



Legends 600. Учебное пособие: Просто о сложном



Никита Котровский

Никита Котровский
Legends 600. Учебное
пособие: Просто о сложном
Серия «Учебное пособие:
просто о сложном», книга 4

*<https://litres.ru/73543564>
SelfPub; 2026*

Аннотация

Итак, энное число лет назад я обещал создать практическое учебное пособие по управлению болидом Legends 600 класса Спортпрототип CN. Причем именно такое пособие, которое бы в максимальной степени объясняло главные принципы быстрой езды на этом спорткаре.

За прошедшее время мною было написано немало тематических произведений, связанных с данной темой. Однако каждое из них в основном касалось какой-то определенной области пилотажа.

Книга Legends 600. Учебное пособие: Просто о сложном призвана объединить основные принципы, дабы стать настольным учебным пособием для каждого пилота этой замечательной американской серии.

Никита Котровский

Legends 600. Учебное пособие: Просто о сложном

Часть 1. Trail Braking - как Трансформация веса

Глава 1. Что такое “Трэйл-брэкинг”?

Начнем, пожалуй, с того, что Trail Braking, как физический акт, не имеет персонального автора (разве что матушку Природу, или Господа Бога). Пилоты “трэйлят” свои спорткары с того самого момента, как у них появились тормоза на всех четырех колесах. Другой разговор, что весьма продолжительное время “Трэйл-брэкинг” не имел никакого номинатива, а следовательно - не рассматривался в качестве элемента управления спортивным автомобилем. Принято считать, что Trail Braking - как один из способов управления спорткаром - “придумал” Стирлинг Мосс. Сие так же верно, как и то, что Марк Донохью “придумал” не последовательное переключение вниз (при торможении), а через передачу: например, с четвертой сразу на вторую etc. “Чепуха! - Пишет Кэрролл Смит, с которым трудно не согласиться. - Гонщики переключались через передачу с тех пор, как была изобретена коробка передач”. Но вот чем мы действительно обязаны Марку Донохью (и что вновь актуализируется в контексте избранной темы), так это постулированием “Колеса

Жизни” - Traction Circle. Да-да, вновь я возвращаюсь к этому явлению, о котором не раз было говорено в предыдущих книгах. Итак: с точки зрения максимального Перфоманса, пилот обязан двигаться по самому краю “Круга”. Припомним, что мы говорили об этом в книге “Колесо Жизни. Повесть о балансе”: ...Мы увидели, что гоночная шина способна генерировать почти одинаковую силу при ускорении, замедлении или прохождении поворотов. Если мы построим график максимальных сил, которые данная шина может развить в каждом из этих направлений, то в итоге получим окружность, которую часто называют «Кругом зацепа». Марк Донохью называл ее «Колесом Жизни». Вопреки распространенному мнению, ни концепция, ни визуализация не новы. Это не собственно круг из-за того, что продольная способность шины немного превышает ее боковые характеристики. Тем не менее, дабы избежать лишних сложностей, мы все равно будем считать это кругом.

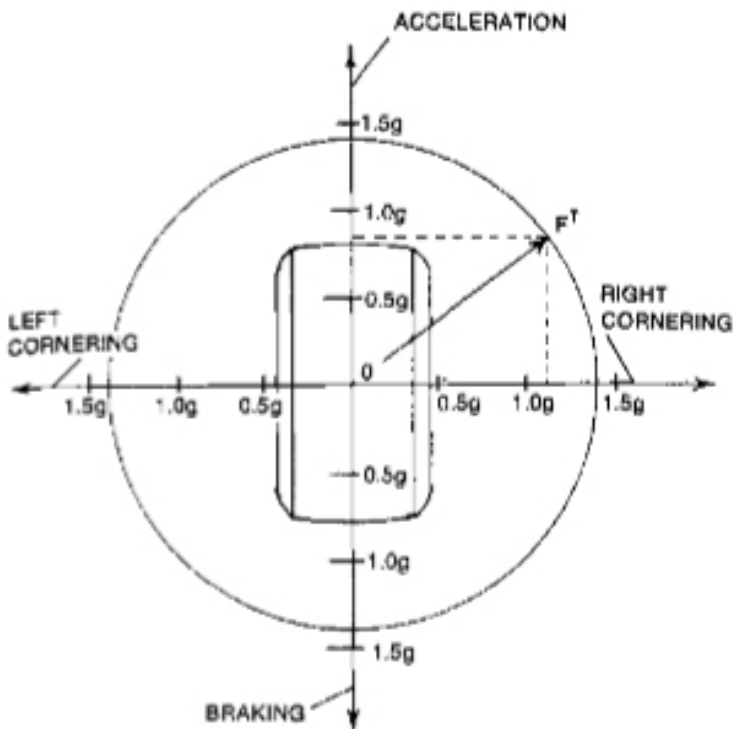


Figure (9): The traction circle—showing vehicle accelerating while turning right.

