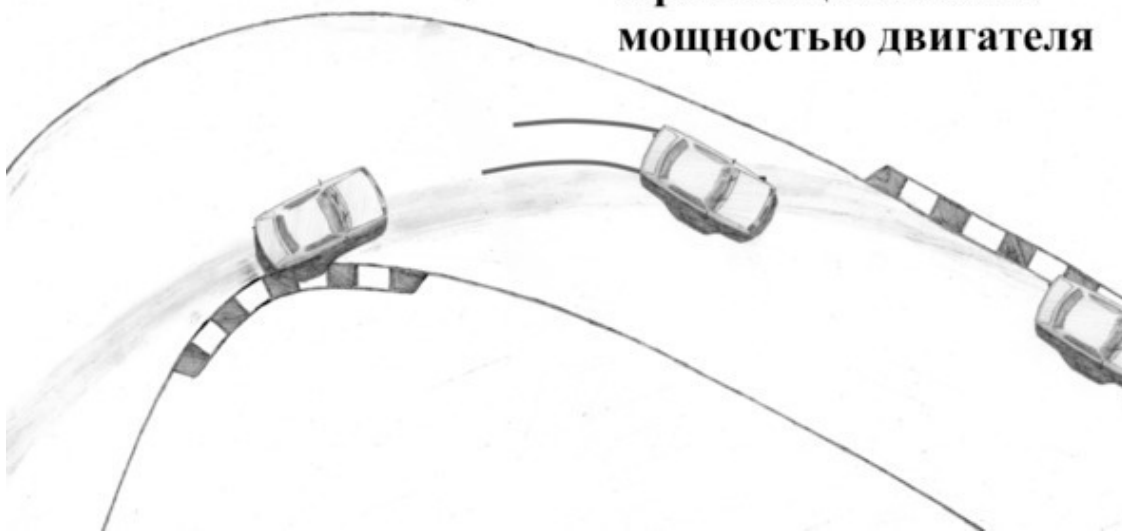
а) Занос задней оси можно спровоцировать при помощи ручного тормоза. После возникновения заноса нужно повернуть руль против направления заноса (против направления поворота), чтобы машину не развернуло. После того, как скорость движения упадёт, восстанавливаем траекторию.

Провокация заноса ручным тормозом



б) Возникающий на выходе из поворота небольшой снос передней оси можно погасить резким нажатием на педаль газа (приём только для заднеприводного автомобиля, нужен достаточно высокий крутящий момент двигателя).

Провокация заноса мощностью двигателя

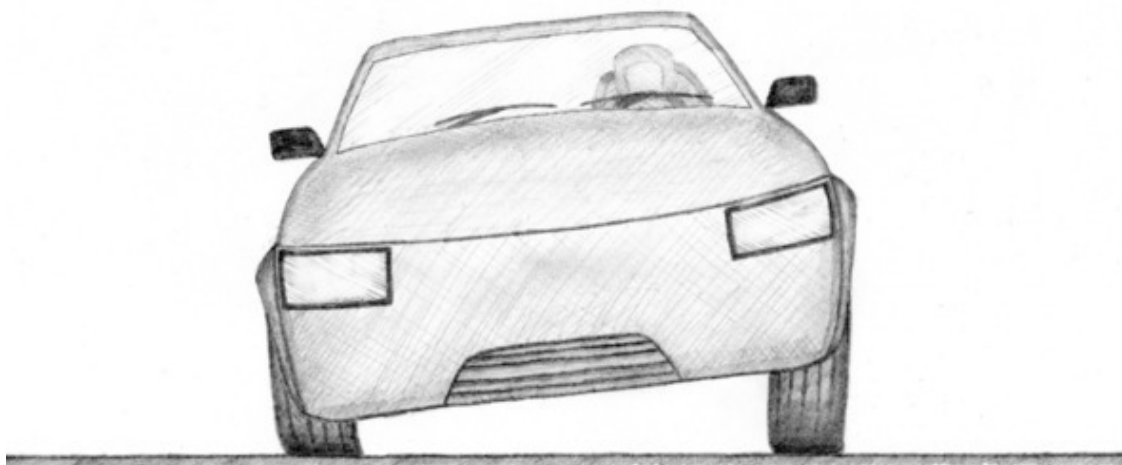


Чтобы ликвидировать снос передней оси на выходе из поворота, мы резко нажали на педаль газа. Когда начался занос задней оси, мы вынуждены были отпустить педаль газа и повернуть передние колёса влево, чтобы остановить увеличение заноса. После чего скорость движения снизилась.

в) Занос задней оси на заднеприводной машине можно вызвать следующим способом: выжимаем педаль сцепления, нажимаем педаль газа и набираем высокие обороты двигателя, после чего отпускаем педаль сцепления, не отпуская педали газа. После, если крутящего момента двигателя достаточно и он достаточно инертный, должна начаться пробуксовка задних колёс и занос задней оси. Такой приём можно использовать, если присутствует дефицит крутящего момента двигателя или времени для выполнения приёма б).

Рывковая тяга, созданная одним из способов б) -в), вызовет занос задней оси, немного ускорив машину. После возникновения заноса можно отпустить педаль газа и постараться стабилизировать машину, выиграв расстояние от края дороги. Нужно иметь в виду, что занос задней оси не менее опасен, чем снос передней. Поэтому применять все приёмы нужно обдуманно, после тренировок и тщательной подготовки.

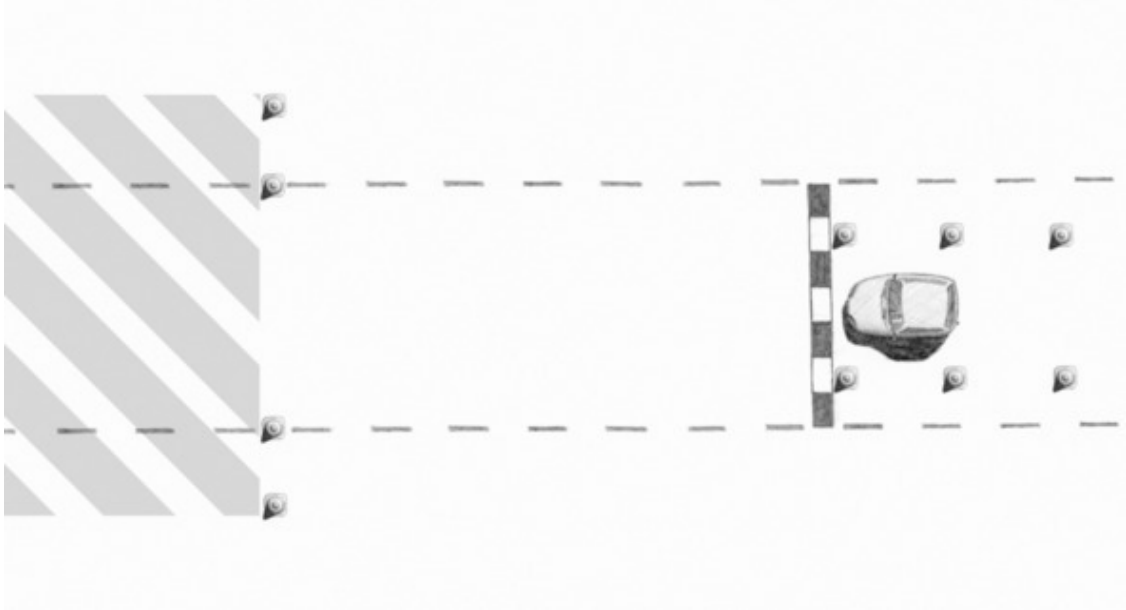
Во время прохождения поворотов возникает крен кузова и колёса с наружной стороны поворота загружаются массой автомобиля, а с внутренней – напротив, разгружаются.



В дальнейшем для краткости колёса, на которые увеличивается вертикальная нагрузка, мы будем называть загруженными (нагруженными), а колёса, вертикальная нагрузка на которые уменьшается – разгруженными. При загрузке колеса его сцепление с дорогой (сила трения) улучшается, при разгрузке – падает.

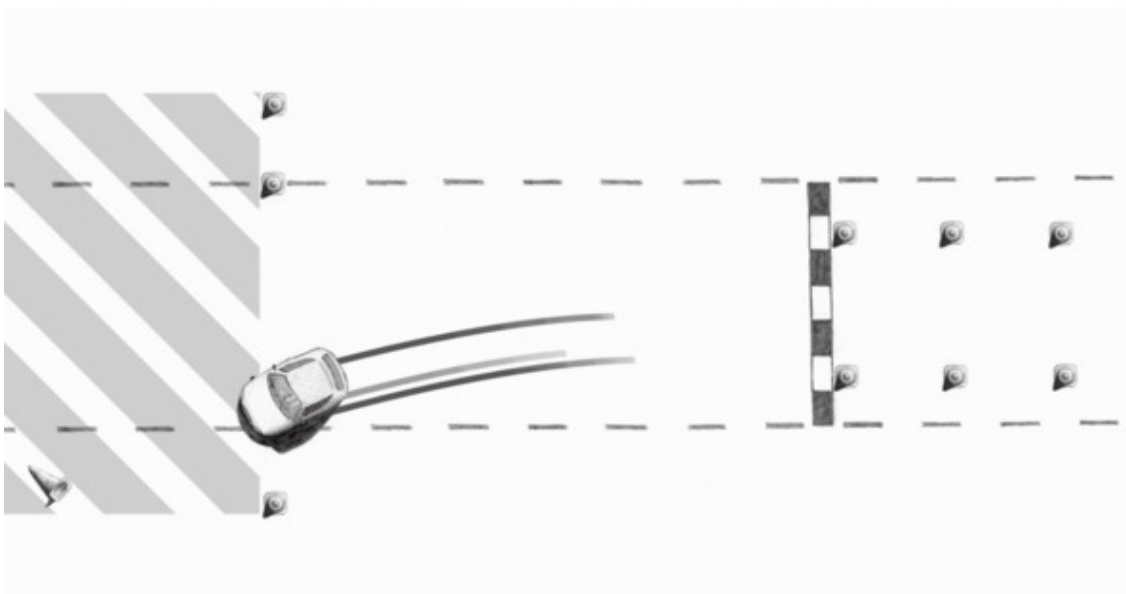
Важно отметить: чтобы вызвать занос задней оси за счёт крутящего момента двигателя, может понадобиться дифференциал повышенного трения. Для провокации заноса крутящий момент двигателя необходимо передать как на загруженное, так и на разгруженное колёса, с чем может справиться только дифференциал повышенного трения. Если мотор обладает невысоким крутящим моментом и дифференциал не имеет внутреннего трения, могут быть трудности с созданием заноса.

Рассмотрим проявление сноса передней оси на примере с экстренным маневрированием, это актуально для городских условий. Допустим, что во время движения на нашем пути возникло препятствие. Наша задача – объехать препятствие и остановиться без происшествий. Для имитации подобной ситуации будем использовать тест в виде специальной разметки и расставленных конусов на испытательном полигоне.



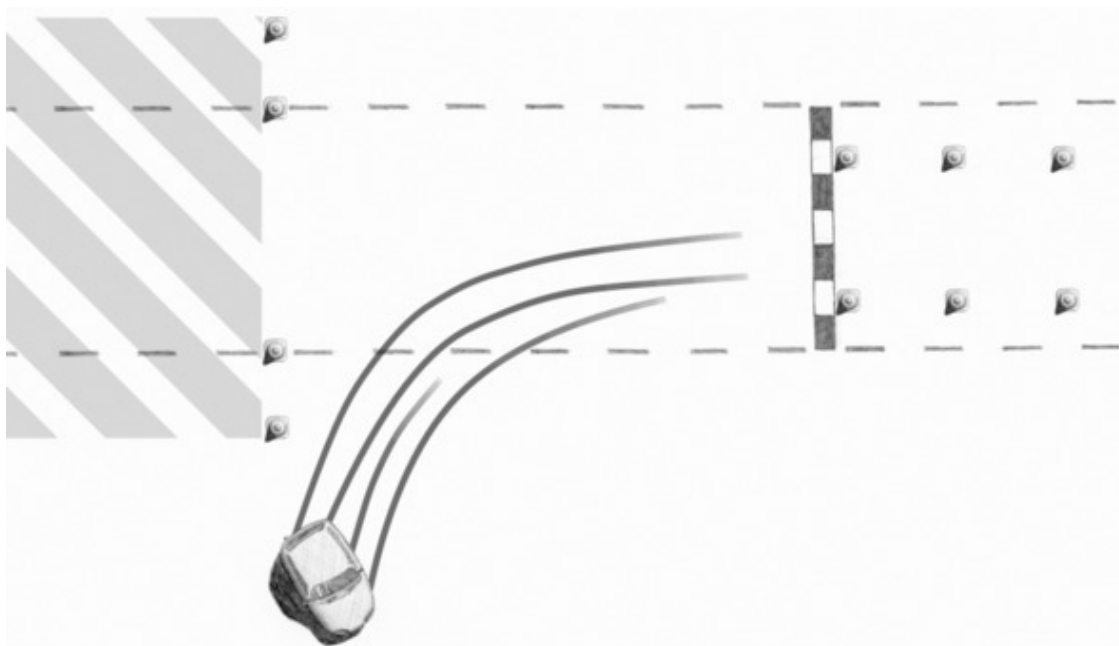
Вдоль полосы конусов будем разгонять автомобиль. После, как мы наберём фиксированную скорость (в данном случае будем набирать скорость 75 км/ч), будем двигаться строго прямолинейно вдоль полосы конусов до вертикальной разметки, не предпринимая никаких действий. Как только доедем до черты, наши руки станут развязанными, мы сможем выполнять какие-либо действия с органами управления. Заштрихованная зона – зона, где могут быть препятствия. Попадание в заштрихованную зону или разворот машины будут считаться провалом. Нам необходимо объехать сектор предполагаемого расположения препятствия и остановиться. Назовём этот тест «тестом на снос».

Итак, первый тест. Набираем 75 км/ч, после черты тормозим, пытаюсь объехать крайний левый конус.

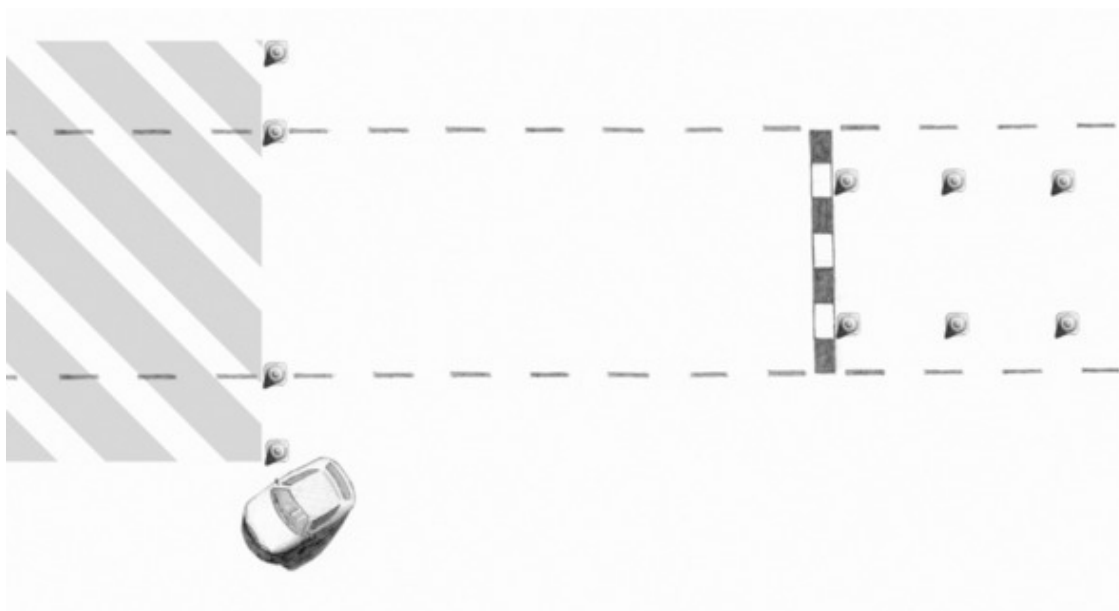


Нажатие тормоза до упора привело к возникновению сноса передней оси, автомобиль попал в заштрихованную зону. Если бы там стояло препятствие, произошло бы столкновение. Агрессивное торможение при маневрировании недопустимо. Теперь будем маневрировать без

торможения. Как и в предыдущем тесте, набираем скорость 75 км/ч и движемся строго по прямой, после разметки пытаемся выполнить манёвр.

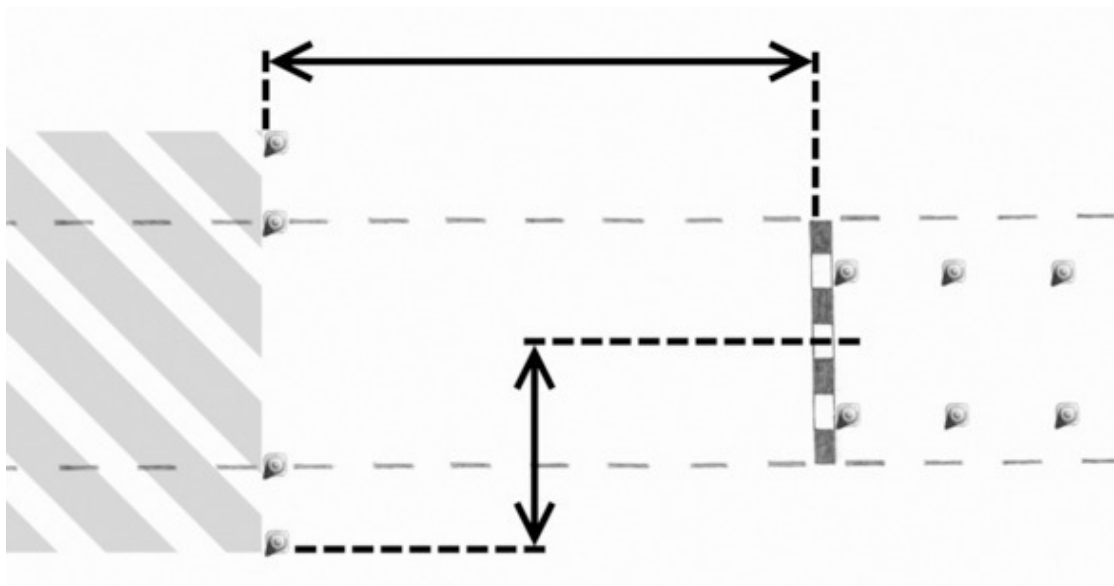


При достижении черты мы отпустили педаль газа и резко повернули руль влево. Автомобиль занесло и почти развернуло. Это объясняется тем, что наш автомобиль обладает избыточной поворачиваемостью. Возвращаемся на исходную позицию и повторяем тест. Теперь работаем рулём более точно и сдержанно.



Мы успешно объехали препятствие, отпустив педаль газа и работая только рулём. После объезда опасной зоны мы затормозили до остановки.

В данном тесте можно выделить геометрические параметры: расстояние от вертикальной разметки до заштрихованной зоны и её протяжённость от центра разгонной полосы.



Для заданных размеров есть максимальная скорость, с которой автомобиль может пройти этот тест. В данном случае получилась скорость 75 км/ч. При большей начальной скорости движения машина неизбежно попадает в заштрихованную зону.

Снос передней оси возникает, как правило, при управлении машинами, обладающими недостаточной поворачиваемостью. Для автомобилей с недостаточной поворачиваемостью скольжение передних колёс – довольно частое явление.

Упражнение 1. Спровоцируйте снос передней оси, заблокировав колёса сильным торможением, двигаясь по кольцу или проходя поворот. Отпустите педаль тормоза и восстановите контроль над машиной.

Упражнение 2. Повторите предыдущее упражнение, но теперь нажимайте педаль тормоза не до конца, немного слабее. Постепенно уменьшая усилие на педали тормоза, найдите оптимальное положение педали, когда сноса передней оси не происходит и сохраняется траектория, но автомобиль как можно быстрее снижает скорость.

Упражнение 3. Спровоцируйте снос передней оси слишком большим поворотом руля. Верните контроль над автомобилем, создав занос задней оси при помощи ручного тормоза.

Упражнение 4 (для заднего привода). Плавно ускоряйтесь на выходе из поворота, чтобы получить скольжение передних колёс. Подавите снос, спровоцировав занос задней оси за счёт мощности двигателя. Это может быть резкое нажатие на педаль газа или раскручивание мотора с последующим бросанием педали сцепления.