Глядя на диаграмму, становятся очевидными две вещи:
 Первое. Шина может генерировать либо силу в 1,4 g при

ускорении, либо 1,4 g при прохождении поворотов (примем во внимание, что торможение = ускорение, только со знаком минус). Однако она не может развивать 1,4 g в двух направлениях одновременно. Если шина создает как продольную тягу, так и боковую силу, то она, следовательно, должна генерировать меньшее количество каждой, чем могла бы развить в каждом направлении по отдельности. Это проиллюстрировано вектором с маркировкой FT, который показывает, что шина создает усилие на повороте 1,1 g при ускорении 0,8 g с результирующим вектором силы FT, равным 1,4 g.

НО: благодаря геометрии круга зацепа и результирующим векторам шина, оказывается, может генерировать и действительно генерирует силы в каждом из направлений, сумма которых больше, чем заявленная возможность данной шины. А именно: $1,1 + 0,8 = 1,9$ g.

Другими словами, шина может одновременно воспроизводить энное количество тяги и на торможении, и на вираже, которые, сложенные вместе, будут составлять большую силу, чем шина способна развить в каждом отдельно взятом направлении!

Если мы собираемся использовать весь потенциал производительности, заложенный в наших шинах, то мы должны поддерживать работу колеса на очень высоком уровне суммарного усилия все время, пока автомобиль поворачивает. Мы должны «проехать по краю круга зацепа», сбалансировав (ключевое слово!) торможение, боковую силу на входе и

работу газом таким образом, чтобы результирующие силы, действующие на шину, находились непосредственно внутри границы круга.

Если мы будем следовать доисторическому изречению: «Все торможения выполняйте по прямой, проходите поворот с максимальной скоростью, затем разгоняйтесь на прямой», – мы потратим впустую большую часть потенциала наших шин. И, конечно, потратим уйму времени на прохождение круга.

Что нам нужно сделать – и что инстинктивно делает каждый гонщик – это продолжать торможение на этапе входа в поворот, чтобы, пока шины находятся в процессе наращивания усилия в повороте, они все еще вносили свой вклад в тормозную тягу, – и тогда результирующая линия предела зацепа колеса повторит границу Круга зацепа.

Trailing off переводится как “затихающий”, или уменьшающийся. Что нужно делать (и что интуитивно делает любой хороший пилот) – это модулировать, плавно (но быстро!) отпуская педаль, торможение непосредственно на дуге входа в поворот. Так, чтобы процент торможения колеса, уменьшаясь, гармонично трансформировался в процент его поворота. Именно так, и только так, мы сможем оставаться максимально близко к самому краю Traction Circle.

Кроме этого, мы, как пилоты, обязаны “распускать” автомобиль сразу после апекса, то есть – направлять его в сторону внешнего края трека на выходе из поворота. Зачем? – Таким

образом мы увеличиваем сцепление задних колес, которое, в свою очередь, позволяет раньше и жестче открывать газ. Принцип: кто первый встал на газ и открыл его полностью на прямой, тот и будет первым на подходе к очередному виражу, - этот принцип остается незыблемым! Разгон, в этом смысле, - как бы Trail Braking наоборот: если торможение - это ускорение со знаком минус, то разгон на выходе из виража - “Трэйл-брэкинг” со знаком плюс.

Весь процесс, естественно, требует определенного, точного выбора траектории и (что крайне важно для нас) искусной, выверенной работы с динамической трансформацией веса!

Глава 2. Трансформация веса - как физическое явление

Для начала разберемся с понятиями “масса” и “тяжесть”, или “вес”. При всем разговорном тождестве, на поверку, это - принципиально разные сущности. Если масса говорит о количестве материи в данном теле и меряется килограммами, то тяжесть - это сила, благодаря гравитации воздействующая на поверхность; единица измерения тяжести - Ньютоны (Н). Масса и тяжесть взаимосвязаны: тело массой в 1 кг под воздействием сила в 1 Н изменяет свою скорость на 1 м/с по ходу каждой секунды астрономического времени. Не трудно догадаться, что “масса” - понятие статичное; тогда как “тяжесть” имеет прямое отношение к динамике. Синонимичным “тяжести” полагаю считать понятие “вес”. Таким обра-

зом, “тяжесть” (= “вес”) - ключевое понятие в контексте обсуждаемой темы: “Трансформация веса”.