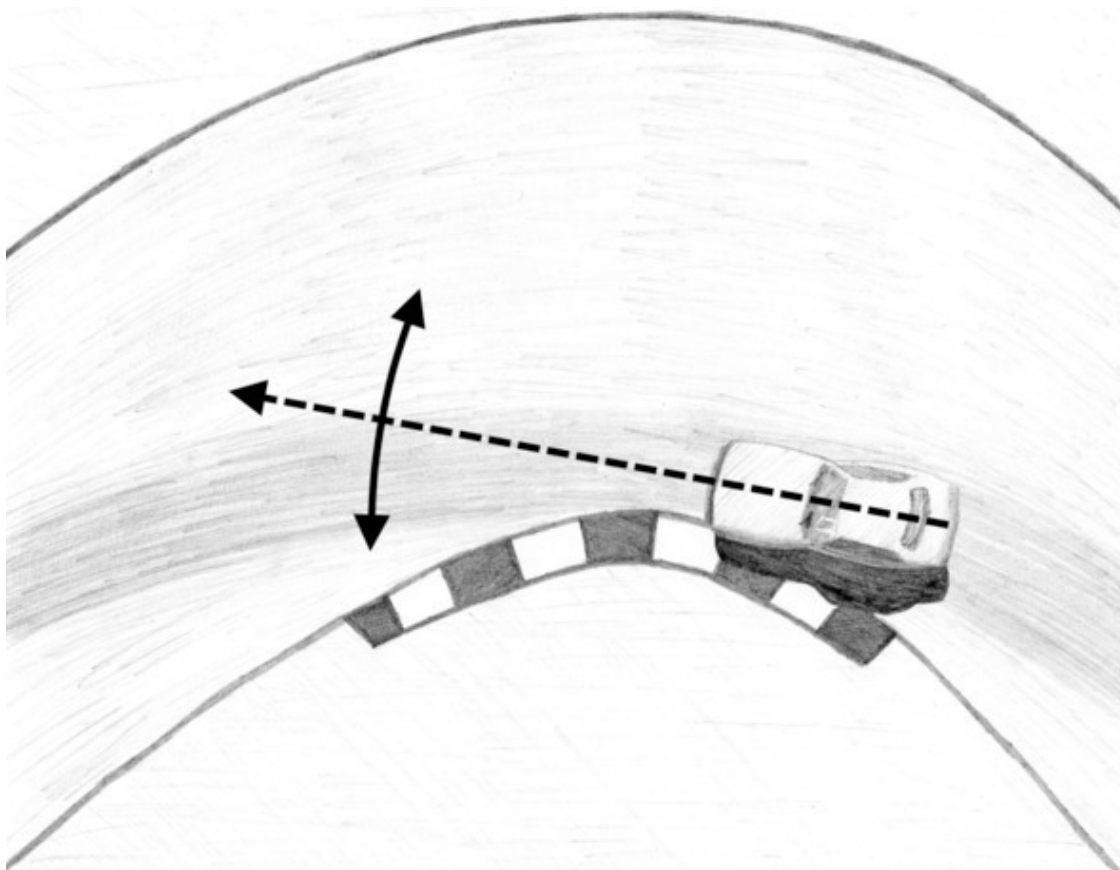
Упражнение 5. Расставьте конусы на полигоне, чтобы выполнить тест на снос, описанный в этой главе. Какова максимальная скорость, с которой автомобиль может пройти ваш тест?

Упражнение 6. Двигаясь с постоянной скоростью, поворотом руля найдите положение передних колёс, при котором радиус траектории минимален, но сноса передней оси не происходит.

Упражнение 7. Расставьте конусы на полигоне, имитирующие поворот. Сделайте большое расстояние за конусами, обеспечив безопасный вылет из поворота. Войдите в поворот на скорости, при которой происходит снос передней оси и вылет из поворота. При помощи ранее отработанных приёмов погасите скорость на входе в поворот, чтобы побороть снос передней оси.

Поворачиваемость

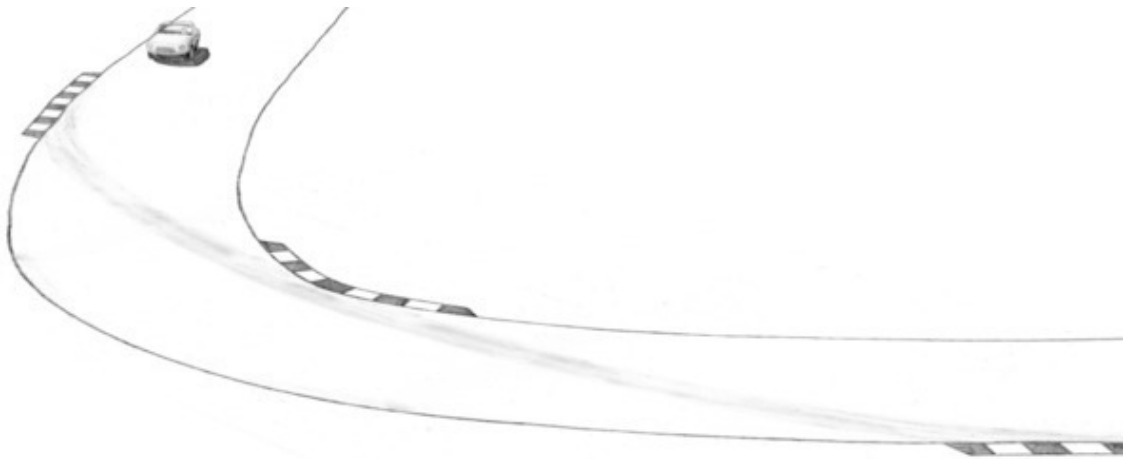
Поворачиваемость – одна из важнейших характеристик автомобиля. Поведение машины в большинстве случаев можно описать термином поворачиваемости. Поворачиваемость – это быстрота изменения продольного направления кузова при повороте руля во время движения. Поворачиваемость показывает, как будет вести себя автомобиль во время движения после поворота рулевого колеса.



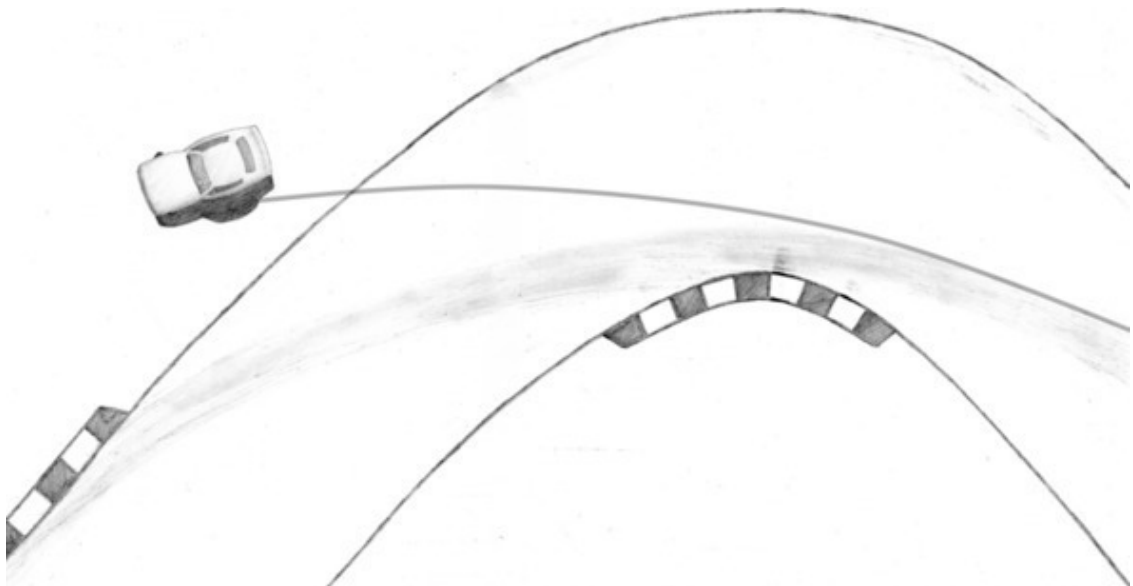
Поворачиваемость бывает недостаточная, нейтральная и избыточная. Поворачиваемость влияет на поведение автомобиля в повороте и, как следствие, технику прохождения поворота.

Проведём пару тестов. Будем использовать два автомобиля. Первый – это ретроавтомобиль, заднеприводный седан 1970 года выпуска. Как многие автомобили тех годов, он обладает тяговитым и тяжёлым мотором, который расположен спереди. Второй – современный переднеприводный хэтчбек 2011 года выпуска с более лёгким мотором, который тоже расположен под капотом перед передней осью. Впрыск топлива на моторе хэтчбека осуществляется форсунками, управляемыми электронным блоком управления двигателем. Крутящий момент этого мотора ниже и смещен в сторону более высоких оборотов (по сравнению с мотором седана), зато двигатель развивает больше мощности на высоких оборотах.

Тесты будем проводить на одиночном повороте. Будем входить в поворот с завышенной скоростью, при которой машина немного не «вписывается» в поворот.

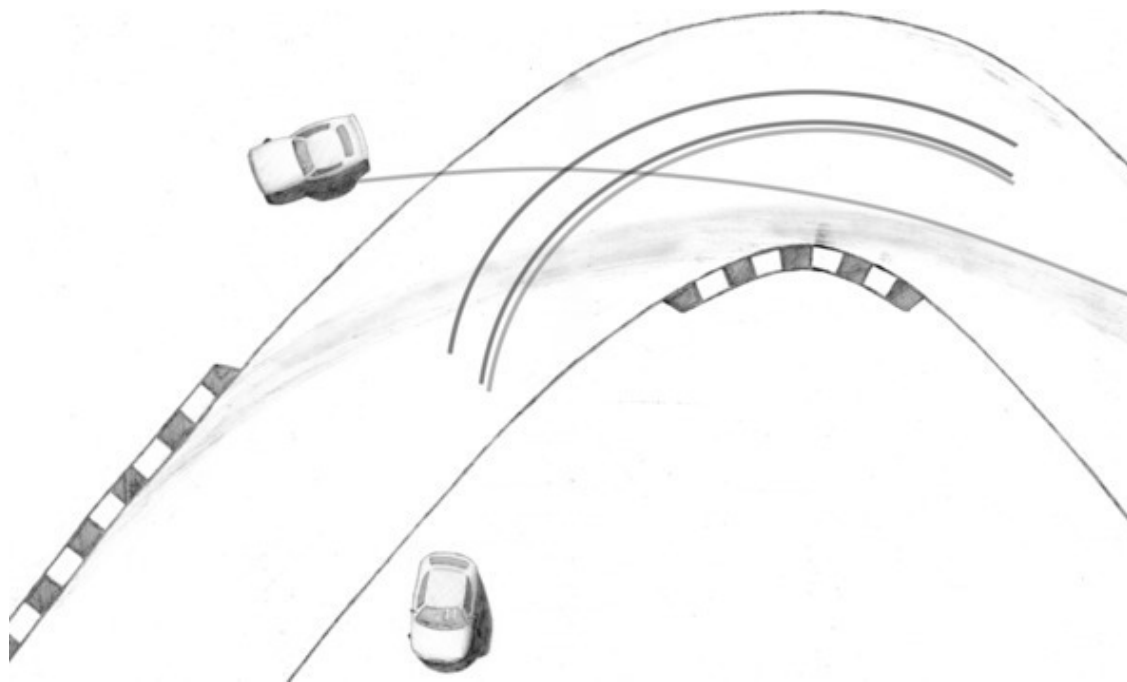


На входе в поворот отпустим педаль газа и нажмём педаль сцепления, после чего быстро вывернем руль до упора в сторону поворота и будем удерживать руль в вывернутом положении. Когда скорость опустится ниже 10 км/ч, нажмём тормоз и остановимся. Сначала тестируем ретравтомобиль.



После поворота руля машина не стала двигаться по траектории желаемого радиуса. Передние колёса начали скользить. Виден след шины, оставленный разгруженным в повороте передним колесом. В конечном счете, машина вылетела из поворота. Когда траектория движения спрямляется, возникает снос передней оси и машина не может двигаться по траектории желаемого радиуса, говорят, что автомобиль проявляет недостаточную поворачиваемость. Машина с недостаточной поворачиваемостью при маневрировании склонна к сносу передней оси. При управлении машиной с недостаточной поворачиваемостью кузов неохотно поворачивается вслед за поворотом руля.

Теперь садимся в хэтчбек и повторим тот же эксперимент.

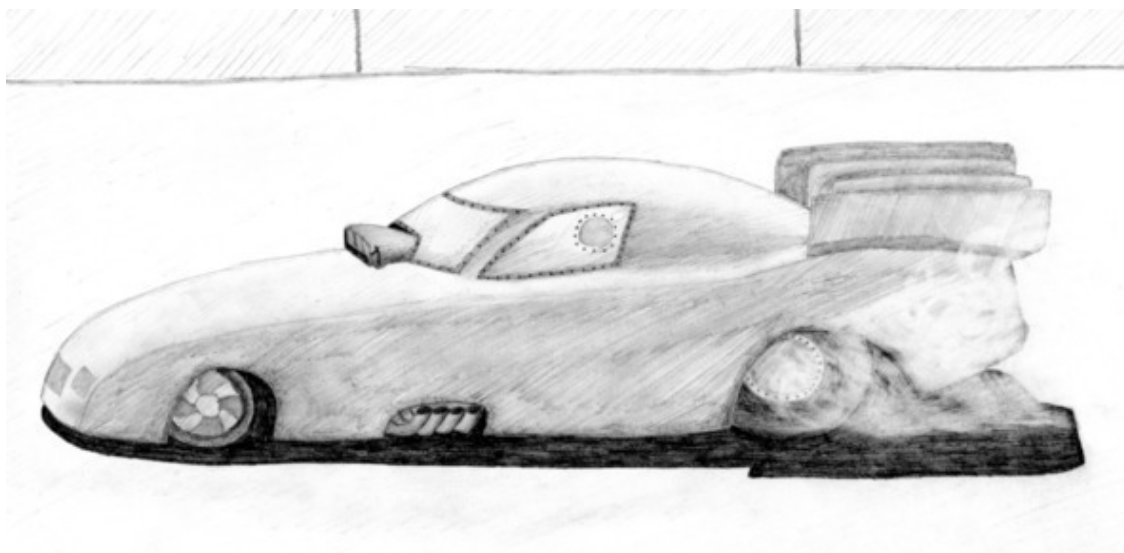


Мы получили траекторию меньшего радиуса. Если сравнить конечные положения кузовов, то кузов седана повернулся на угол меньше, чем кузов хэтчбека.

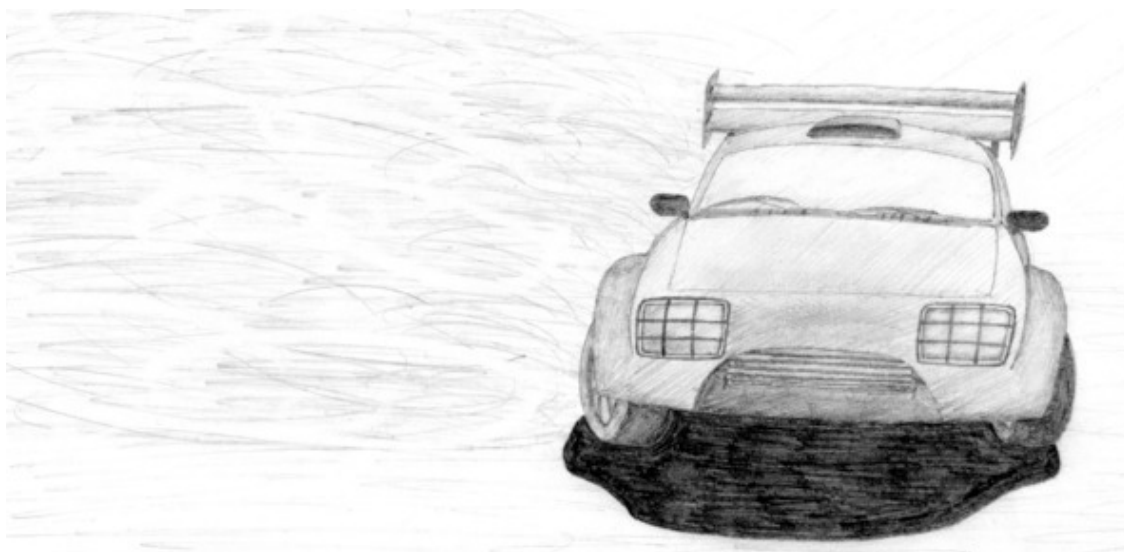
У современной машины, помимо сноса передней оси, начался занос задней, после чего машина потеряла скорость в заносе и ушла внутрь поворота. Это означает, что поворачиваемость автомобиля – избыточная. Избыточная поворачиваемость сопровождается заносом задней оси. При повороте руля кузов машины с избыточной поворачиваемостью начинает быстро поворачиваться в сторону поворота, и возникает занос задней оси.

Сравним характеристики автомобилей. У ретроседана передняя колея меньше, чем задняя. У хэтчбека наоборот. У седана мотор спереди, как и у хэтчбека, но база длиннее, значит центр масс от задней оси дальше. У автомобилей разные типы кузова – седан и хэтчбек. Таким образом, на поворачиваемость влияют ширины передней и задней колеи, масса и её размещение. Рассмотрим примеры.

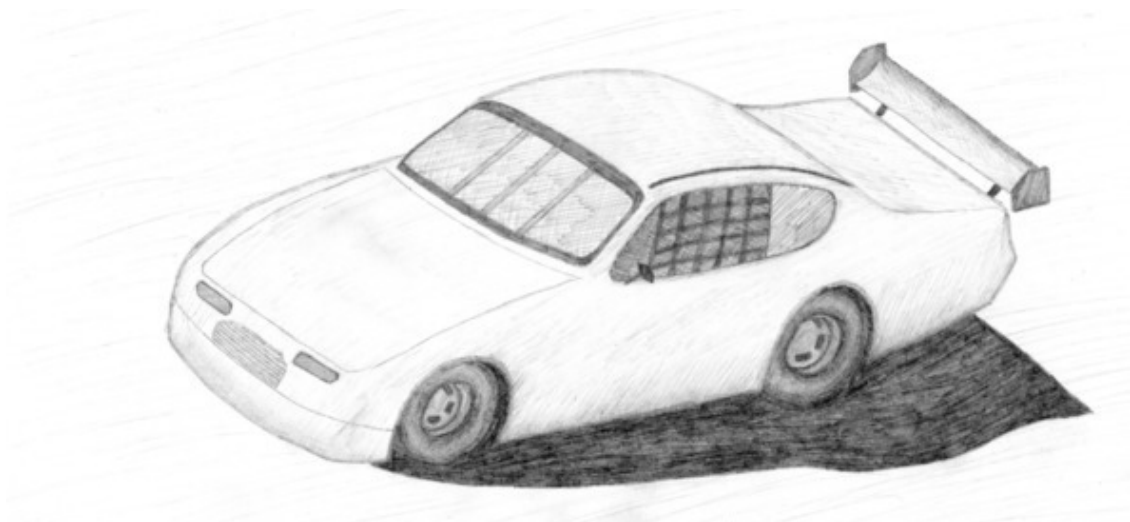
У гоночных автомобилей, подготовленных для дрифта, передняя колея более узкая, чем задняя, тяжелый мотор – спереди, на большом расстоянии от задней оси. Всё это создаёт желаемую очень низкую поворачиваемость. Кроме того, на передней оси этих монстров – очень лёгкие колёса с малым диаметром по сравнению с задними. Огромная колёсная база позволяет точно корректировать траекторию.



В ралли популярны хэтчбеки с передним и полным приводом. Передняя колея обычно шире задней. Поворачиваемость раллийных машин с такими типами привода зачастую избыточная.



Болиды, подготовленные для овальных гонок – переднемоторные седаны с большой колёсной базой и более узкой, чем задняя, передней колеёй. Их поворачиваемость – недостаточная.



В кольцевых гонках используются машины с разной поворачиваемостью, в зависимости от типа трассы, стиля вождения и предпочтений пилота. Начинающие пилоты, участвующие в кольцевых гонках, обычно предпочитают стабильное и прогнозируемое поведение автомобиля и склонны выбирать недостаточную поворачиваемость. Избыточная поворачиваемость позволяет быстрее входить в повороты, но для управления машиной с избыточной поворачиваемостью требуются навыки вождения пилота и специальные настройки машины.

Подведём итоги наших тестов и рассуждений.

- на автомобиле с недостаточной поворачиваемостью легче вылететь из поворота;
- у хэтчбеков поворачиваемость выше, чем у седанов;
- чем дальше мотор отстоит от задней оси, тем ниже поворачиваемость;
- низкая поворачиваемость в приоритете для дрифта и скоростных гонок, например для овальных;
- большая поворачиваемость хорошо подходит для нескоростных трасс со множеством поворотов.