Самое время припомнить три фундаментальных закона Ньютона, которые определяют движение всех материальных объектов, не исключая и автомобиль. Собственно отталкиваясь именно от автомобиля, рискнем вместе с Брайаном Бекманом (физиком и гонщиком, автором сборника статей *The Physics of Racing*) переформулировать эти законы.

Согласно первому закону Ньютона, прямолинейно и с постоянной скоростьюдвигающийся автомобиль будет сохранять свою скорость и направление ровно до тех пор, пока не подвергнется воздействию той или иной внешней силы. Автомобиль замедляется без видимых причин (воздействий извне) исключительно благодаря силам трения, которые, естественно, в полной мере можно отнести ко внешним силам. Аэродинамические помехи, сопротивление качению шин, трение всеразличных узлов и агрегатов - силы, постоянно и неуклонно замедляющие наше авто; тем не менее, постепенно, - благодаря силе, именуемой “инерция” и приложенной к центру тяжести автомобиля.

Из второго закона следует, что ускорение нашего болида прямо пропорционально силе, к нему приложенной, и обратно пропорционально его массе. $F = ma$, - формула, которую каждый уважающий себя человек должен помнить со школьной скамьи. Из первых двух законов совершенно очевидно, почему конструкторы и дизайнеры спорткаров стре-

мятся к обтекаемым формам, минимизации массы болидов, а также оптимизации работы силовых агрегатов. Чем легче и мощнее автомобиль, тем быстрее он разгоняется; чем лучше его аэродинамические формы, тем меньше сопротивление = трение etc. Все довольно просто.

Наконец, третий закон Ньютона - сила действия равняется силе противодействия - в нашем случае трактуется следующим образом: автомобиль действует на земную поверхность (или, как в системе координат Бекмана, земная поверхность действует на автомобиль), вызывая обратное равное по силе воздействие. Воспользуемся примером с торможением. Замедляя вращение колес, а вместе с ними и сам автомобиль, мы как бы подталкиваем Землю вперед, которая, отвечая взаимностью, толкает нас назад, в итоге останавливая автомобиль.

Именно благодаря трем ньютоновским законам мы способны (обязаны) в зависимости от дорожной ситуации перераспределять вес нашего болида, балансируя им, перекрестно работая доступными органами управления: рулем, газом, тормозом, сцеплением и коробкой передач.

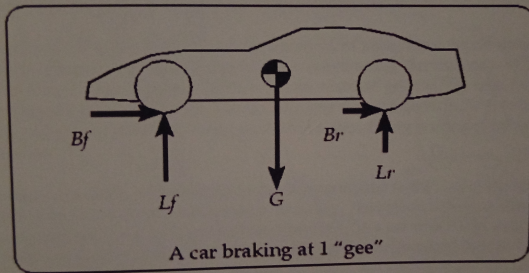
Интуитивно (интуиция = инстинкт, помноженный на опыт) мы знаем, что ускорение автомобиля трансформирует вес на заднюю ось, а значит способно спровоцировать недостаточную поворачиваемость. Торможение перераспределяет вес на передние колеса и может стать причиной избыточной поворачиваемости. На вираже вес трансформирует-

ся на внешние колеса, разгружая внутренние. Трансформация происходит благодаря силам инерции и прикладывается к центру тяжести автомобиля. Очевидно, что чем ниже центр тяжести авто и чем меньше его масса, тем меньше будет трансформация веса, - и, следовательно, тем комфортнее (в гоночном смысле) будет пилотировать данный болид. Вслед за Брайаном Бекманом рассмотрим данный постулат на примере торможения.

<http://phors.locost7.info/contents.htm>

Reformatted 25 April 08

Let us continue analysing braking. Weight transfer during accelerating and cornering are mere variations on the theme. We won't consider subtleties such as suspension and tyre deflection yet. These effects are very important, but secondary. The figure shows a car and the forces on it during a "one g" braking manoeuvre. One g means that the total braking force equals the weight of the car, say, in pounds.



In this figure, the black and white "pie plate" in the centre is the CG. G is the force of gravity that pulls the car toward the centre of the Earth. This is the weight of the car; weight is just another word for the force of gravity. It is a fact of Nature, only fully explained by Albert Einstein, that gravitational forces act through the CG of an object, just like inertia. This fact can be explained at deeper levels, but such an explanation would take us too far off the subject of weight transfer.