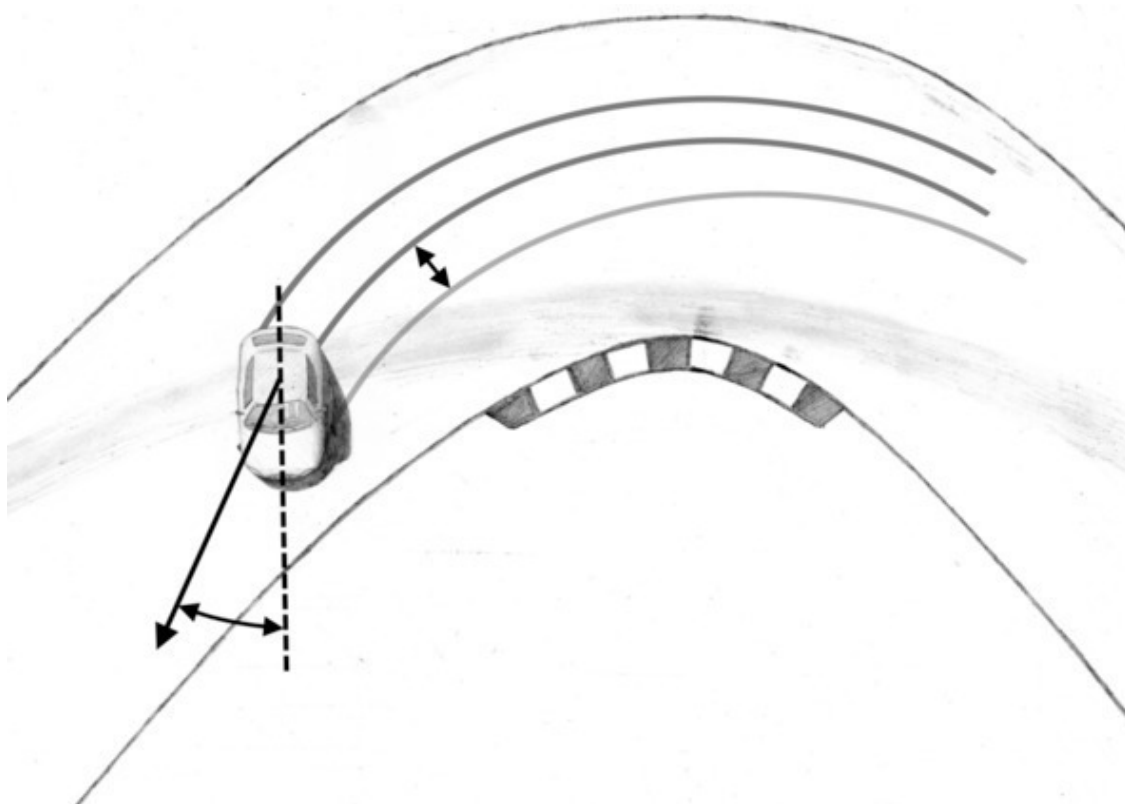
Настройки, которые приводят к уменьшению поворачиваемости:

- сужение передней колеи и расширение задней колеи;
- увеличение переднего клиренса и уменьшение заднего клиренса;
- увеличение жёсткости пружин передней подвески и уменьшение жёсткости пружин задней подвески;
- увеличение сопротивлений сжатию и отбою передних амортизаторов и уменьшение сопротивлений сжатию и отбою задних амортизаторов;
- увеличение жёсткости переднего стабилизатора поперечной устойчивости и уменьшение жёсткости заднего стабилизатора поперечной устойчивости;
- использование более жестких передних шин и более мягких задних шин;
- увеличение давления в передних шинах и уменьшение давления в задних шинах;
- увеличение развала передних колёс и уменьшение развала задних колёс;
- увеличение схождения передних и задних колёс;
- увеличение аэродинамической прижимной силы задней части машины и уменьшение аэродинамической прижимной силы передней части машины;
- увеличение бокового аэродинамического сопротивления задней части автомобиля и уменьшение бокового аэродинамического сопротивления передней части автомобиля;
- смещение центра массы к передней оси (отдаление центра массы от задней оси);
- уменьшение момента инерции (массы или диаметра) передних колёс и увеличение момента инерции задних колёс.

Противоположные действия приводят к увеличению поворачиваемости.

Влияние аэродинамических элементов на поведение машины сильно зависит от скорости движения. На низких скоростях движения влияние аэродинамики на поведение машины ничтожно мало. Но чем выше скорость, воздушный поток выше, влияние аэродинамики становится существенным.

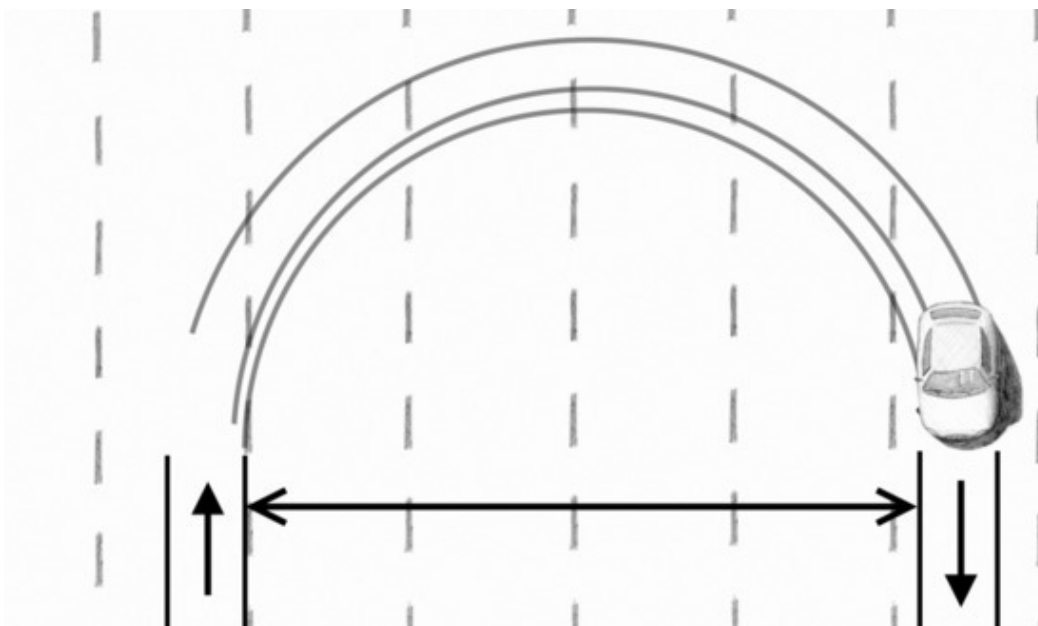
На практике, как правило, сложно говорить о нейтральной поворачиваемости – этот термин существует в теории и математике. Проведя тесты, можно только сказать, какая поворачиваемость свойственна автомобилю – недостаточная или избыточная и как ярко выражена избыточная поворачиваемость. Точно сказать, какой поворачиваемостью обладает автомобиль, могут только теоретические расчёты (речь идёт о так называемом коэффициенте поворачиваемости), в которых учитывается большое количество величин. Избыток поворачиваемости можно качественно оценить по углу заноса или по расстоянию между следами от разгруженных в повороте колёс передней и задней осей.



Кроме угла заноса, поворачиваемость можно оценить, пройдя следующий тест.

Тест поворачиваемости. Наберите определённую скорость, нажмите педаль сцепления и быстро поверните руль на фиксированный угол. После того, как машина развернётся на 180 градусов, определите расстояние между начальным и конечным положениями машины.

Проведём этот тест на хэтчбеке и померяем расстояние между начальной и конечной траекториями.



В итоге получилось расстояние чуть больше четырёх полос. Чем большее расстояние получится в тесте, следовательно, тем ниже поворачиваемость. После изменения настроек машины (например, жёсткость пружин, стабилизаторов поперечной устойчивости) можно повторить тест и сравнить результаты. Начальная скорость и угол поворота передних колёс должны быть одинаковыми. Поворачиваемость, которую мы определяли способами, описанными в этой главе, так и будем называть поворачиваемостью или поворачиваемостью при движении накатом.

В тестах мы выворачивали руль до упора (угол поворота колёс около 40 градусов), скользили передние колёса. Если поворачивать передние колёса на меньший фиксированный угол (10—15 градусов), угол заноса (поворачиваемость) получится выше, поскольку нагрузка на передние шины будет меньше.

При помощи органов управления можно увеличить или уменьшить поворачиваемость. Например, если сильно нажать на педаль газа на заднеприводном автомобиле во время движения в повороте, то заднюю ось может с лёгкостью занести. То есть нажатие педали газа на заднеприводном автомобиле не только приводит к ускорению, но и увеличивает поворачиваемость. На переднеприводной машине, наоборот, нажатие на педаль газа заставляет автомобиль выпрямить траекторию – это эффект уменьшения поворачиваемости. Избыточную поворачиваемость можно создать при помощи ручного тормоза: часто можно видеть, как пилоты в раллийных гонках входят в шпильки с заносом задней оси, заблокировав задние колёса.

Созданная при помощи органов управления поворачиваемость будет «прибавляться» к поворачиваемости автомобиля. Скажем, если автомобиль обладает очень низкой поворачиваемостью, отправить его в занос за счёт тяги на задней оси будет сложнее, чем автомобиль с избыточной поворачиваемостью.

Упражнение. Попробуйте определить поворачиваемость вашего автомобиля. Для этой цели можно расставить конусы на полигоне, имитирующие поворот и провести тест. Не забывайте о безопасности: машина может проявить очень низкую поворачиваемость, либо её может занести и развернуть, поэтому места на полигоне должно быть достаточно.

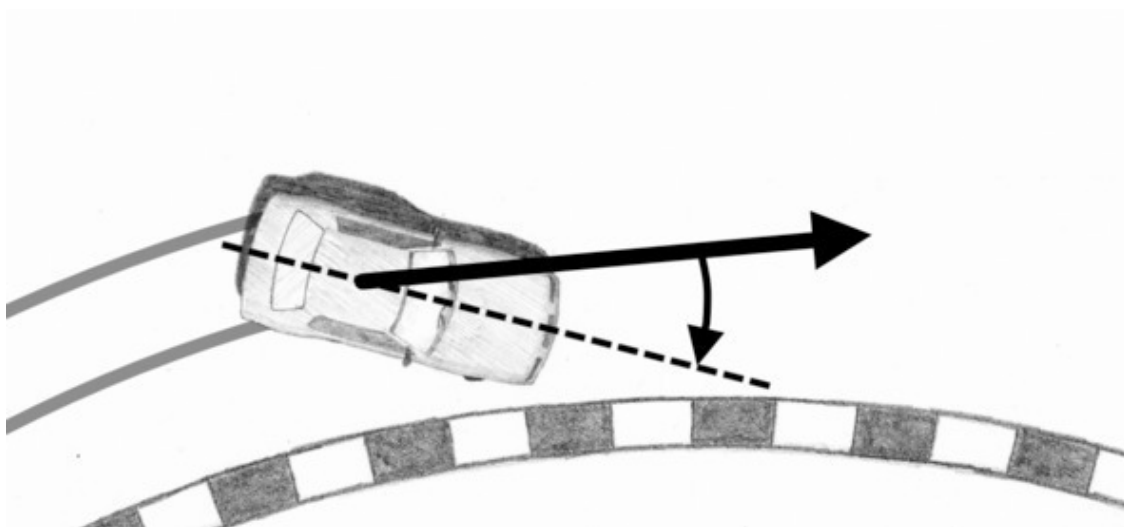
Будьте осторожны! Неправильный «тюнинг» автомобиля (это могут быть параметры подвески, колея, дорожный просвет) может сделать ваш автомобиль небезопасным. Заводы-изготовители проектируют легковые машины так, чтобы они были устойчивыми и не перево-

рачивались при резком маневрировании. При возникновении риска опрокидывания в повороте необходимо повернуть руль против направления поворота, чтобы вернуть автомобиль на четыре колеса.

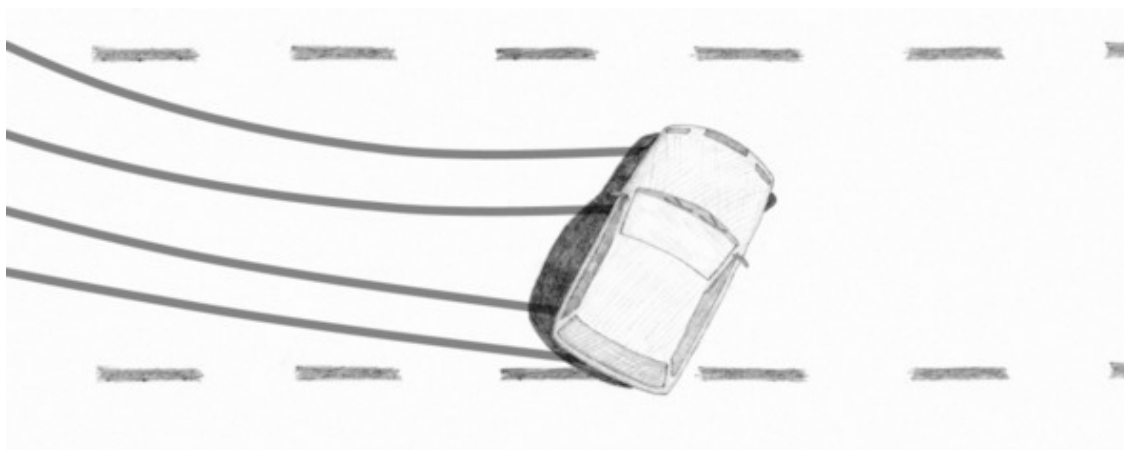
Стоит отметить, что электронные системы управления приводом, электронное управление распределением крутящего момента на колёсах, динамические электронные системы стабилизации движения могут исказить воспринимаемую поворачиваемость автомобиля.

Занос: причины возникновения и методы борьбы

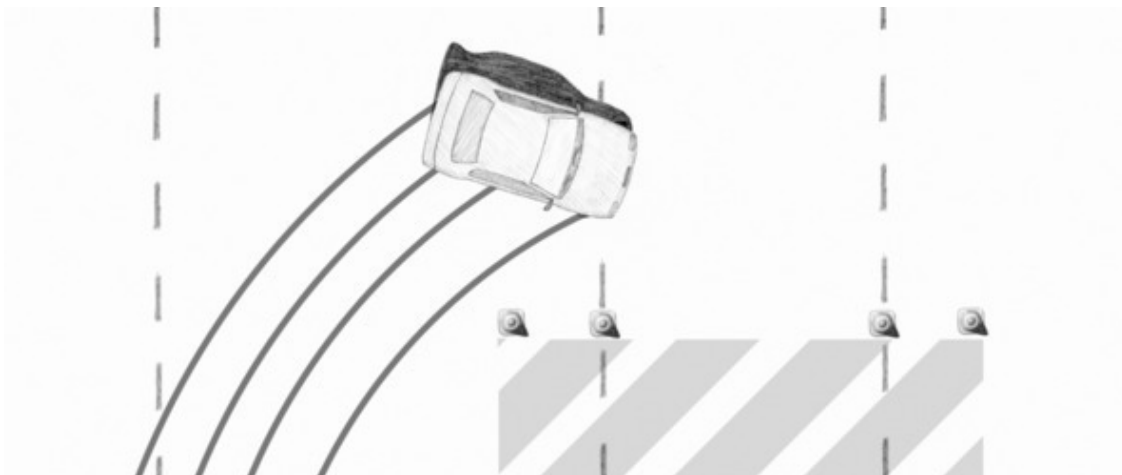
При сносе передней оси мы теряем управление. В отличие от сноса, занос – это управляемое скольжение автомобиля. В скольжении может оказаться одна ось или обе оси. На склонность к заносу и поведение машины в заносе влияют такие параметры, как тип привода, поворачиваемость, тип дифференциала. Во время заноса задняя ось стремится обойти переднюю. Для определённости, если продольное направление кузова отклоняется вправо относительно направления движения, будем говорить, что машину заносит вправо (направление заноса – вправо), а угол между направлением движения и продольным направлением кузова будем называть углом заноса.



Этот заднеприводный автомобиль подготовлен специально для дрифта. На нём установлены дифференциал повышенного трения, мотор с высоким крутящим моментом, выставлен отрицательный развал колёс и увеличен выворот передних колёс. На переднеприводном автомобиле без труда можно выйти из любого угла заноса, если крутящего момента двигателя достаточно, чтобы поддерживать пробуксовку передних колёс. Например, на этой машине мы несколько раз подряд вошли в занос и вышли из него.

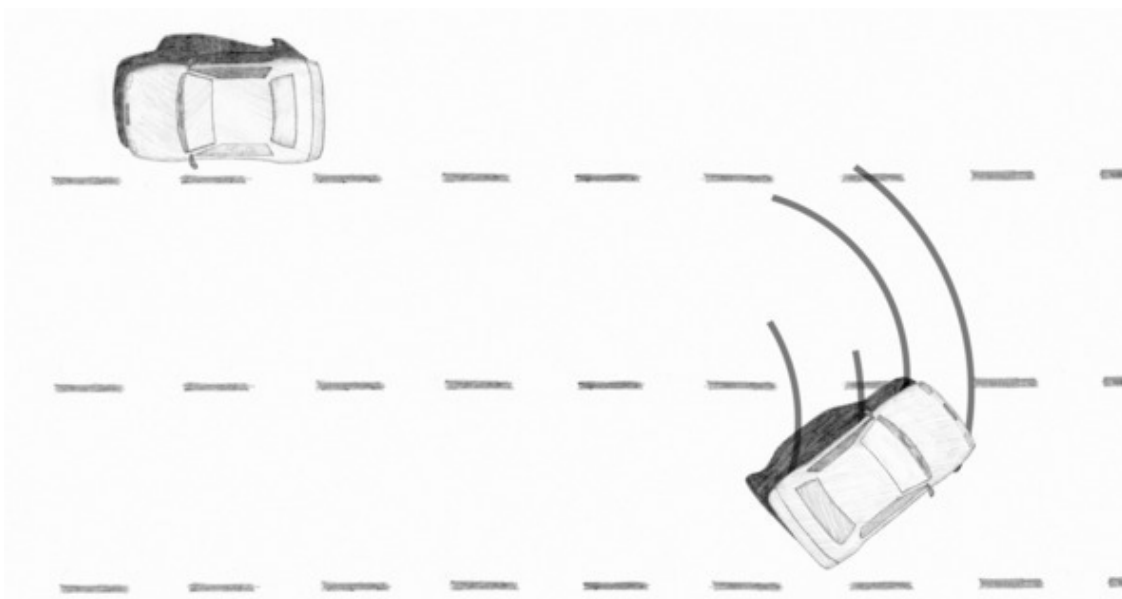


Поведение в заносе полноприводной машины зависит от распределения крутящего момента по осям. Если основная часть крутящего момента приходится на переднюю ось, поведение автомобиля будет близко к поведению переднеприводной машины. Этот полноприводный автомобиль, по ощущениям, похож на переднеприводный: при нажатии на педаль газа машина стремится выйти из заноса.



Но, в отличие от переднего привода, на полноприводной машине можно стабильно поддерживать занос за счёт части крутящего момента двигателя, передаваемой на заднюю ось. Кроме этого, на полноприводном автомобиле занос поддерживать проще, чем на заднеприводном (при соответствующем соотношении крутящих моментов, передаваемых двигателем на переднюю и заднюю оси), так как тяга на передней оси не даст машине развернуться.

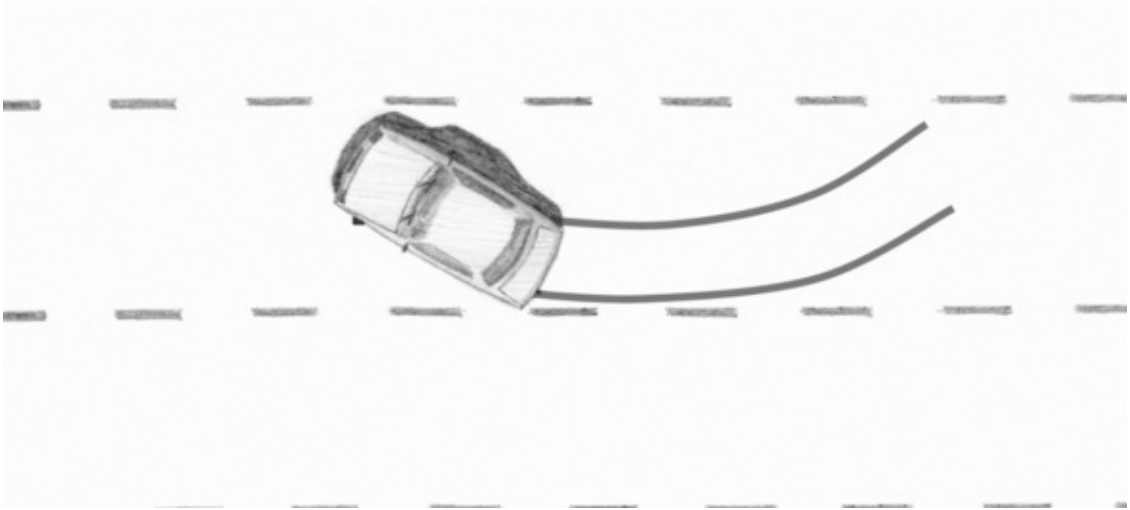
Стоит отметить, что при движении задним ходом при повороте руля может возникнуть занос передней оси. Мы разогнались задним ходом и быстро вывернули руль, после чего автомобиль развернуло почти на 180 градусов.