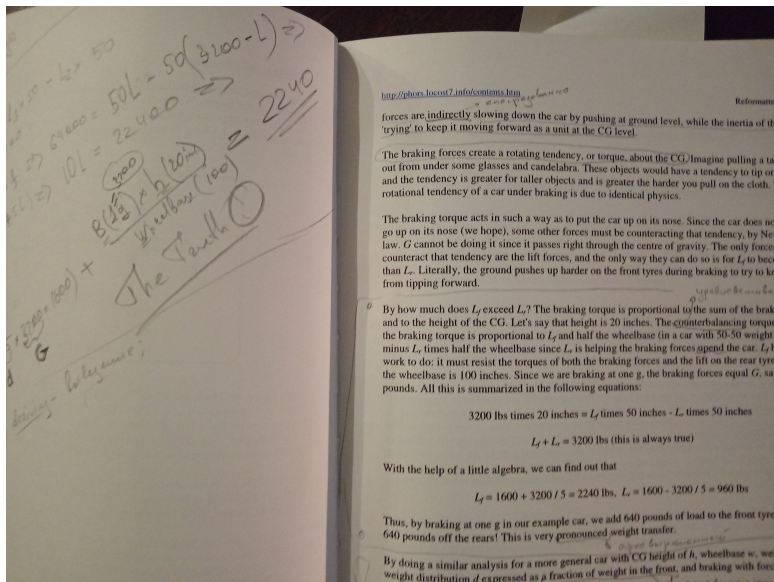
Вектор G - центр тяжести болида; силы гравитации, в том

числе инерция, действуют на автомобиль именно через его центр тяжести. L_f - реакция земной поверхности на вес, сообщаемый передними колесами, L_r - реакция на задние колеса; все согласно третьему закону Ньютона. В состоянии покоя или, что крайне для нас важно, при движении по инерции (накат) и развесовке авто 50/50 L_f будет равно L_r . Отметим, что сумма этих сил, согласно первому закону Ньютона, всегда равняется весу автомобиля G . До тех пор, по крайней мере, пока мы не стали проваливаться или взлетать! Что же происходит на торможении? - Мы нагружаем передок, разгружая корму, - так я формулирую на наших тренировках - практических занятиях. Обратим внимание на вектора сил B_f и B_r : это - тормозные силы. Важно здесь то, что они воздействуют на уровне земной поверхности, тогда как сила инерции продолжает толкать авто на уровне его центра тяжести, который, естественно, выше поверхности Земли. Как следствие, вокруг центра тяжести возникает крутящий момент, который тем больше, чем выше сам центр тяжести и чем значительнее тормозное усилие. Болид как бы хочет перевернуться через собственную “морду”. Приходилось наблюдать стантрайдеров, пережимающих передний тормоз, исполняя “стоппи”? - Нередко они заканчивают упражнение под своим мотоциклом...

Отмечу: явление инерционного крутящего момента и трансформации веса, характерные для торможения, в равной степени относятся и к ускорению автомобиля; только,

понятно, с обратным знаком.

Любителям строгих математических обоснований я настоятельно рекомендую обратиться к сборнику статей The Physics of Racing by Brian Beckman; мы же будем двигаться дальше.



В финале главы подчеркну, задача любого водителя, а тем более - хорошего гоночного пилота, - уметь грамотно работать с весовыми трансформациями, внешними силами; плавно, но быстро перераспределяя их в пользу Баланса спортка-

ра на каком-то вираже, - в пользу следования Traction Circle, “Колесу Жизни”...

Глава 3. Центробежное ускорение - и шина: Закон сцепления

Естественно, что боковое, или центробежное, ускорение в повороте также связано с трансформацией веса и моментом инерции; и также подчиняется трем ньютоновским законам. Центробежная сила, действующая на болид, преодолевающий вираж, прямо пропорциональна весу авто, помноженному на квадрат скорости, и обратно пропорциональна радиусу поворота. Формула лишней раз доказывает, что при прочих равных (в особенности это касается шин) облегченный спорткар сумеет преодолеть тот или иной вираж быстрее, нежели его утяжеленный собрат.

Дабы не ломать себе голову, подставляя рандомно числа в математическую формулу, проследуем вслед за Кэрроллом Смитом в его простом и наглядном сравнении. Представим, что наш спорткар - это камень, крепко-накрепко привязанный к одному краю шнура. Другой край, допустим, прочно закреплен на центрифуге, которая раскручивается с постоянно нарастающей скоростью. Рано или поздно центробежная сила, действующая на шнурок, превысит силу его противодействия, - в этот злополучный момент он порвется, и камень устремится по касательной к окружности, по которой мы его разгоняли. И дай нам Бог не оказаться на его траектории!

Очевидно, что при том же качестве шнура, но более легком камне, критическая скорость вращения (до обрыва) будет выше, достигнув, однако, той же предельной нагрузки, или центробежной силы. Вернемся к нашему гоночному автомобилю: болид - это камень; шнурок - реакция шин на действие центробежной силы. Принцип идентичен:

Более легкий спорткар способен преодолеть данный поворот на большей скорости при том же центробежном ускорении.

Теперь давайте коснемся шнурка, а точнее - шин, выполняющих его функции. Легко прийти к заключению, что трансформация веса генерируется шинами, которые сопротивляются скольжению болида в повороте. Какова же природа сцепления резины и что, при определенных обстоятельствах, провоцирует ее скольжение? - Понятно, что так или иначе воздействуем на шину именно мы с вами - в качестве пилотов; тем или иным образом трансформируя вес спорткара путем разгона (педаль газа), замедления (тормоз) или поворота (рулевое управление). Трансформируя вес, мы можем катиться в поворотах, - в этом случае мы будем уверенно-медленными, - можем двигаться “в упоре” - на пределе сцепления данного колеса с данным покрытием, - а также можем “дубасить” глубоко за пределами возможностей колеса, сиречь в скольжении, - если вы грамотный дрифтер, это будет весьма эффектно, однако, увы, отнюдь не эффективно с точки зрения времени круга.

THE PHYSICS OF
RACING SERIES

by Brian Beckman

Брайан Бекман приводит в пример Тацио Джорджо Нуволари, которого прозвали “Летающий Мантуанец”, - одного из величайших мото- и автогонщиков первой половины прошлого века. Считается, что Нуволари принадлежит фраза. “Двигаясь по трассе, я знаю вес на каждом колесе с погрешностью в пару килограммов”. “Летающий Мантуанец” умудрялся безошибочно точно оперировать весом своего болида, что, безусловно, сильно поспособствовало как его скорости, так и его многочисленным победам.

Теперь проследуем за Бекманом в ходе его крайне простого и доступного каждому эксперимента. Для этого нам потребуется собранное колесо, бытовые весы, дорога с определенным покрытием и собственная физическая сила. Для начала взвесьте колесо, получив некую массу; затем, положив весы между нижней частью колеса и рукой, попробуйте сдвинуть его с места в боковом направлении. Весы укажут силу, которая требуется для того, чтобы колесо данного веса (в динамике это уже вес, а не масса!) на выбранном покрытии “поскользнулось”. Все согласно второму закону Ньютона: $F = ma$. Только в нашем случае “вкуснее” выглядит иная разновидность формулы: $a = F/m$.

Далее нагрузим колесо, прикрутив к нему, например, пару гантель, по 10 кг каждая. И снова попытаемся его “поскользнуть”. Чтобы сдвинуть его в боковом направлении, придать то же ускорение, нам потребуется увеличенная сила, кото-

рая будет прямо пропорциональна приращенному весу; при этом необходимое ускорение останется прежним.

Таким образом, мы, вслед за Бекманом, вправе говорить о фундаментальном законе сцепления: сила, необходимая для того, чтобы сорвать колесо в скольжение, прямо пропорциональна нагрузке на колесо.

Математически закон формулируется следующим образом: сила упора колеса, или предел сцепления шины, должен быть прямо пропорционален весу, или нагрузке, на пятно контакта, помноженный на коэффициент сцепления данной шины.

Поскольку и силу, и вес мы измеряем в Ньютонах (вес - это сила тяжести, а не масса; вспомним вторую главу), то и с точки зрения единиц измерения у нас противоречия отсутствуют!

Можно подвести некий промежуточный, но крайне важный итог. За счет резкой (грубой) трансформации веса - при ускорении ли, торможении или в повороте, - пилот способен превысить сцепление в пятне контакта (или наоборот: понизить его), что, в свою очередь, ведет к потере зацепа и, как следствие, - скольжению. И наоборот: за счет грамотной работы органами управления (педалями газа и тормоза, рулем) можно вернуть утраченное сцепление, восстановив баланс. “Держак” не исчезает внезапно и не пропадает навсегда!