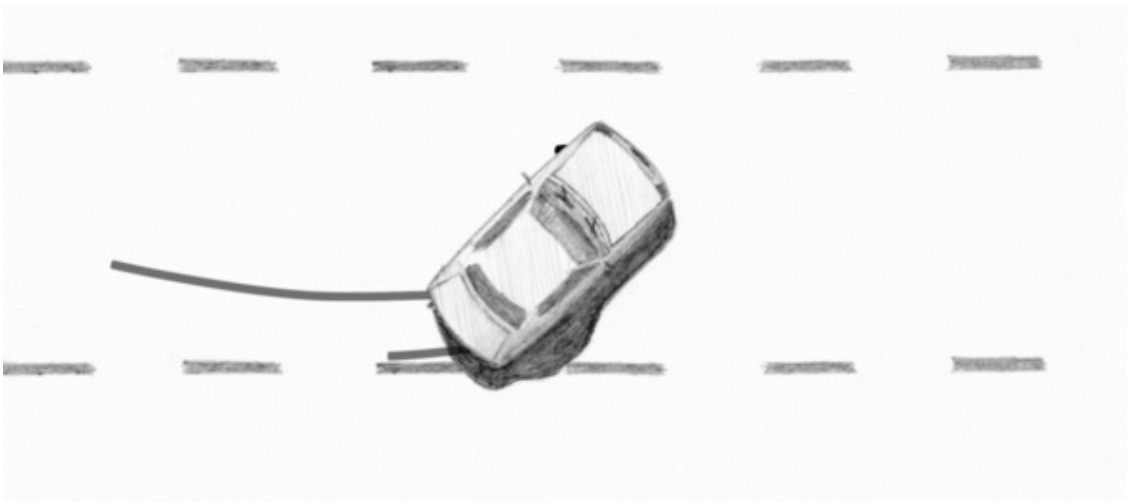
Неумение управлять машиной в заносе зачастую приводит к авариям. Заднеприводным автомобилем с обычным дифференциалом (нулевое или низкое трение) довольно сложно управлять в заносе. Возьмём для тестов заднеприводный автомобиль с дифференциалом нуле-

вого трения (заводской) на задней оси. Разберемся, какие могут быть причины возникновения и способы провокации заноса задней оси.

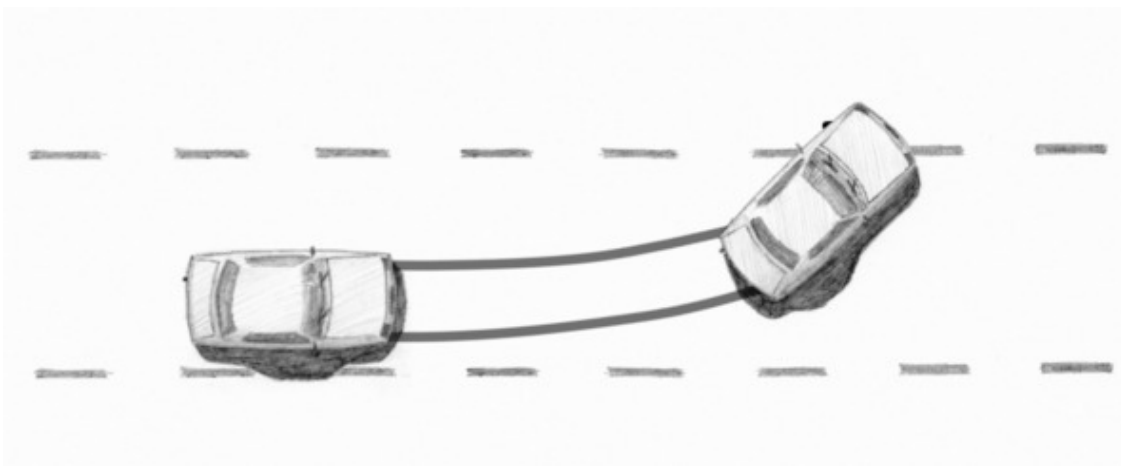
1. *Торможение ручным тормозом.* Самая простая и понятная причина.



2. *Агрессивное дросселирование на заднеприводной машине.* Обратите внимание – со стандартным дифференциалом первым начинает буксовать колесо с внутренней стороны поворота (разгруженное колесо).

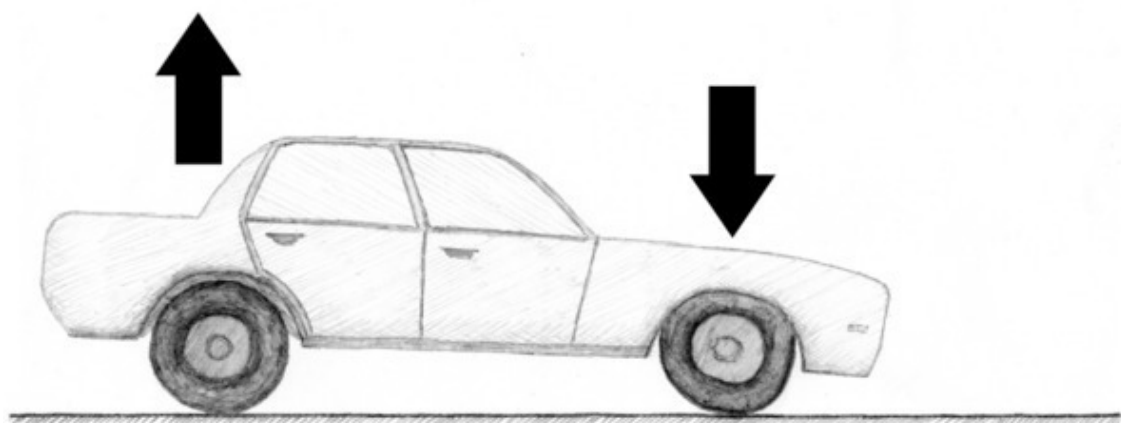


3. *Раскрутка мотора и бросание сцепления на заднеприводном автомобиле.* Если выжать сцепление, набрать обороты двигателя и, не отпуская педали газа, бросить сцепление, начнется пробуксовка задних колёс.



Мы набрали обороты двигателя и бросили педаль сцепления. Оба задних колеса начали буксовать, начался занос задней оси.

4. *Торможение двигателем на заднеприводном автомобиле.* При отпуске педали газа, во-первых, передняя ось загружается, задняя – разгружается.

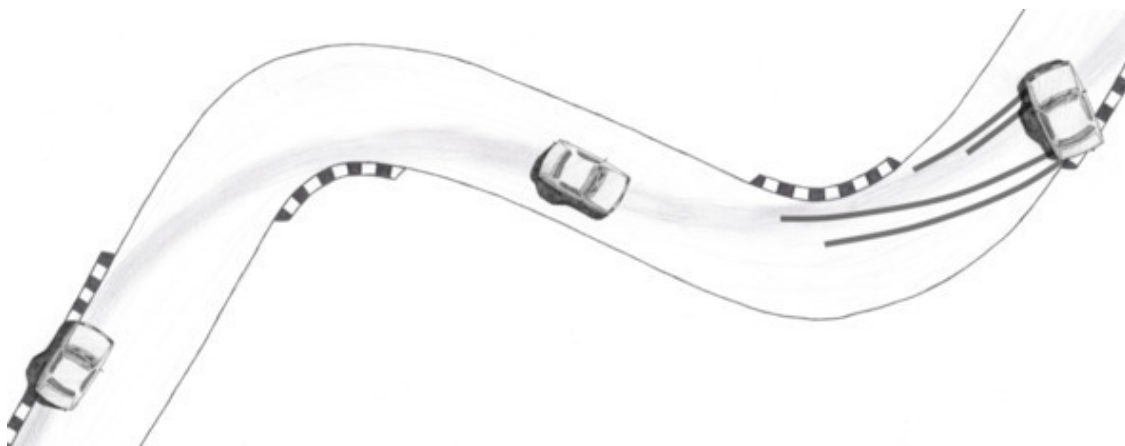


Из-за этого сцепление передних шин с дорогой увеличивается, задних — уменьшается. Во-вторых, на задних колесах появляется тормозное усилие, вызванное торможением двигателем. Эти факты приводят к увеличению поворачиваемости и могут стать причиной заноса при маневрировании на заднеприводном автомобиле, особенно – на автомобиле с избыточной поворачиваемостью. Притормаживание вкуче с торможением двигателем может дать тот же эффект. Кроме того, неровности дороги на короткое время разгружают заднюю ось, что в сочетании с торможением двигателем повышает риск заноса на заднем приводе.

5. *Понижение передачи без перегазовки на заднеприводном автомобиле с механической коробкой передач.* После понижения передачи и отпущения педали сцепления двигатель вынужден набрать обороты за короткий промежуток времени, о чём может свидетельствовать скачок стрелки тахометра. На заднем приводе это равноценно действию ручного тормоза.

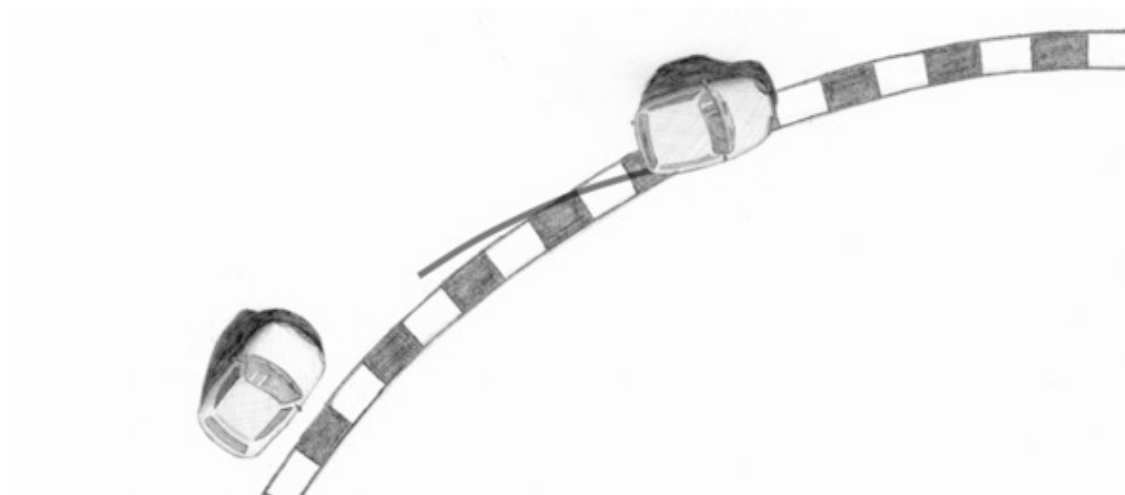
6. *Торможение при сильном смещении баланса тормоза на заднюю ось.* Когда баланс тормозной системы смещён на заднюю ось, во время торможения поворачиваемость может увеличиваться. Может случиться, что первыми начнут тормозить задние колеса.

7. *Раскачивание центра массы.* Раскачивание может стать причиной заноса при прохождении S-образного поворота.



При изменении направления движения энергия, запасённая в сжатой подвеске, высвобождается и толкает машину в противоположную сторону, что может привести к возникновению заноса.

8. *Одновременное нажатие педалей газа и тормоза на переднеприводной машине.* Двигаясь по кольцу на переднеприводной машине, одновременно нажмём педали газа и тормоза.



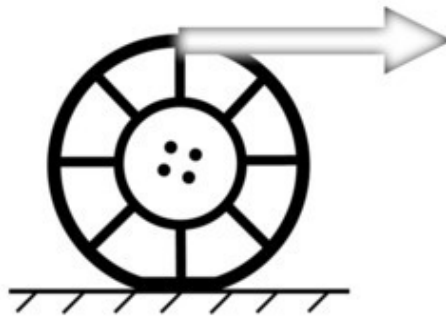
Возник занос задней оси, машина устремилась внутрь кольца. То есть нажатые педали газа и тормоза на переднеприводной машине создают избыточную поворачиваемость. Поскольку при торможении мы нажимаем на педаль газа, на передней оси будет присутствовать тяга от двигателя. Задняя ось будет тормозить интенсивнее передней, не исключена блокировка задних колёс. Торможение задними колёсами создаёт избыточную поворачиваемость, что аналогично торможению ручным тормозом. Для описания работы передней оси учтём несколько факторов:

- из-за крена в повороте левые колёса загрузились массой автомобиля, а правые – разгрузились;
- на передние колёса воздействует тяга двигателя и тормозное усилие;
- крутящий момент двигателя разделяется между передними колёсами дифференциалом.

На передней оси автомобиля установлен дифференциал нулевого трения, который на каждое колесо передаёт половину крутящего момента двигателя. Для объяснения результа-

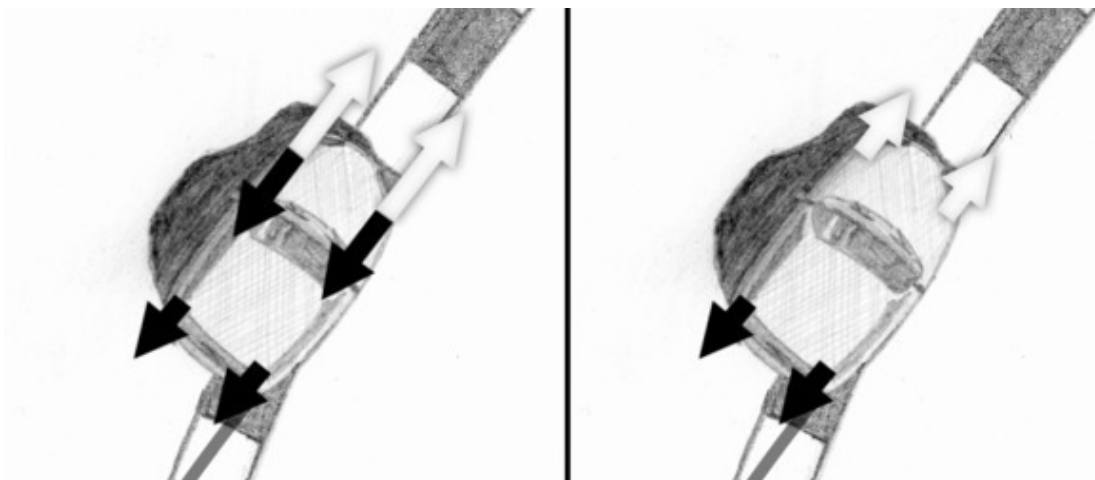
тов теста будем считать, что крутящего момента двигателя достаточно, чтобы сохранить тягу на передних колёсах при нажатии педали тормоза до упора.

Для наглядности иллюстраций введём понятие эквивалентной силы. Эквивалентная сила – это сила, которую нужно приложить к верхней точке колеса, чтобы получить крутящий момент на колесе (это может быть крутящий момент двигателя или крутящий момент, созданный тормозной системой).



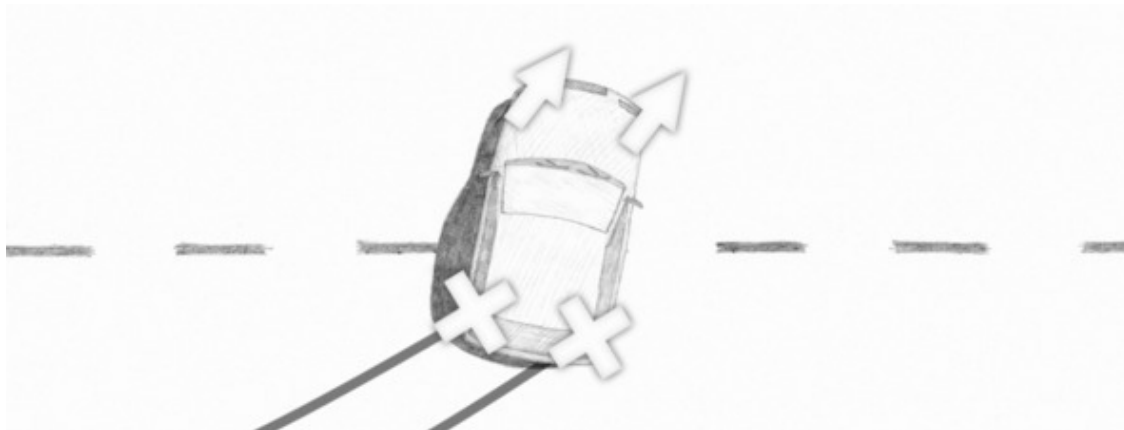
На рисунке изображена сила, которая прикладывается к верхней точке колеса и заставляет колесо вращаться быстрее по часовой стрелке.

Изобразим на рисунке эквивалентные силы, которые возникли во время одновременного нажатия педалей газа и тормоза при выполнении предыдущего теста.



На левом рисунке чёрными стрелками обозначены эквивалентные силы, созданные тормозной системой, белыми стрелками – равные эквивалентные силы, соответствующие крутящему моменту, который вырабатывается двигателем и разделяется между колёсами дифференциалом. На правом рисунке на каждом переднем колесе изображена результирующая эквивалентная сила, которая соответствует результирующему крутящему моменту (разность крутящего момента двигателя и крутящего момента тормозной системы). Педаль тормоза мы нажимали не до конца, тормозного усилия на заднем нагруженном колесе не хватило, чтобы заблокировать его.

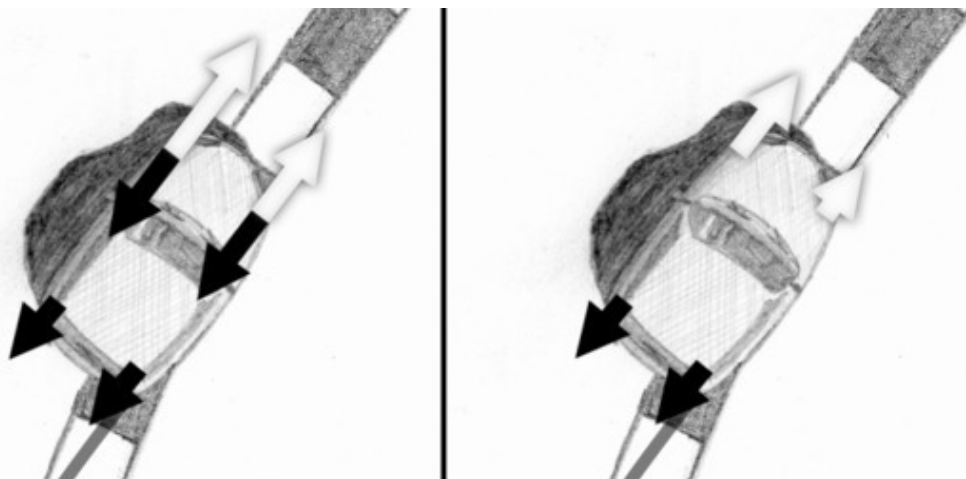
Если тормозное усилие достаточно высокое, задние колёса могут заблокироваться. Изобразим случай, когда задние колёса оказались заблокированными. Заблокированные колёса отметим крестиками.



Направление эквивалентных сил соответствует направлению движения передних колёс. Переднее разгруженное колесо имеет более плохое сцепление с дорогой, чем загруженное, есть шанс начала его пробуксовки. Если начнётся пробуксовка разгруженного колеса, основная часть мощности двигателя будет передаваться на него.

Хотя нажатые педали газа и тормоза создают на переднеприводной машине избыточную поворачиваемость, она может уменьшиться крутящим моментом двигателя. Если задние колёса окажутся заблокированными, но двигатель обладает достаточно высоким крутящим моментом, автомобиль не развернётся в заносе за счёт высокой тяги на передних колёсах. В то же время, если тормозное усилие на передних колёсах полностью компенсируется тягой двигателя, должна получиться максимальная поворачиваемость.

Повышенное трение дифференциала позволит передать больше крутящего момента на загруженное переднее колесо и, тем самым, эффективнее реализовать мощность двигателя. Изобразим эквивалентные силы, когда на передней оси установлен дифференциал повышенного трения.



На левом рисунке изображены эквивалентные силы, созданные торможением (чёрные стрелки) и крутящим моментом двигателя (белые стрелки). На правом рисунке изображены результирующие эквивалентные силы на передних колёсах после вычитания из крутящего момента двигателя крутящего момента тормозного усилия. Большее количество крутящего момента на загруженном переднем колесе означает, что на колесо будет передаваться больше мощности двигателя по сравнению с ситуацией, когда был установлен дифференциал нулевого трения.

Таким образом, тяга на передних колёсах при торможении создаёт избыточную поворачиваемость. Присутствие небольшой тяги на передних колёсах при торможении эквивалентно смещению баланса тормозного усилия на заднюю ось. Но слишком большая тяга на передних колёсах может привести к выпрямлению траектории (недостаточной поворачиваемости).