Глава 4. Терминологический словарь

В силу того, что ускорение, замедление, поворачивае-

мость и, в целом, управляемость представляют собой абсолютно значимые величины с точки зрения перфоманса спортивного автомобиля; а также потому, что вес играет ключевую роль в реализации этих процессов, - очевидно, минимизация и грамотное размещение элементов спорткара, влияющих на его развесовку, - большая головная боль инженеров, конструкторов и дизайнеров. Естественным образом формируется инженерный сленг, конструкторское аргю, где находят себе жизнь свои, уникальные, понятия. Подрессоренная и неподрессоренная массы, статическое и динамическое их распределение, полярный момент инерции, удельная мощность etc - термины-явления, которые давно и прочно вошли в обиход автоспортивного языка. Самое время разобраться в лексическом смысле (лексическом значении) данных понятий, дабы апеллировать к ним не поверхностно, однако по сути. На самом деле, это попросту необходимо, чтобы разобраться в нюансах весовой трансформации.

Удельная мощность - весьма обобщенный показатель возможностей болида к линейному ускорению; вычисляется путем деления полной массы авто на его максимальную мощность; измеряется, как вариант, в килограммах на лошадиную силу. Показатель условен потому, что не учитывает целый ряд характеристик силового агрегата (мотор + КП), а также способностей подвески и шин реализовать, так скажем, “двигательный” потенциал на дороге.

Неподрессоренная масса - собственно, смысл следует

из названия: это - часть полной массы автомобиля, не подпружиненная подвеской. К элементам, составляющим неподрессоренную массу, относятся: колеса, ступичные и тормозные механизмы, приводные и/или карданные валы; плюс где-то процентов пятьдесят массы самой подвески. В силу того, что в динамике неподрессоренный вес - сфера контроля амортизаторов (как гасителей вертикальных колебаний для стабилизации шины на пятне контакта с дорогой), - понятно, что чем меньше будет этот вес, тем лучше станет контроль.

Поддрессоренная масса - соответственно, все с точностью до наоборот: это - подпружиненная часть полной массы автомобиля. Шасси, обвес, топливо, двигатель, коробка передач, а также, естественно, и сам пилот - элементы, составляющие поддрессоренную массу.

Соотношение неподрессоренной и поддрессоренной масс, - мы помним, что, согласно третьему закону Ньютона, в интересах равновесного баланса сила действия равняется силе противодействия. В этом смысле, соотношение масс должно быть таковым, чтобы вес (в динамике) неподрессоренных компонентов, сила которых направлена снизу вверх, компенсировалась весом поддрессоренной части, воздействующей сверху вниз. Оптимальным принято считать статическое соотношение 1 на 15: чтобы на килограмм неподрессоренной массы приходилось 15 кг поддрессоренной. “Улучшайзинг” соотношения кроется в минимизации неподрессо-

ренных масс. Однако Кэрролл Смит пишет по этому поводу буквально следующее: “Лично я полагаю, что с точки зрения уменьшения неподдрессоренной массы мы практически исчерпали все ресурсы. Те минимальные выгоды, которые еще можно извлечь в этой сфере, не оправдаются затраченным количеством времени и средств”.

Центр тяжести (ЦТ), - говоря сравнительным языком, если мы подвесим любое материальное тело за его ЦТ, то все его (тела) части будут находиться в состоянии равновесия, или сбалансированности; без тенденций ко вращению. Силы, так или иначе приложенные к телу, воздействуют на него именно через центр тяжести. Принято считать, что у любого гоночного автомобиля есть три пространственных точки баланса - собственно ЦТ, или cg в западных источниках, а также концентрация масс в передней и кормовой части болида. Очевидно, что чем ниже cg нашего болида, тем он более сбалансированный.

Центроидная ось, - если мы аккуратно порежем наш спорткар, аки батон хлеба, то каждый его кусочек будет иметь свой cg , центр тяжести, который именуется центроидом. Соединив полученные точки-центроиды отрезками, мы увидим кривую (именно кривую!), которая и называется центроидная ось. В практическом смысле это нужно потому, что детализирует представление о реалиях трансформации веса спорткара.

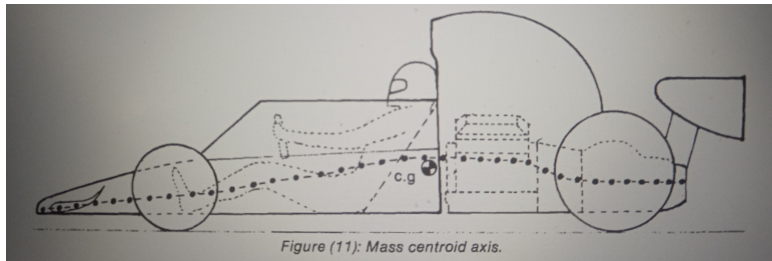


Figure (11): Mass centroid axis.

Центр крена - точка, вокруг которой поддрессоренные массы каждой из трех частей болида (передней, центральной, кормовой) будут крениться под воздействием центробежной силы. В каком-то смысле, это - центры геометрического баланса. Конкретней: центры, на которые боковые силы воздействуют на шасси через пятно контакта шины. Подробнее об этом я говорю в книге “Кольцевой Автоспорт: страсти по Балансу”: в части, касающейся геометрии подвески.

Ось крена - здесь просто: прямая, соединяющая фронтальный и кормовой центры крена.

Момент крена - линейное расстояние между центром крена в каждой из трех частей спорткара и центром концентрации масс в тех же его частях. Например, в серединной части болида моментом крена станет вертикальный отрезок, соединяющий *cg* и ось крена.

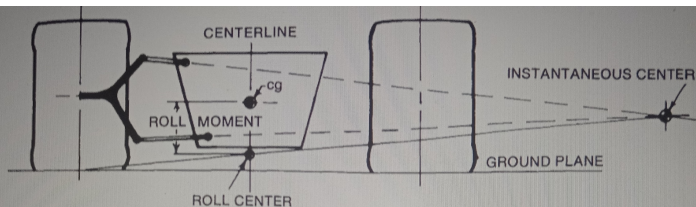


Figure (12): Determination of roll center and roll moment arm.

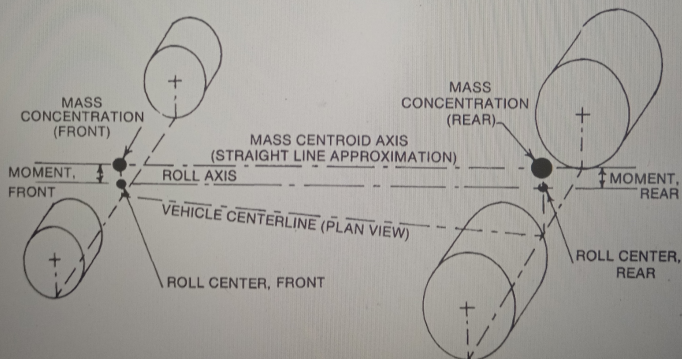
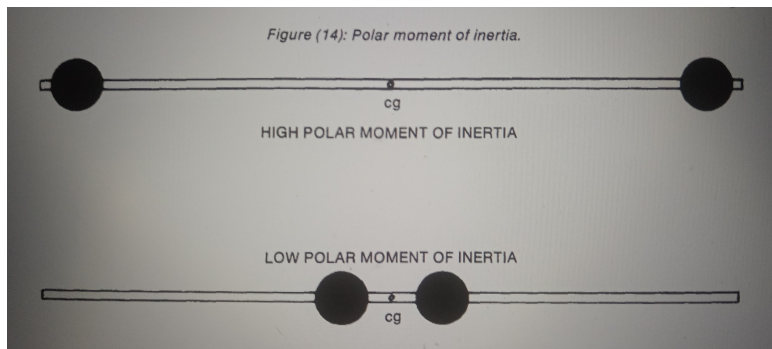


Figure (13): Relationship between roll axis, mass centroid axis and roll moments.

Полярный момент инерции, - например, идеальный болид с низким моментом инерции - это Карт. Он демонстрирует быстрые и острые реакции на рулевое управление, моментально отвечая на любое движение пилота. Собственно, Карт - своего рода абсолют маневренного авто. Касательно больших спорткаров, лучшим по управляемости, сиречь самым маневренным, будет тот, у которого массы сконцентрированы внутри колесной базы и максимально близко к cg. То

есть - среднемоторный спорткар с минимальными свесами на фронтальной и кормовой частях. Отсюда не так уж трудно представить себе, как выглядит “идеальное” гражданское авто с высоким моментом инерции.



Статическое распределение масс - понятие, казалось бы, родственное с полярным моментом инерции; однако не по-верку не имеющее с ним ничего общего. Статическое рас-пределение масс - это о том, в каком соотношении мы рас-пределяем полную массу автомобиля между его осями - пе-редней и задней; также можно говорить о распределении масс между колесами. Перемещая те или иные компоненты нашего болида (например, топливные баки или элементы си-стемы охлаждения etc), мы легко можем менять полярный момент инерции, при этом ничуть не влияя ни на полную массу спорткара, ни на статическое распределение его масс.

В этом контексте Смит подмечает весьма любопытный факт: до массового внедрения аэродинамических элементов в автоспорт, многие конструкторы-дизайнеры иной раз склонялись в пользу высокого полярного момента, полагая, что на больших скоростях именно он (высокий полярный момент) позволит болиду сохранять аэродинамическую стабильность - благодаря силам инерции. А теперь внимательно присмотритесь к двум болидам класса Спортпрототип CN: “Шортка-ту” - и Art Tech Evo GT...