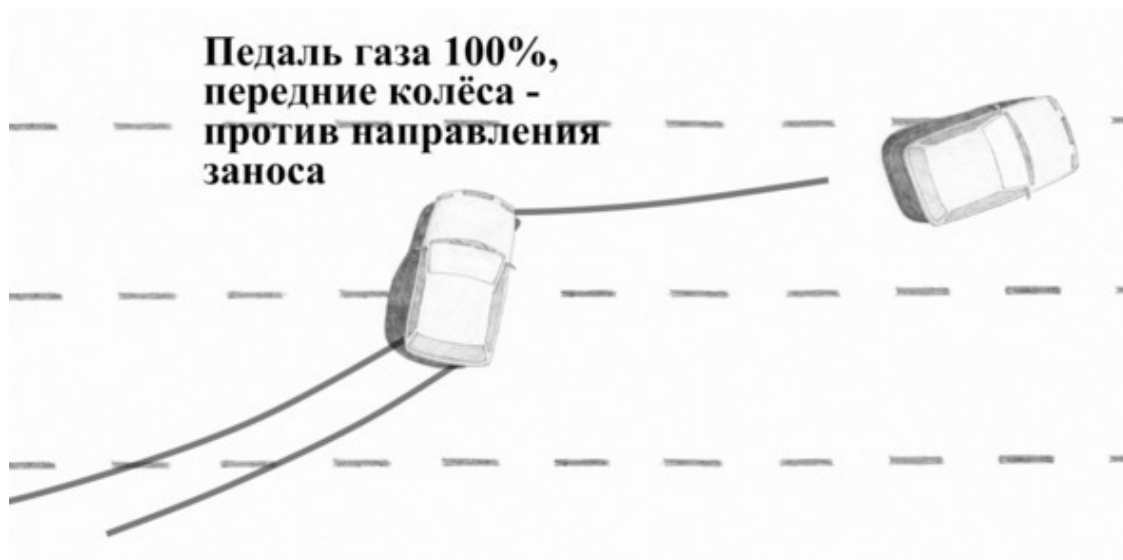
Кроме предыдущих причин, занос может вызвать резкая смена дорожного покрытия. Например, если водитель по неосторожности заехал задним колесом на обочину, на которой находятся земля или снег, автомобиль может занести. Неопытный водитель, как правило, не оперирует информацией о состоянии дорожного покрытия и как оно должно отражаться на тормозном пути и технике управления. Если двигаться в «штатном», привычном для сухой погоды режиме, заднеприводный автомобиль с лёгкостью может занести на выходе из поворота на мокрой дороге. Еще опасность может представлять невидимый лёд под снегом. Ничего не подозревающий водитель, совершенно спокойно двигаясь по дороге или проходя поворот, может попасть в аварийную ситуацию.

Создать избыточную поворачиваемость можно всеми способами, которыми можно создать занос задней оси. Например, смещение баланса тормоза на заднюю ось увеличит поворачиваемость при торможении на входе в поворот. На переднеприводном автомобиле поворачиваемость можно повысить при помощи одновременной работы педалями газа и тормоза.

Способы борьбы с заносом

Передний привод

Рассмотрим способы выхода из заноса. Сначала рассмотрим переднеприводный тип. Будем провоцировать занос ручным тормозом. Когда начнется занос задней оси, необходимо нажать педаль газа на 100% и направить передние колёса против направления заноса, чтобы прекратить занос.



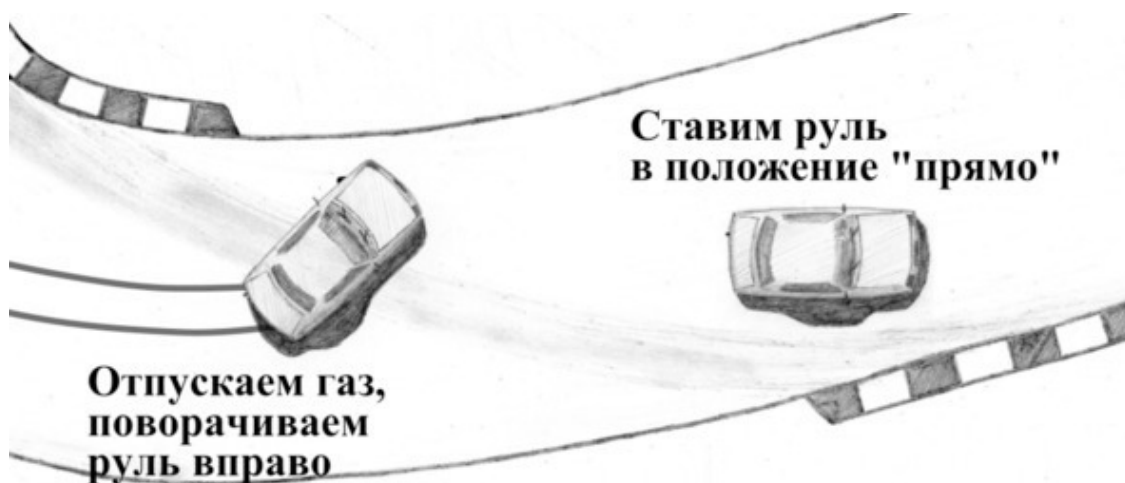
Заметны следы, оставленные заблокированными задними колёсами во время действия ручного тормоза. Первым заблокировалось разгруженное колесо. После прекращения действия ручного тормоза была нажата педаль газа и руль повернут против направления заноса. Видно, что разгруженное переднее колесо начало шлифовать после нажатия на педаль газа. Это объясняется тем, что на машине установлен дифференциал нулевого трения. Перед окончанием заноса руль был выставлен в положение «прямо», после педаль газа была отпущена.

Психология неподготовленного водителя заставляет его отпустить педаль газа при возникновении заноса, независимо от типа привода. Это распространённая ошибка управления переднеприводным автомобилем. Оказавшись в незнакомой ситуации, охваченный чувством страха, водитель отпускает педаль газа. Занос при этом увеличивается. В конечном счёте, водитель теряет контроль над автомобилем, машина продолжает двигаться по инерции, как будто в ней нет водителя.

Для успешного выхода из любого угла заноса на переднеприводной машине крутящего момента двигателя должно быть достаточно, чтобы поддерживать пробуксовку передних колёс хотя бы на первой передаче, в противном случае мотор заглохнет. При возникновении угла заноса 90 градусов и больше, скорее всего, придётся понизить передачу, чтобы увеличить крутящий момент на передних колёсах.

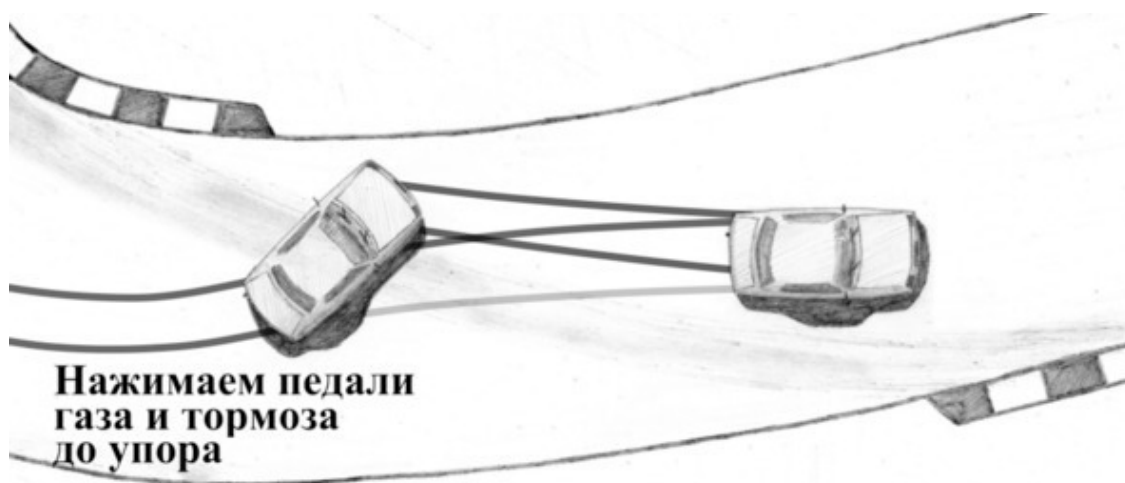
Задний привод

На заднеприводной машине педаль газа необходимо отпускать во время выхода из заноса. Возьмём заднеприводный автомобиль с недостаточной поворачиваемостью. Спровоцируем занос задней оси резким нажатием на педаль газа при прохождении поворота. Чтобы прекратить занос, отпустим педаль газа и повернём руль против направления заноса. Когда занос начнёт уменьшаться, без промедлений вернём руль в положение «прямо».



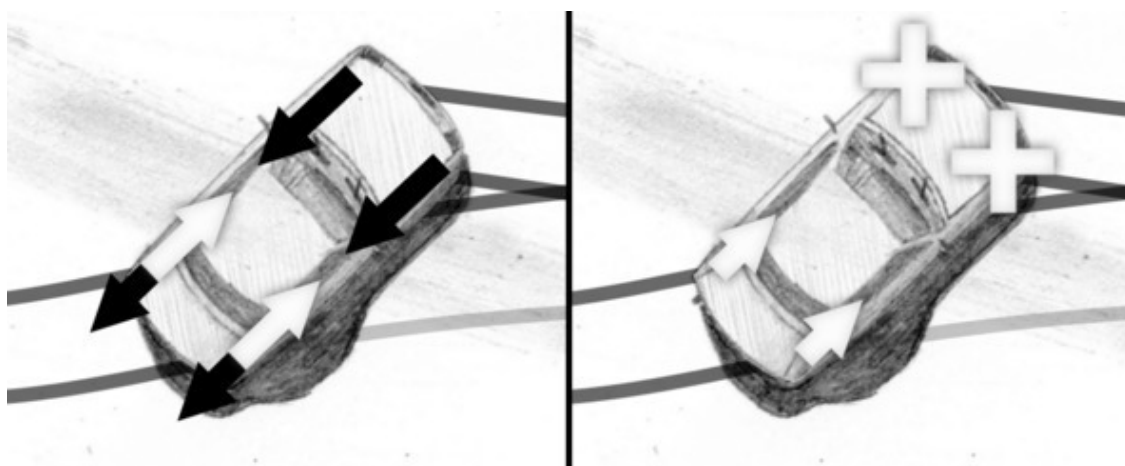
При выходе из заноса при помощи руления максимальный угол заноса, из которого можно выйти, зависит от допустимого выворота передних колёс. Заметьте, во время выхода из заноса передние колёса автомобиля направлены по траектории движения. Если на задней оси установлен дифференциал нулевого трения и в дифференциале не создаётся трение при отрицательной нагрузке, то торможение двигателем будет создавать ощутимую избыточную поворачиваемость. Поэтому в случае дифференциала нулевого трения лучше выжать сцепление во время борьбы с заносом, чтобы исключить торможение двигателем.

Далее, проведём эксперимент. Посмотрим, что произойдёт, если одновременно нажать педали газа и тормоза, когда машина находится в заносе.



Во время прохождения поворота мы спровоцировали занос дросселированием. После мы нажали педали газа и тормоза одновременно. Передние колёса заблокировались, на задних колёсах сохранилась тяга от двигателя. Разгруженное заднее колесо стало буксовать. Траектория выпрямилась и занос прекратился. Заметны следы шин, оставленные заблокированными передними колёсами и разгруженным задним колесом, которое проворачивало по асфальту.

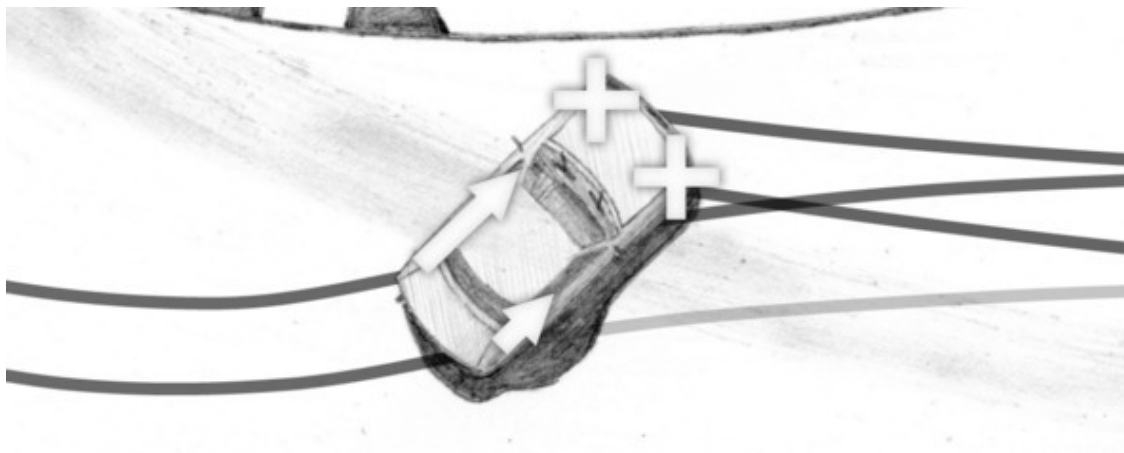
Рассмотрим, что произошло с каждой осью при одновременном нажатии педалей газа и тормоза. Поскольку привод осуществляется на задние колёса, на передние колёса будет действовать только тормозное усилие, которое вызовет блокировку передних колёс. Заблокированные передние колёса провоцируют недостаточную поворачиваемость. Теперь рассмотрим, что происходит с задней осью. Пока представим, что на задней оси установлен дифференциал нулевого трения. На задних колёсах будут присутствовать тормозные усилия и равные крутящие моменты.



На левом рисунке изображены эквивалентные силы, созданные торможением (чёрными стрелками), и эквивалентные силы, вызванные крутящим моментом двигателя (белыми стрелками). На правом рисунке белыми стрелками изображены результирующие эквивалентные силы на задних колёсах. Высокое тормозное усилие на передних колёсах заблокировало их. На задней оси сохранилась небольшая тяга. Как известно, тяга на задних колёсах приводит к загрузке задней оси и разгрузке передней. Заблокировать передние колёса проще, когда

передняя ось менее загружена. В итоге создаются условия для недостаточной поворачиваемости.

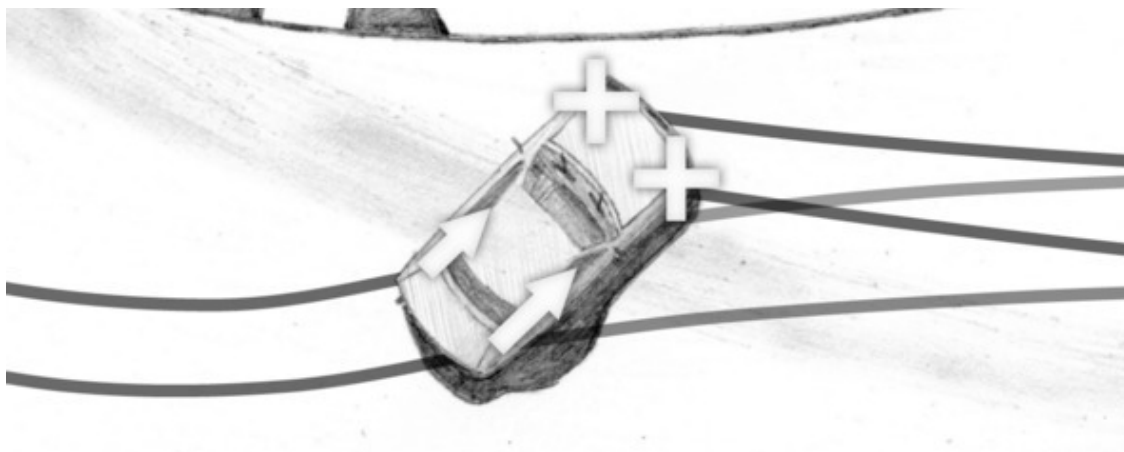
Крутящий момент на задней оси можно подобрать так, что тормозное усилие будет скомпенсировано: на задние колёса не будет действовать ни тяга, ни тормозное усилие. В этом случае будет происходить только торможение передними колёсами, что аналогично сильному смещению баланса тормозов на переднюю ось. Что касается мощности, она распределяется между колёсами неравномерно: дифференциал нулевого трения передаёт основную часть мощности двигателя на разгруженное колесо.



На рисунке стрелками показана мощность, передаваемая на задние колёса.

Крутящий момент на разгруженном заднем колесе заставляет его быстро вращаться и буксовать по поверхности дороги. Когда траектория постепенно выпрямляется и крен кузова уменьшается, разгруженное колесо восстанавливает сцепление с дорогой, набранная им скорость вращения резко уменьшается. При этом возникает толчок против направления заноса, который заставляет траекторию еще больше выпрямиться.

Если на задней оси установлен дифференциал повышенного трения, на заднее загруженное колесо будет передаваться больше крутящего момента двигателя, чем на заднее разгруженное колесо. При одновременном нажатии педалей газа и тормоза будет возникать меньше недостаточной поворачиваемости, чем в случае дифференциала нулевого трения, так как увеличенный крутящий момент на заднем загруженном колесе будет толкать автомобиль в сторону увеличения заноса.



На рисунке изображены итоговые эквивалентные силы, когда на машине установлен дифференциал повышенного трения. Дифференциал повышенного трения передаёт на заднее загруженное колесо больше половины крутящего момента двигателя. Увеличенная тяга на заднем загруженном колесе толкает автомобиль еще глубже в сторону заноса (влево в плоскости рисунка). Еще увеличение крутящего момента на заднем загруженном колесе приведёт к увеличению передаваемой на это колесо мощности двигателя.

Таким образом, одновременно нажатые педали газа и тормоза на заднеприводной машине создают недостаточную поворачиваемость и позволяют выйти из заноса. В дальнейшем такой способ борьбы с заносом на заднеприводном автомобиле будем называть контраварийным приёмом «газ+тормоз». Как правило, при угле заноса примерно 45 градусов (угол нужно проверять для каждой машины) и больше приём «газ+тормоз» не срабатывает, поскольку тяга на заднем загруженном колесе заставляет автомобиль развернуться.

Важно понимать, что приём «газ+тормоз» заставит двигаться автомобиль прямо. При выполнении приёма занос прекращается, машина продолжает двигаться прямолинейно в том же направлении, в котором двигалась до выполнения приёма. Поэтому нужно рассчитывать траекторию и продолжительность импульса «газ+тормоз». Если пилот вовремя среагировал на занос, короткого удара по педали тормоза и коррекции рулём может быть достаточно. Заметьте, приём «газ+тормоз» позволяет выйти из заноса, не поворачивая передние колёса.

Поскольку передние колёса блокируются, неважно, в какую сторону они повернуты. Но чтобы успешно перехватить управление по окончании выполнения приёма, когда передние колёса находятся в заблокированном состоянии, следует выставить руль прямо. На это есть две причины:

- геометрия подвески такова, что когда передние колёса поворачиваются рулём, передняя часть автомобиля опускается; поставленные прямо колёса приподнимут обратно переднюю часть автомобиля; чем больше передний клиренс – тем ниже поворачиваемость;
- если передние колёса выставлены в прямом положении, после отпущения педалей газа и тормоза машина сохранит нейтральное поведение (поведение машины не будет изменяться).

По окончании выполнения приёма «газ+тормоз» достаточно выровнять траекторию корректирующим рулением. Если после выполнения приёма необходимо объехать препятствие или искривить траекторию по другим причинам, повернуть передние колёса рулём следует заранее, во время выполнения приёма, когда передние колёса заблокированы.

Крутящий момент, передаваемый на заднее загруженное колесо, зависит от крутящего момента двигателя. Если крутящий момент двигателя достаточно высокий, эффективность приёма «газ+тормоз» может упасть: при одновременно нажатых педалях газа и тормоза задние колёса начнут буксовать. В таком случае чтобы исключить пробуксовку заднего загруженного колеса, следует ограничить усилие на педали газа во время выполнения приёма.

Чтобы приём «газ+тормоз» работал на заднеприводной машине, тормозная система должна быть правильно настроена. Необходимо, чтобы оба передних колеса блокировались при полностью нажатой педали тормоза как при движении передним ходом по прямой, так и при прохождении поворотов налево и направо или при нахождении машины в заносе. Кроме этого, тормозное усилие на задних колёсах не должно быть слишком большим, а крутящий момент двигателя не должен быть слишком низким. Если задние колёса заблокируются, двигатель заглохнет.

Требования для успешного выхода из заноса на заднеприводной машине при помощи приёма «газ+тормоз»

- оба передних колеса должны блокироваться, когда машина находится в заносе;
- задние колёса не должны блокироваться;
- не должна возникать пробуксовка заднего загруженного колеса;
- трение дифференциала не должно быть слишком высоким;

- угол заноса не должен быть больше, чем примерно 45 градусов.

Последние два требования весьма условные. Выполнение приёма может различаться на разных машинах, поэтому необходимо проводить конкретные тесты. Протестировать приём «газ+тормоз» совсем несложно: нужно лишь спровоцировать занос и нажать педали газа и тормоза.

Не было сказано, но являлось очевидным то, что для выполнения вышеперечисленных приёмов на автомобиле не должна быть установлена антиблокировочная система, препятствующая блокировке колёс тормозной системой. При наличии антиблокировочной системы невозможно выполнить контраварийный приём «газ+тормоз» на заднеприводном автомобиле.

Рекомендации по управлению машиной в заносе

- во время управления машиной в заносе руки должны быть расслаблены, не нужно держать руль мёртвой хваткой;
- во время заноса поверните голову и направьте ваш взгляд вдоль направления движения машины, во внимании на втором плане держите капот, так вы точно почувствуете угол заноса;
- при борьбе с глубоким заносом направьте ваш взгляд прямо, через лобовое стекло – это поможет вам сохранить ориентацию в пространстве.

Замечания по выполнению контраварийного приёма «газ+тормоз» на заднеприводной машине

- во время выполнения приёма следует выпрямить передние колёса либо повернуть их рулём в сторону, в которую нужно продолжить движение по окончании приёма;
- если крутящий момент двигателя довольно высокий и при выполнении приёма задние колёса начинают буксовать, нужно ограничить усилие на педали газа: тяга на задней оси нужна лишь для разгрузки передней;
- продолжительность приёма контролируется в соответствии с траекторией движения.

Упражнение 1. Отработайте навыки выхода из заноса при помощи руления. Действия будут различаться в зависимости от типа привода: на переднеприводном типе необходимо увеличить тягу и повернуть руль против направления заноса, на заднеприводном – нужно отпустить педаль газа, нажать педаль сцепления и направить передние колёса по направлению движения (при этом руль нужно вращать против направления заноса до достижения нужного положения передних колёс).

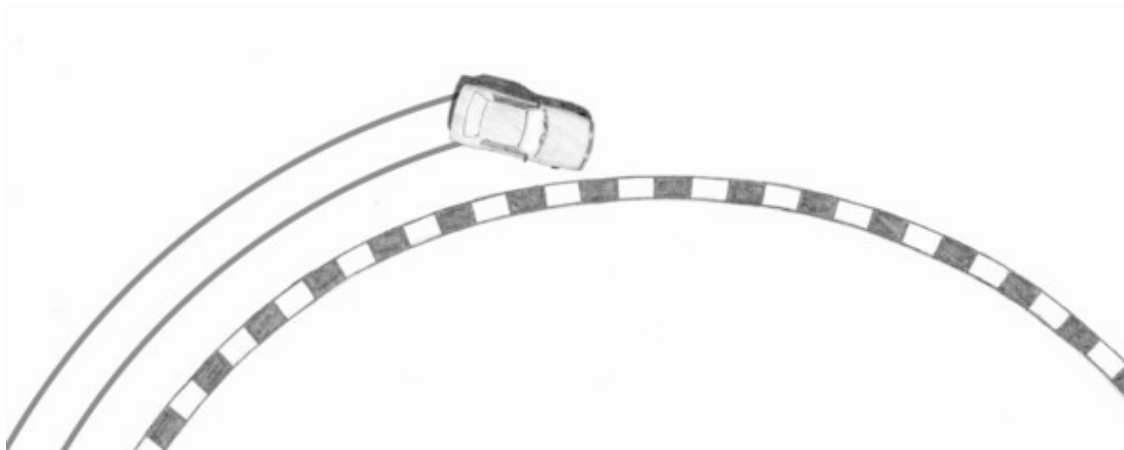
Будьте внимательны! При выходе из заноса на заднеприводной машине не должно быть длительной паузы после поворота руля против направления заноса. Иначе может последовать ответная реакция автомобиля, и возникнет ритмический занос. Как только занос начал прекращаться, нужно моментально вернуть руль в положение «прямо».

Упражнение 2. На переднеприводном автомобиле создайте избыточную поворачиваемость на входе в затяжной поворот (дугу) при помощи приёма «газ+тормоз». Повторяя тренировку, постарайтесь постепенно увеличивать скорость входа в поворот.

Упражнение 3. На заднеприводном автомобиле на выходе из поворота нажмите педаль газа, чтобы спровоцировать занос. Не отпуская педали газа, резко ударьте левой ногой по педали тормоза, чтобы ликвидировать занос. После прекращения заноса отпустите педали и восстановите траекторию движениями рулём. Повторяя упражнение, определите угол заноса, больше которого приём «газ+тормоз» не работает. Ограничивайте усилие на педали газа, если возникает пробуксовка заднего загруженного колеса и падает эффективность приёма «газ+тормоз».

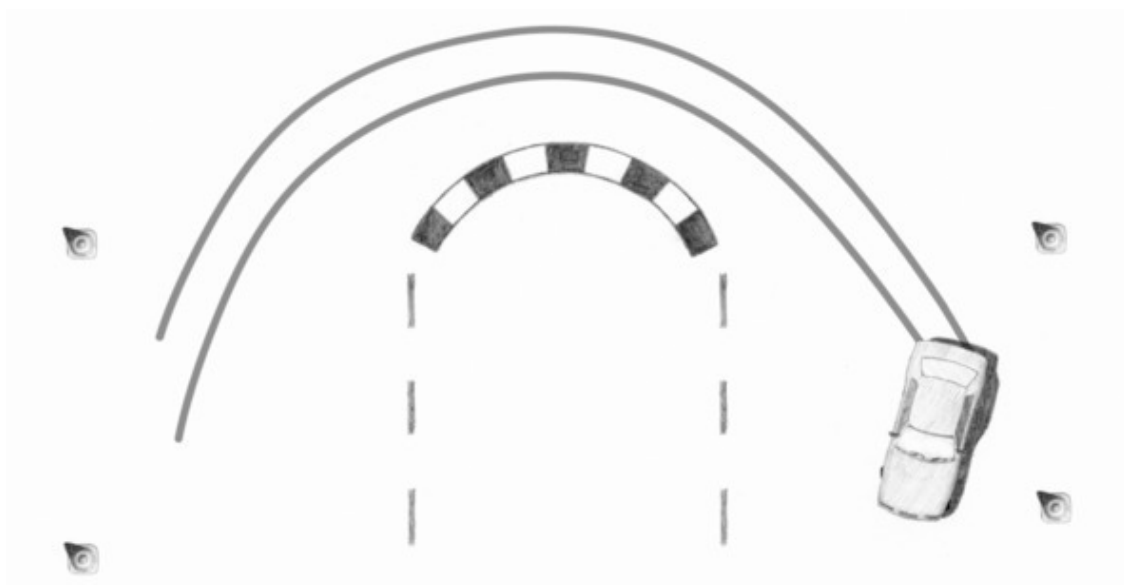
Помните, что на переднеприводной машине одновременно нажатые педали газа и тормоза увеличивают поворачиваемость, на заднеприводной – уменьшают. Если приём выполняется впервые, ограничьте скорость и обеспечьте достаточный тормозной путь во всех возможных направлениях.

Упражнение 4. На заднеприводном или полноприводном автомобилях, подготовленных для дрифта, полезными будут упражнения «кольцо», «восьмёрка» и прохождение шпильки с заносом задней оси. Кольца следует выбирать разных диаметров, чтобы отработать различные скоростные режимы.



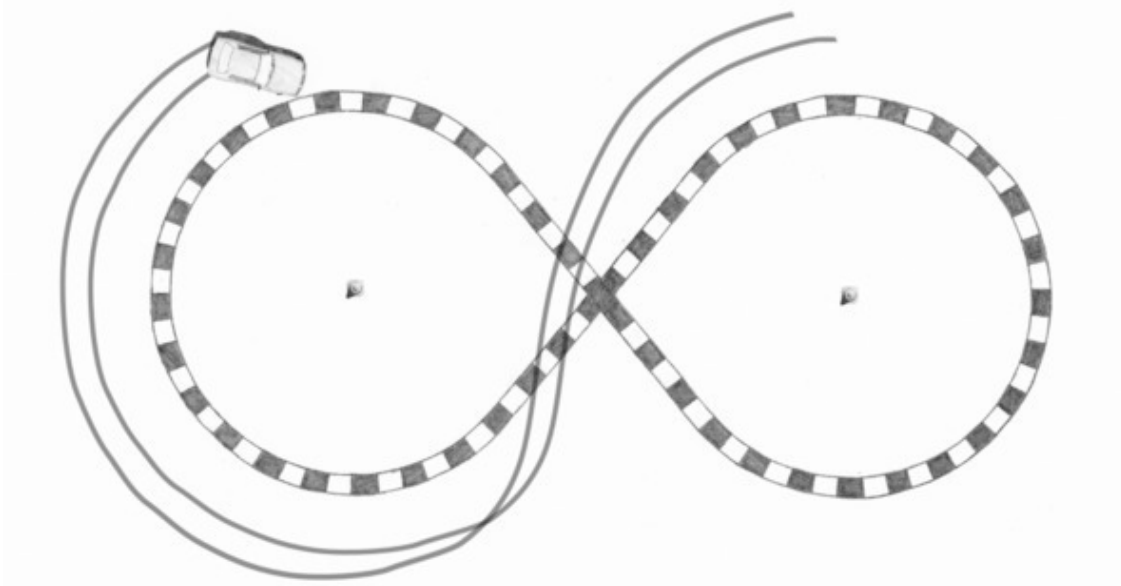
Педадь газа нажимаем импульсами, как бы нащупывая оптимальную тягу, и одновременно подруливаем. Нашей целью будет стабильное удержание радиуса траектории и минимальные колебания угла заноса.

Упражнение 5. Пройдите поворот 180 градусов (шпильку) с заносом задней оси. На входе в поворот провоцируйте занос раскачиванием, ручным тормозом или включением пониженной передачи.



На выходе из поворота поддерживайте занос попеременными нажатиями на педаль газа. Постарайтесь получить максимальное ускорение на выходе из шпильки.

Упражнение 6. Еще одно полезное упражнение для тренировки управления машиной в заносе – «восьмёрка». Посередине восьмёрки выполняем так называемую перекладку: разгоняем автомобиль, затем отпускаем педаль газа и вращаем руль в противоположную сторону при переходе к следующей половине восьмёрки.



При наличии обратной связи на руле он должен сам начать вращаться против направления заноса. Сила обратной связи зависит от кастора на автомобиле и настроек силы обратной связи в автосимуляторе.

Упражнение 7. Попробуйте спровоцировать занос передней оси во время движения задним ходом резким поворотом руля. Не забудьте выжать сцепление, чтобы мотор не заглох во время заноса.

Практические советы водителю

1. *Используйте для вождения легкую обувь с мягкой, нетолстой, плоской подошвой.* Правильно выбранная обувь поможет вам лучше чувствовать педали. Ни в коем случае не управляйте машиной в «шлёпках», тапках или туфлях с длинным каблуком, это может привести к аварийной ситуации. Если у обуви есть каблук, он не должен быть длинным. Шнурки тоже представляют опасность. Помехи вождению еще могут создать шарфы, галстуки, длинные рукава, волосы, проводные наушники.

2. *Надевайте перчатки во время вождения.* В перчатках с прорезиненной ладонкой (так называемые «обливные» перчатки) или кожаных перчатках руки лучше цепляются за руль и рычаг коробки передач, а кисть меньше устаёт во время вождения. Если вы начинающий пилот, для тренировок подойдут «обливные» перчатки, которые можно купить в любом строительном магазине.

3. *Располагайте руки на руле в позициях на 9 и 15 часов или 10 и 14 часов (по циферблату часов).* В этих положениях можно комфортно вращать руль в пределах около 200 градусов. Если необходимо повернуть руль на больший угол – продолжаем вращение руля с перехватом. Ошибкой руления будет скрещивание рук в нижнем секторе рулевого колеса.

4. *Используйте правильный руль.* Спицы руля не должны препятствовать расположению кистей рук в положениях на 9 и 15 часов или 10 и 14 часов и сжиманию рулевого колеса пальцами в этих положениях. Возможно расположение спиц, при котором они проходят под или над кистями рук – так будет чувствоваться верное положение рук на руле. Чехол для руля использовать не рекомендуется, поскольку он будет притуплять ощущения, получаемые от рулевого колеса.

5. *Учитывайте состояние дорожного покрытия для выбора скорости движения.* Допустим, вы оказались на незнакомой дороге или состояние дороги могло сильно измениться за последнее время из-за погодных условий. Оценить состояние дорожного покрытия можно при помощи торможения с блокировкой колёс. На небольшой скорости (10—15 км/ч) резко нажмите на педаль тормоза, чтобы заблокировать колеса, и ожидайте остановки. Чем хуже сцепление с дорогой, тем больше получится тормозной путь. С приходом опыта вам будет достаточно кратковременной блокировки колёс для оценки дорожного покрытия. Этот навык очень полезен зимой: например, возможна ситуация, когда дорога заснежена, а под снегом – голый лёд, о котором водитель не подозревает.

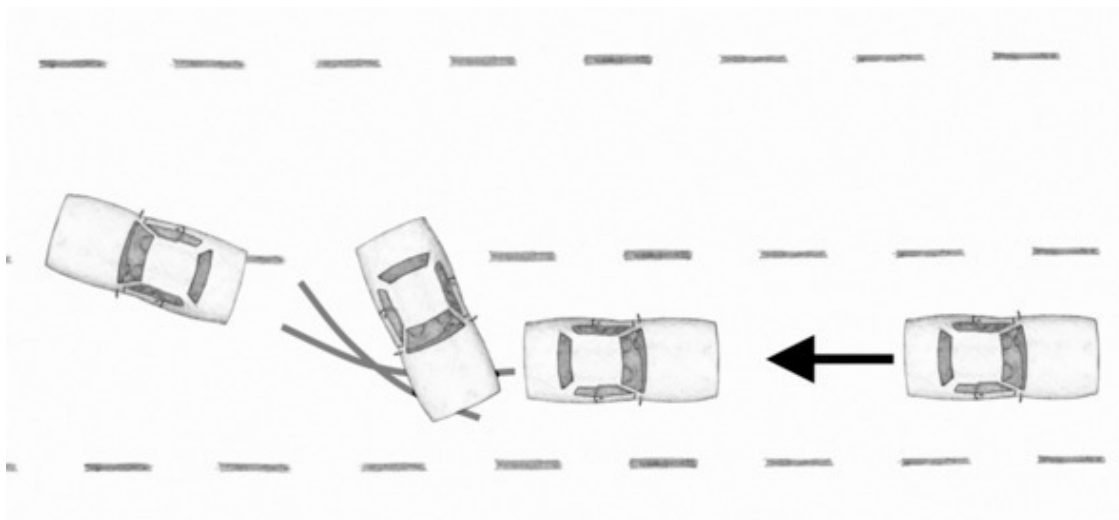
6. *Не слушайте музыку, когда управляете автомобилем.* Это отнимает ваше внимание и ухудшает концентрацию на вождении. То же относится и к разговорам по сотовому телефону. Пропущенный звуковой сигнал или даже крик могут стать причиной необратимых событий.

7. *Не двигайтесь на нейтральной передаче.* Некоторые водители, пытаясь экономить на топливе, двигаются на спуске и входят в повороты на нейтральной передаче. Это делает вождение автомобиля небезопасным. Отключение двигателя от трансмиссии лишает вас возможности управлять автомобилем при помощи тяги двигателя. Педаль газа – очень важный орган управления как на переднеприводном, так и на заднеприводном автомобиле.

8. *Не держите руку на рычаге коробки передач.* Многие водители водят в городском потоке машину с механической коробкой передач в расслабленной позе, когда левая рука находится на руле, правая – на рычаге коробки передач. Обе руки должны быть расположены на рулевом колесе. Правая рука перемещается к рычагу переключения передач только когда необходимо переключить передачу.

Разворот при движении задним ходом (полицейский разворот)

Полицейский разворот многим знаком из фильмов. Ходят слухи, что водители спецслужб держат его на вооружении. Полицейский разворот позволяет быстро развернуться при помощи заноса передней оси, который можно создать во время движения задним ходом.



Несмотря на кажущуюся со стороны сложность приём довольно простой для исполнения. Рассмотрим выполнение приёма на переднеприводном и заднеприводном автомобилях.

Задний привод

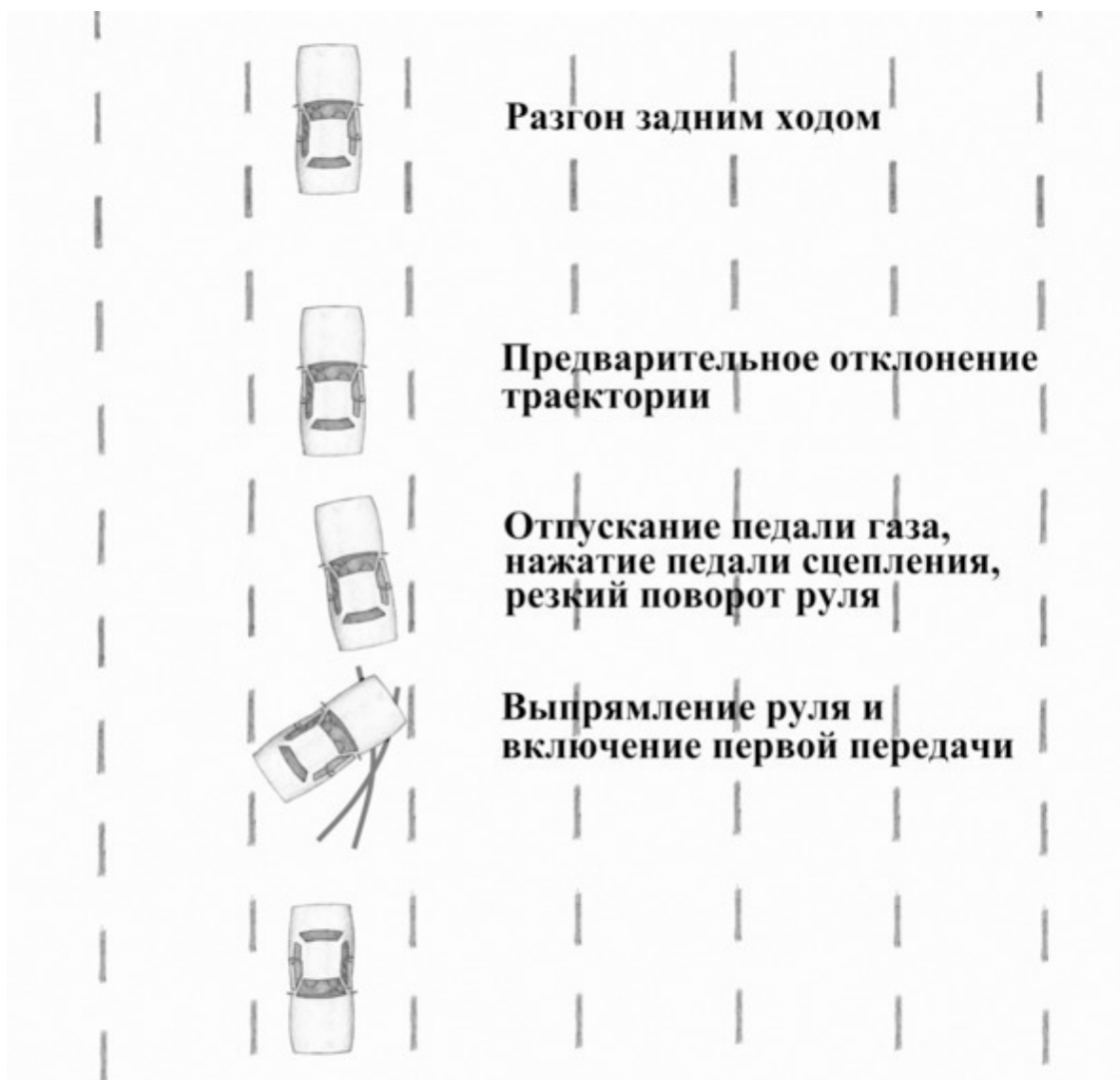
Сначала нам необходимо включить заднюю передачу и разогнаться по прямолинейному участку траектории. Нужно учесть, что во время движения задним ходом после отпущения педали газа начинается торможение двигателем. Торможение двигателем – это тормозящий крутящий момент (некое тормозное усилие). Торможение на задней оси во время движения задним ходом создаёт недостаточную поворачиваемость, аналогично тому, как высокое тормозное усилие на передних колёсах провоцирует снос передней оси при движении передним ходом. Поэтому после выполнения разгона перед выполнением приёма необходимо разъединить двигатель и трансмиссию.

Чтобы спровоцировать занос передней оси, нужно быстро повернуть руль. После возникновения заноса, не теряя времени, необходимо сразу начать возвращать руль в положение прямо. Когда скорость продольного движения будет равна нулю, можно включать первую передачу. На рисунке изобразим выполнение разворота.



Вначале мы двигались прямолинейно задним ходом, но отклонились от прямолинейного движения и после выполнения разворота сошли с размеченной полосы. Занос передней оси начался не сразу: в начале поворота руля машина отклоняется от прямолинейной траектории.

Чтобы остаться на полосе, во время разгона нужно слегка отклониться от прямолинейного движения коротким движением руля в сторону, противоположную направлению выполняемого разворота. Важно сделать это во время ускорения – если тяга на задней оси будет отсутствовать при отклонении руля от положения «прямо», машина начнёт разворачиваться. Предварительное смещение в противоположную сторону не только увеличивает место для манёвра, но и усиливает дальнейший занос передней оси за счёт раскачивания. На рисунке изобразим выполнение разворота с предварительным отклонением.



Как видим, нам удалось остаться в рамках выделенной разметкой полосы.

Если автомобиль плохо поддается выполнению полицейского разворота, можно использовать одновременное нажатие педалей газа и тормоза. Крутящий момент двигателя, передающийся на заднюю ось, исключит торможение задними колёсами, но высокое тормозное усилие на передних колёсах заблокирует их, в результате машина будет разворачиваться. Изобразим на рисунке выполнение разворота с использованием педалей газа и тормоза.



Передний привод

На переднеприводном автомобиле торможение двигателем при движении задним ходом создаёт избыток поворачиваемости. Следует этим воспользоваться. Но чтобы мотор не заглох во время выполнения приёма, необходимо нажать сцепление, когда обороты мотора упадут до холостых. Изобразим на рисунке выполнение разворота на переднеприводной машине.



Предварительное отклонение нужно выполнять очень коротким и плавным движением рулём, поскольку автомобиль может начать разворачиваться. На заднем приводе от разворота предохраняет тяга на задней оси, которая отсутствует на переднеприводной машине во время разгона.

Независимо от типа привода, выполнению разворота способствуют некоторые настройки машины. Смещение центра массы на заднюю ось (небольшая доля веса, приходящаяся на переднюю ось) упростит разворот передней оси вокруг задней оси. Кроме этого, чем больше недостаточной поворачиваемости проявляет машина при движении передним ходом, тем больше избыточной поворачиваемости будет возникать при движении задним ходом. Поэтому недостаточная поворачиваемость будет еще одним положительным моментом для выполнения полицейского разворота. Итак, факторы, влияющие на поворачиваемость при движении задним ходом следующие:

- смещение центра масс к задней оси;
- недостаточная поворачиваемость при движении передним ходом.

Поворачиваемость при движении задним ходом влияет на успешность выполнения разворота. Разворот во время движения задним ходом можно выполнить при помощи правильно настроенной тормозной системы.

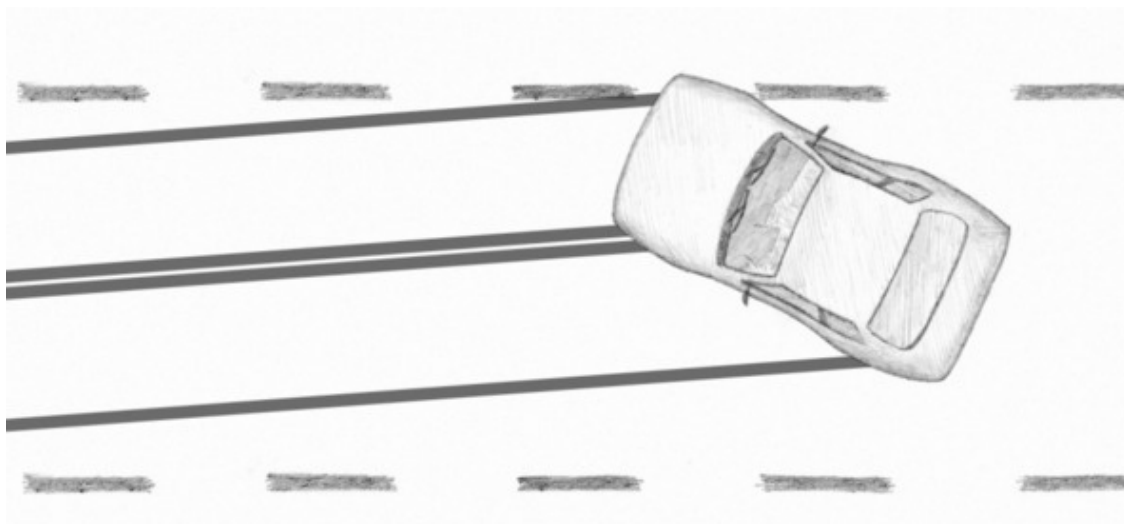
Упражнение 1. Попробуйте выполнить полицейский разворот на заднеприводном автомобиле всеми способами, описанными в данной главе. Какой из способов выполнения разворота наиболее оптимален для вашего автомобиля?

Упражнение 2. Выполните полицейский разворот на переднеприводном автомобиле. Будьте осторожны выполняя предварительное отклонение, поскольку во время разгона задним ходом переднеприводный автомобиль проявляет избыточную поворачиваемость (в отличие от заднеприводного автомобиля, который проявляет недостаточную поворачиваемость во время разгона задним ходом).

Упражнение 3. Какие настройки нужно изменить, чтобы повысить поворачиваемость машины при движении задним ходом? Протестируйте поворачиваемость при движении задним ходом при различных настройках.

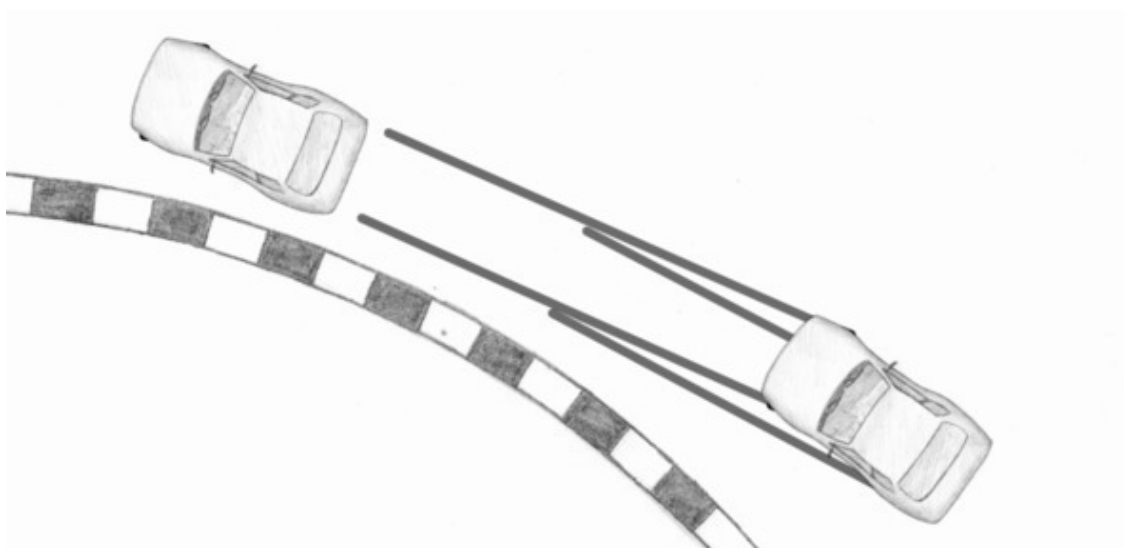
Выход из тупого угла заноса

Разворот машины на дороге маловероятен, но может быть довольно опасен, если происходит по каким-либо причинам при движении на большой скорости. При скольжении в большом угле (90—180 градусов) невозможно контролировать траекторию движения и прогнозировать поведение машины. Неподготовленный водитель во время разворота машины не сможет предпринять каких-либо верных действий, чтобы побороть занос.

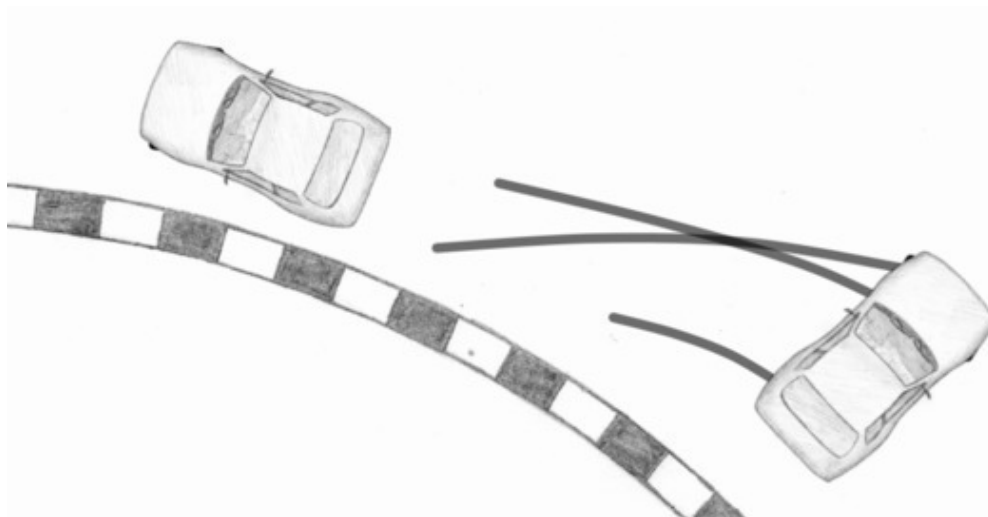


Известно, что на переднеприводном автомобиле не составит труда выйти практически из любого угла заноса – необходимо лишь надавить на педаль газа и повернуть руль. Для заднеприводного автомобиля есть эффективный приём «газ+тормоз», но угол заноса, который можно побороть этим приёмом, ограничен. Независимо от типа привода машину можно быстро развернуть, используя дозированное тормозное усилие в определённом диапазоне углов заноса.

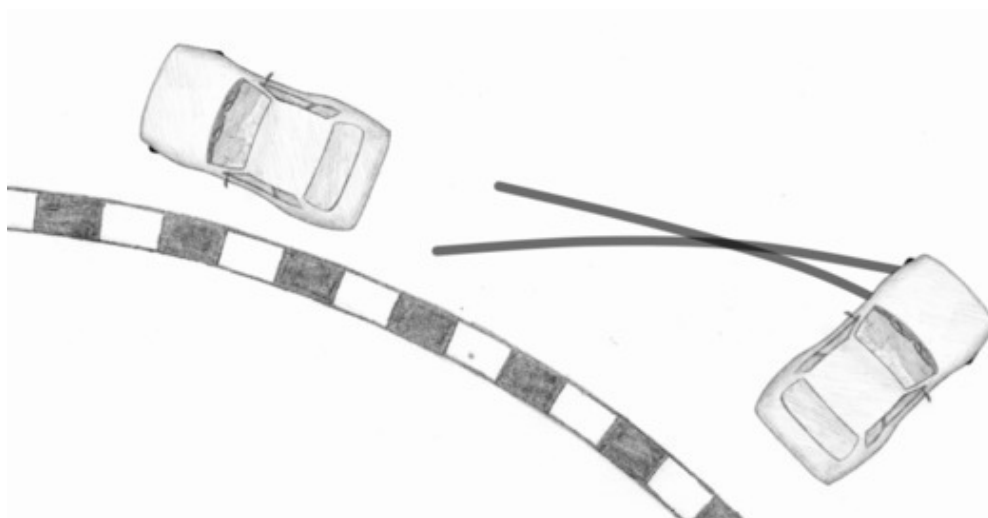
Проведём эксперимент. Будем двигаться по кольцу задним ходом. Во время движения нажмём до упора педаль тормоза и сцепления.



Тормозная система спортивной машины очень мощная и способна заблокировать как передние, так и задние колёса. После нажатия педалей сцепления и тормоза все колёса заблокировались, машина продолжила движение в скольжении прямолинейно. Передние колёса заблокировались немного раньше задних. Конечное положение кузова находится под небольшим углом относительно начального положения. Повторим тест с меньшим усилием на педали тормоза.



Когда была нажата педаль тормоза, заблокировались оба передних колеса и заднее левое колесо. Машина почти развернулась. Если бы начальная скорость движения была больше, машина, скорее всего, выполнила бы разворот, прежде чем остановиться. Тормозные усилия на обоих задних колёсах одинаковые, но при начале торможения вес автомобиля давит на заднее правое колесо сильнее, чем на заднее левое колесо. Поэтому тормозное усилие, которое должно заблокировать правое заднее колесо, должно быть выше, чем тормозное усилие на заднем левом колесе. В следующем тесте будем нажимать на педаль тормоза еще слабее, но постараемся спровоцировать блокировку передних колёс.



После нажатия на педаль тормоза оба передних колёса заблокировались, оба задних колеса вращались, пока машина не остановилась. Результаты схожи с предыдущим тестом: машина начала разворачиваться после нажатия на педаль тормоза. На всех машинах, как пра-

вило, тормоза передних колёс намного сильнее тормозов задних. Если тормозная система правильно настроена, при полностью нажатой педали тормоза при движении по асфальтной дороге задним ходом в повороте или в тупом угле скольжения оба передних колеса должны заблокироваться, а задние – продолжить вращение.

Исходя из предыдущих экспериментов, сформулируем тест для выполнения разворота машины при помощи тормозной системы.

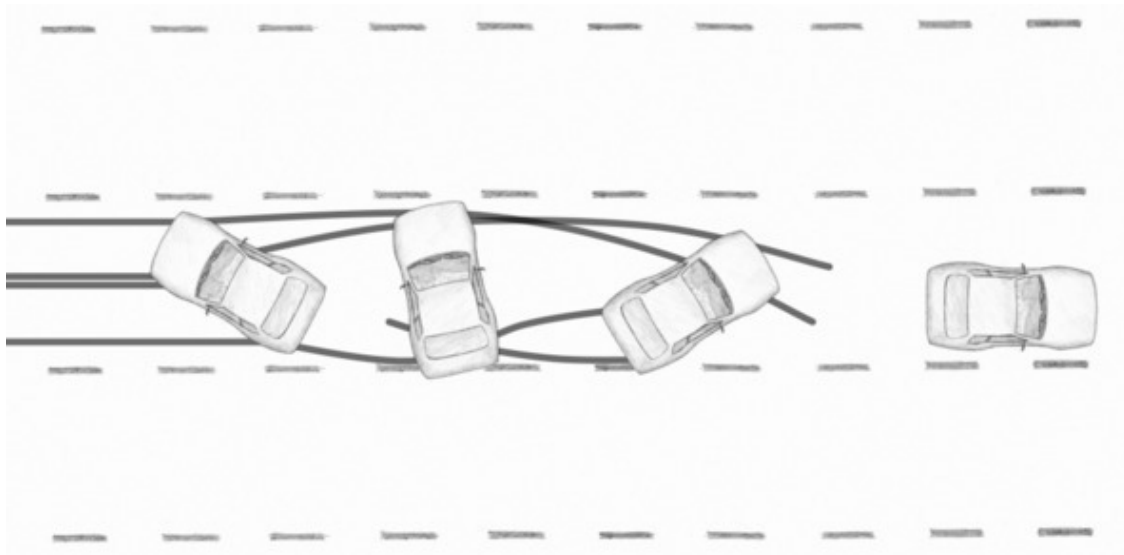
Тест на разворот при движении задним ходом при помощи тормозной системы. Двигаясь задним ходом по кольцу, резко нажмите до конца педаль сцепления и тормоза. Оба передних колеса должны заблокироваться, заднее загруженное колесо не должно заблокироваться. После нажатия педалей автомобиль должен развернуться.

Блокировка передних колёс при нажатии на педаль тормоза должна происходить для любой степени загрузки колёс. Например, когда машина движется в заносе, происходит крен кузова, и одни колёса загружаются, другие – разгружаются. Если тормозная система слабая, переднее загруженное колесо может не заблокироваться.

Тест необходимо провести при направлениях движения по часовой стрелке и против часовой стрелки, поскольку тормозная система может работать «крест-накрест», создавая немного различающиеся тормозные усилия для колёс на одной оси (в зависимости от правильности настройки тормозной системы).

Практика показывает, что разворот при помощи тормозной системы неэффективный, если угол заноса близок к 180 градусов или равен 180 градусов (движение задним ходом). При нажатии педали тормоза передние колёса блокируются, на задних колёсах присутствует тормозное усилие, но машина не будет разворачиваться. Поэтому сначала необходимо отклонить траекторию при помощи поворота руля, после чего уже заблокировать передние колёса рабочим тормозом. Кроме этого, углы заноса в диапазоне примерно 90—140 градусов тоже являются неподходящими для выполнения разворота при помощи тормоза. Во время движения в заносе в этих углах скорости вращения колёс невелики и их блокировка не сможет значительно изменить угол заноса.

На заднеприводном автомобиле можно увеличить угол заноса, если вызвать пробуксовку задних колёс (набрать обороты мотора на первой или второй передачах и бросить педаль сцепления). На переднеприводной машине пробуксовка колёс должна привести к уменьшению угла заноса. Как на переднеприводном, так и на заднеприводном автомобилях крутящего момента и момента инерции двигателя должно быть достаточно, чтобы заставить буксовать ведущие колёса. Кроме того, чтобы создать пробуксовку ведущих колёс, на машине не должна быть установлена антипробуксовочная система (контроль тяги).

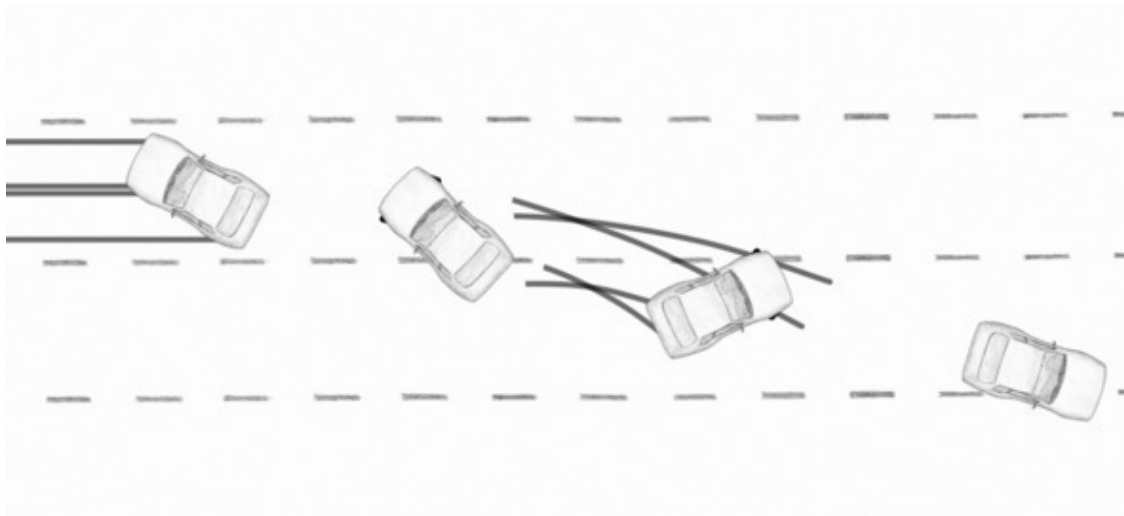


На рисунке изображено выполнение разворота при помощи тормоза, когда машина движется в глубоком скольжении. В главе «Разворот при движении задним ходом (полицейский разворот)» было отмечено, что на успешность разворота влияет поворачиваемость при движении задним ходом, а именно – она не должна быть слишком низкой. Это же требование относится и к выполнению разворота при помощи тормоза.

Требования для успешного выхода из тупого угла заноса при помощи тормозной системы

- при движении в тупом угле заноса после нажатия педали тормоза на 100% передние колёса должны заблокироваться, заднее загруженное колесо должно сохранить вращение;
- угол заноса должен быть достаточно высоким, но не должен быть близким к 180 градусам (движение задним ходом), ориентировочный диапазон углов – от 140 до 160 градусов;
- поворачиваемость при движении задним ходом не должна быть слишком низкой.

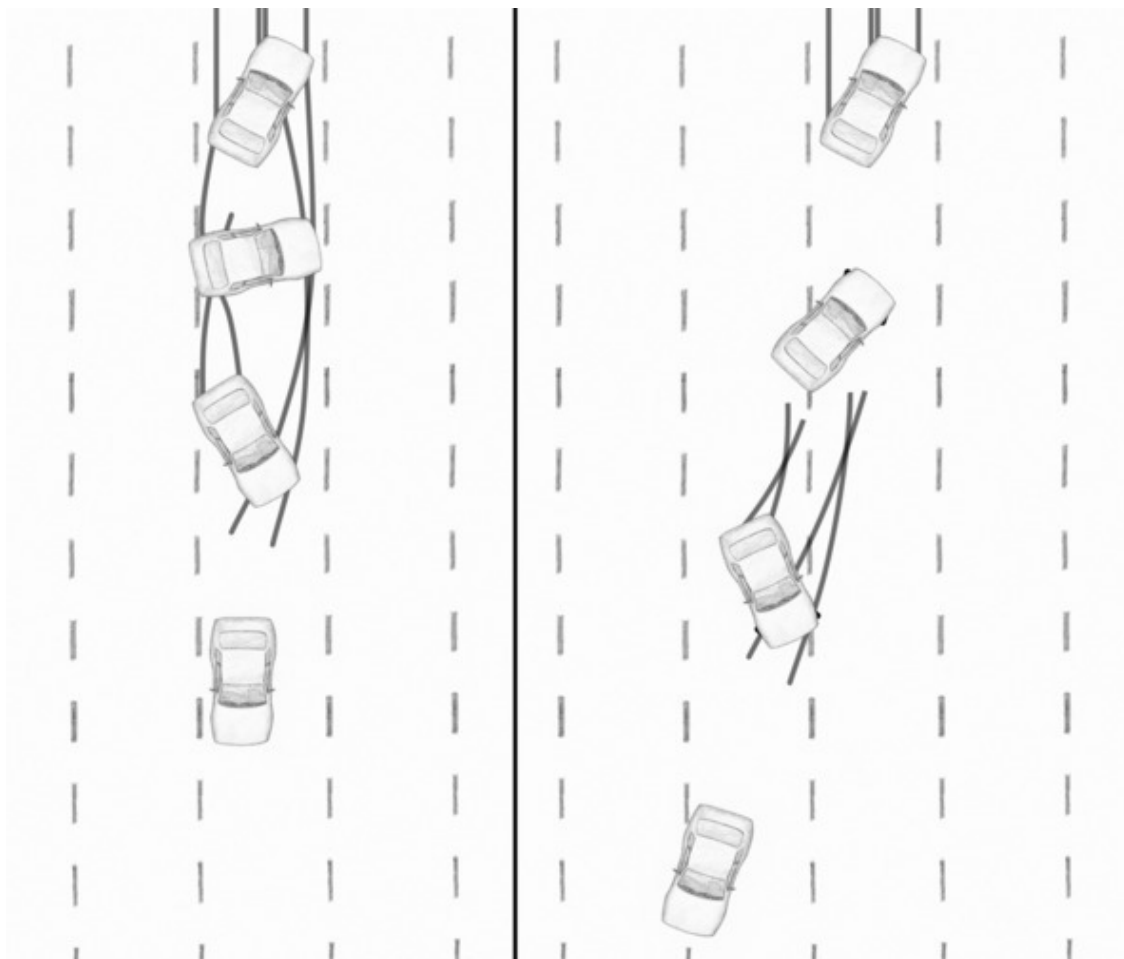
Проведём еще один эксперимент. Когда машина находится в заносе (угол примерно 150 градусов), вывернем руль в направлении увеличения угла заноса. Будем считать, что машина движется на нейтральной передаче или с нажатой педалью сцепления, а передние колёса стоят в положении «прямо».



Как видим, после поворота руля машина начала медленно разворачиваться. Траектория движения немного искривилась. Следы от шин прервались, так как небольшую дистан-

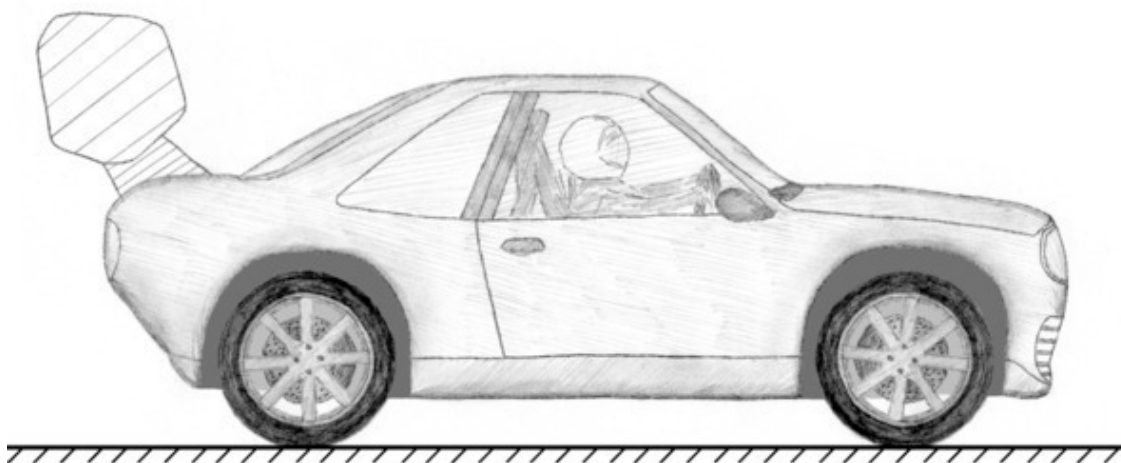
цию машина двигалась почти задним ходом. Поворот руля позволил не только развернуться, но и искривить траекторию против направления заноса. Аналогичное искривление траектории мы наблюдали, когда выполняли полицейский разворот (преломление траектории было нежелательным, мы старались его исключить при помощи предварительного смещения).

Сравним два способа выхода из заноса с тупым углом: при помощи блокировки передних колёс и поворота передних колёс.



На левой части рисунка изображен разворот, выполненный при помощи блокировки передних колёс, на правой части – разворот, совершённый поворотом руля (полицейский разворот). Разворот машины при помощи тормозной системы выполняется быстрее и траектория движения в целом близка к прямолинейной. Второй способ в отличие от первого позволяет отклонить траекторию в сторону, куда смотрит задняя часть автомобиля при движении в заносе (при блокировке передних колёс тоже присутствует преломление траектории, но оно очень небольшое). Причём чем выше поворачиваемость при движении задним ходом, тем быстрее произойдёт разворот после поворота руля и тем меньше будет искривление траектории.

Вклад в пассивную безопасность машины могут внести аэродинамические элементы, повышающие боковое сопротивление движению воздуха задней части кузова.



На рисунке штриховкой обозначено заднее антикрыло. Когда возникает занос при движении на высокой скорости, такая аэродинамика на задней части машины способна создать усилие, препятствующее увеличению заноса. Как оперение стрелы, стабилизирующее её в полёте, аэродинамические элементы на задней части машины препятствуют возникновению заноса, но, в то же время, понижают поворачиваемость. Причём чем выше скорость движения – тем сильнее эффект. При низкой скорости движения и соответственно низкой скорости воздушного потока аэродинамика не будет оказывать влияния на поведение автомобиля. Использование подобной аэродинамики оправдано: для прохождения скоростных поворотов нет необходимости в большой поворачиваемости, так как углы поворотов невелики, но для прохождения нескоростных и крутых поворотов (например, шпильки) нужна высокая поворачиваемость.

Замечания по выполнению разворота при помощи тормозной системы

- если машина обладает мощной тормозной системой, способной заблокировать все колёса или дорожное покрытие имеет низкое сцепление с шинами (мокрый асфальт, заснеженная дорога), необходимо ограничить усилие на педали тормоза, чтобы не заблокировать заднее загруженное колесо;
- если при выполнении разворота машина уже начала разворачиваться, педаль тормоза можно отпустить;
- когда передние колёса находятся в заблокированном состоянии, следует выпрямить их – так после отпускания педали тормоза машина сохранит свою нейтральность;
- после того, как угол заноса станет небольшим (примерно 10—30 градусов), можно перейти к перехвату управления, работая рулём;
- если машина получила большой момент вращения и угол заноса стремительно увеличивается, можно не дожидаться, когда угол заноса достигнет 140—160 градусов и заблокировать передние колёса, чтобы замедлить вращение; но нужно, чтобы после остановки увеличения заноса угол заноса попал в диапазон примерно 140—160 градусов для выполнения разворота.

Упражнение 1. Спровоцируйте занос амплитудой больше 90 градусов на переднеприводном автомобиле. Создайте пробуксовку передних колёс на первой или второй передачах, чтобы выйти из заноса.

Упражнение 2. Спровоцируйте занос углом больше 90 градусов на заднеприводном автомобиле. Чтобы увеличить угол заноса, спровоцируйте пробуксовку задних колёс на первой или второй передачах.

Упражнение 3. Спровоцируйте угол скольжения 140—160 градусов. Разверните машину, используя тормозную систему для блокировки передних колёс. Как только машина начнёт разворачиваться, педаль тормоза можно отпустить.

Упражнение 4. Спровоцируйте угол скольжения 140—160 градусов. Поверните руль в сторону увеличения заноса, чтобы развернуть машину. Перед окончанием разворота выпрямите руль.

Какой из способов выхода из заноса, применённых в упражнениях 3 и 4, позволил выполнить разворот быстрее?

Упражнение 5. Разгоните машину задним ходом. Выполните небольшой поворот руля, чтобы искривить траекторию движения. После чего выполните разворот, заблокировав передние колёса.

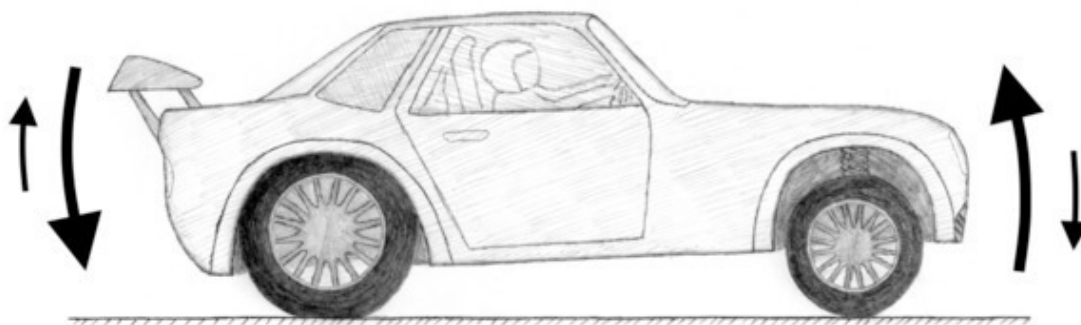
Раскачивание, ритмический занос

В главе «Занос: причины возникновения и методы борьбы» было показано, что при прохождении S-образного поворота может возникнуть занос при переходе ко второй половине поворота, что связано с раскачиванием кузова машины. Давайте разберёмся, с чем связано возникновение заноса и научимся бороться с ритмическим заносом.

При прохождении поворота центробежная сила заставляет переместиться центр массы машины к колёсам, которые расположены с внешней стороны поворота. Пружины подвески колёс, которые оказались загруженными массой автомобиля, сжимаются и запасают механическую энергию. При смене направления поворота энергия высвобождается, пружины разжимаются и толкают центр массы в противоположную сторону, сжиматься начинают две других пружины. Определённая частота изменения направления поворотов способна увеличивать амплитуду перемещения центра масс. Резонансное увеличение перемещения центра массы машины называют раскачиванием. Раскачивание может быть продольным и поперечным.

Продольное раскачивание

Продольное раскачивание – поочерёдное перемещение центра массы вдоль направления кузова машины (вперёд-назад) с увеличивающейся амплитудой. Во время продольного раскачивания происходят поочерёдные сжатия и растяжения передних и задних пружин подвески.



Сжатия и разряжения пружин подвески во время движения могут быть обусловлены неровностями дороги и резонансными процессами, которые связаны с характеристиками подвески. В силу того, что нагрузка передней и задней осей поочерёдно изменяется, последовательно изменяется сцепление с дорогой передних и задних колёс. С одной стороны, при частично разгруженной передней оси ухудшается сцепление передних колёс с дорогой. Например, если передняя ось подскочит на кочке в повороте, во время разгруженного состояния передней оси автомобиль будет двигаться почти прямолинейно. С другой стороны, разгрузка задней оси способна вызвать занос. Разгрузка задней оси хорошо ощущается, когда начинается спуск.

Продольное раскачивание является нежелательным эффектом, так как

- поведение машины становится менее прогнозируемым;
- наилучшее сцепление с дорогой достигается, если нагрузка между осями распределена равномерно; продольные перемещения центра массы перераспределяют нагрузку осей, суммарное сцепление шин с дорогой уменьшается;
- снижается эффективность разгона и торможения.

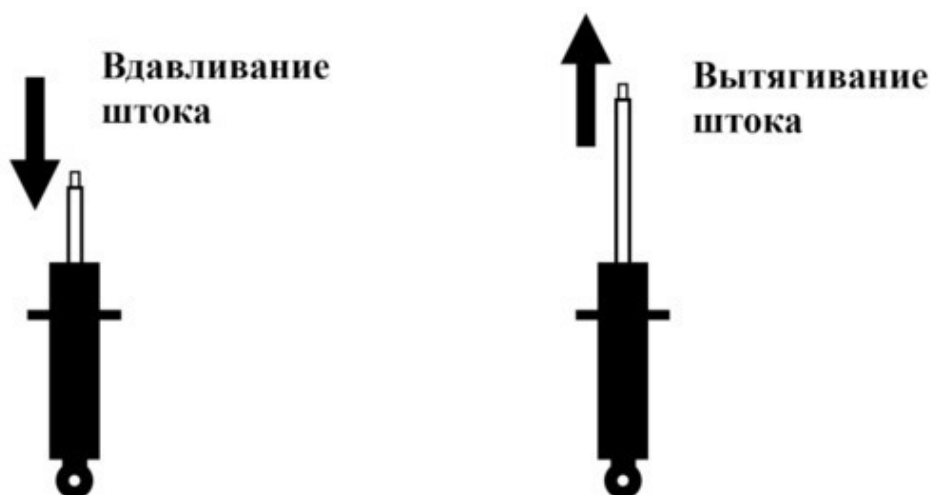
Продольное раскачивание может проявляться на малых амплитудах колебаний и быть незаметным для пилота. Когда ведущая ось наезжает на яму, подвеска сжимается, и обороты

мотора увеличиваются. При выезде из ямы подвеска разжимается, обороты мотора уменьшаются. Чтобы изменить обороты двигателя, необходимо приложить усилие. Подключенный к трансмиссии двигатель способен частично поглотить продольное раскачивание. Подавление продольного раскачивания – одна из причин не отключать двигатель от трансмиссии во время движения.

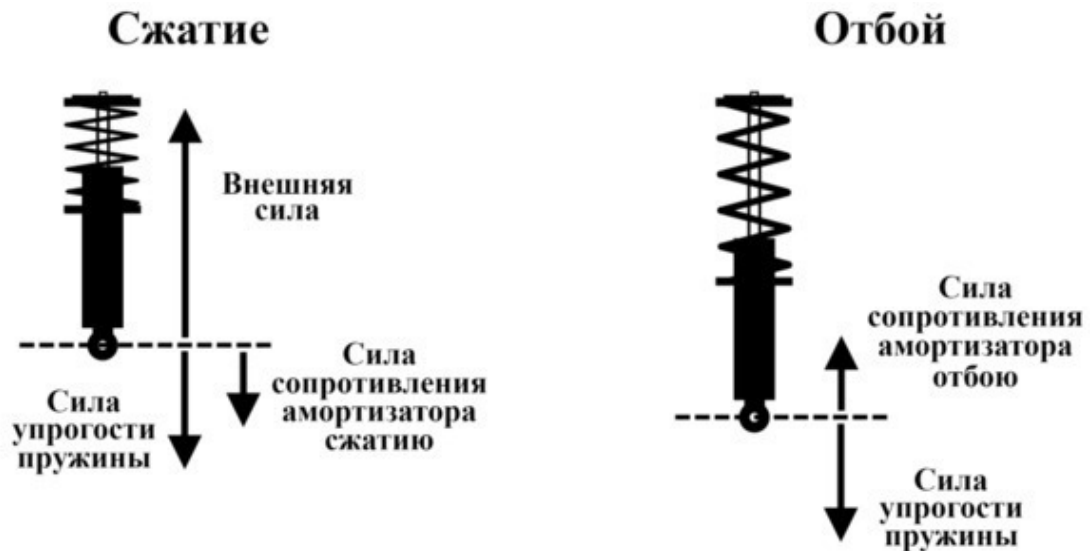
Нежелательные продольные колебания на неровностях дороги могут быть обусловлены неправильно подобранными жесткостями пружин и сопротивлений сжатию и отбою амортизаторов. Зачастую продольное раскачивание происходит на машине со слабыми амортизаторами и очень жесткими пружинами: такая подвеска не «проглатывает» неровности, а отталкивается от них, колебания кузова при этом увеличиваются.

Сопротивление сжатию подвески создают пружины и амортизаторы. Если на подвеску действует сжимающая сила, от пружин зависит ход подвески, на который она сожмётся. Амортизаторы необходимы для гашения колебаний сжатия-растяжения пружин и создают дополнительное сопротивление ходу. Как быстро произойдёт сжатие или отбой, главным образом зависит от амортизаторов.

При сжатии пружин подвески шток амортизатора перемещается внутрь корпуса амортизатора, амортизатор создаёт сопротивление сжатию. Когда шток амортизатора вытягивается из корпуса, амортизатором создаётся сопротивление так называемого отбоя.



Как правило, на кузовных машинах амортизатор и пружину совмещают в «стойку», которая работает как одно целое.

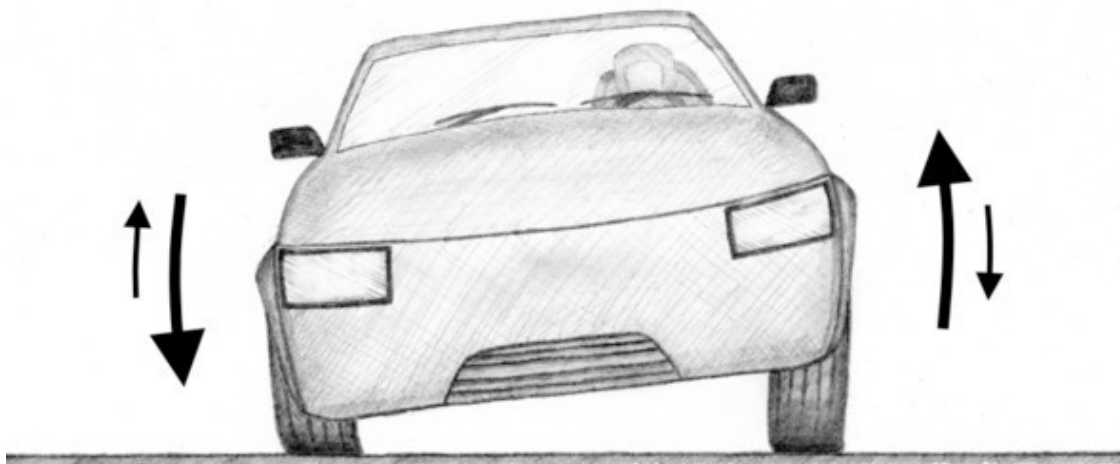


На рисунке изображены силы при ходах сжатия и отбоя. Подвески находятся в обычном состоянии, когда сила тяжести автомобиля уравнивается силой упругости пружин. При воздействии на колесо дополнительной силы оно прижимается к кузову машины, пружина сжимается, шток втягивается в амортизатор. Сжатию препятствует сила упругости пружины и сила сопротивления амортизатора сжатию. Когда колесо отрывается от земли, пружина отталкивает его дальше от кузова машины. Присутствуют сила упругости пружины и сила сопротивления амортизатора отбою, которая препятствует растяжению пружины.

Сопротивления сжатию и отбою на спортивных амортизаторах можно настраивать в зависимости от скорости перемещения штока, тем самым можно регулировать скорость сжатия и отбоя. На малых и больших скоростях перемещения штока можно задать разные значения сопротивления сжатию и отбою амортизатора. Выделяют параметры сопротивления быстрому сжатию и медленному сжатию, быстрому отбою и медленному отбою. Штоки амортизаторов перемещаются медленно, например, при крене кузова во время прохождения поворота. Быстрые сжатия и отбоя происходят при наезде на поребрики, ямы во время движения на большой скорости.

Поперечное раскачивание

Поперечное раскачивание – поочерёдное перемещение центра масс поперёк направления кузова машины (влево-вправо) с увеличивающейся амплитудой. При поперечном раскачивании происходят поочерёдные сжатия и растяжения левых и правых пружин подвесок.

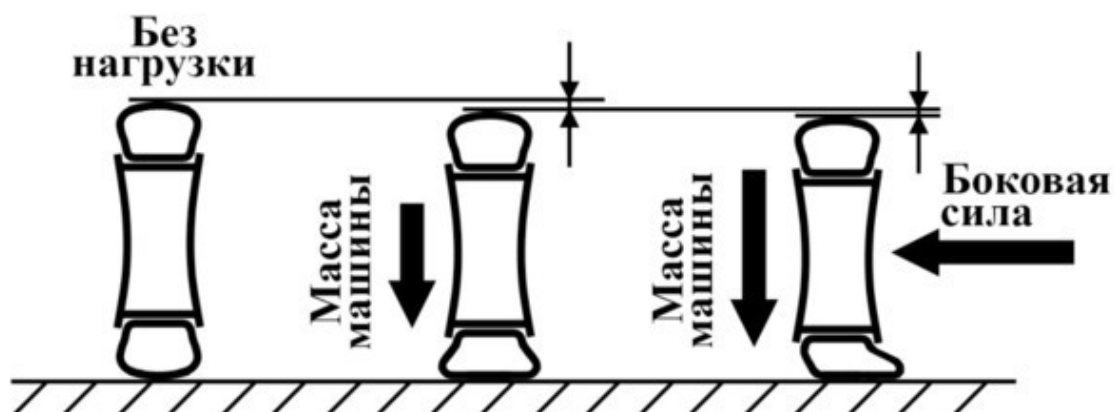


Рассмотрим, где могут накапливаться деформации.

1. *Перемещения жидкостей в ёмкостях.* Основную массу из всех жидкостей составляет топливо в баке, меньшую – масло в поддоне двигателя и охлаждающая жидкость в бачках. Для предотвращения перемещения жидкости изготавливают специальные противоотливные конструкции емкостей, замедляющие или блокирующие перемещение жидкости в баках и прочих ёмкостях. Спортивные автомобили для кольцевых гонок оснащаются поддонами двигателя с противоотливной формой, что позволяет избежать масляного голодания двигателя при прохождении поворотов.

2. *Изгиб кузова.* Кузов не является абсолютно твердым телом, при наличии перегрузки он может деформироваться. Деформация кузова вносит свой вклад в перемещение центра массы. Еще возможны небольшие перемещения мотора.

3. *Деформация шины.* При прохождении поворота на колёса воздействует боковая сила. На внешние по отношению к повороту колёса увеличивается вертикальная нагрузка.



Из-за центробежной силы, которая действует на машину в повороте, резина деформируется, пятно контакта смещается внутрь поворота относительно кузова. Уменьшить боковую нагрузку на колесо и, соответственно, поперечную деформацию шины при прохождении поворота можно при помощи отрицательного развала колёс.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.