Динамическая трансформация веса - квинтэссенция наших рассуждений, вишенка на торте! Это - нагрузка (вес, тяжесть), которую в процессе движения по треку пилот перемещает (трансформирует) от одного колеса на другое, изменяя моменты сил вокруг центра тяжести и центров крена в зависимости от тех или иных ускорений - разгона, замедления, преодоления виража. Отметим, что динамическая трансформация веса не влияет на полную массу спорткара, - лишь перераспределяет ее влияние между колесами.

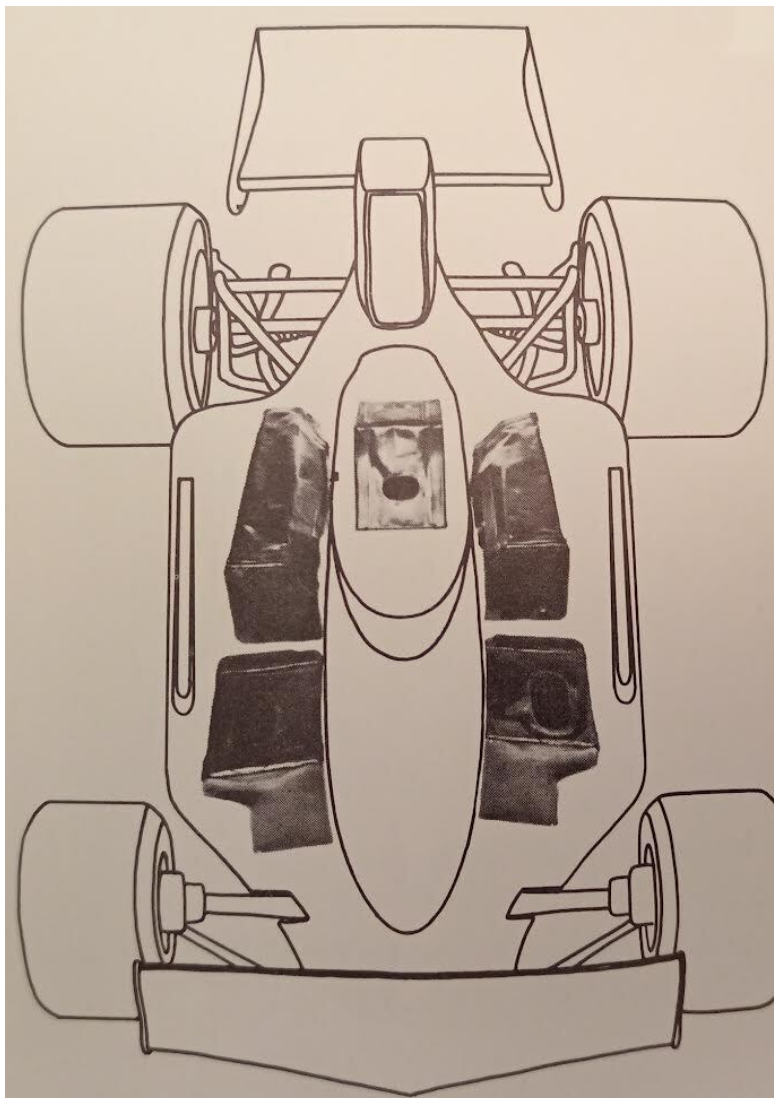
Глава 5. “Исчезающий” вес

Статическое распределение масс, равно как и предусмотренная на стенде вертикальная нагрузка на каждое колесо, изменяется в момент начала движения автомобиля; и меняется постоянно, вплоть до момента полной остановки. Это связано с целым рядом физических причин. Начнем с очевидного: изменение количества топлива в баке (или баках).

Любой спорткар на стартовой решетке, как правило, заправлен под завязку. И с течением гонки, очевидно, количество топлива неизменно уменьшается, - а вместе с этим уменьшается и вес болида. И если в случае, например, такого спорткара, как Legends 600, мы объективно можем пренебречь данным параметром (иной раз нам не хватает топлива элементарно для того, чтобы преодолеть короткий спринтерский заезд на трассах Moscow Raceway или “Игора Драйв”), - то в Ф1 или на длинных кузовных гонках (WEC) этот фактор

нельзя не учитывать. В последнем случае общий суммарный вес автомобиля может меняться примерно на 20 - 25 процентов! Первая мысль, которая приходит в голову: “Так это ведь здорово, ибо одновременно растет удельная мощность болида. А значит, он может двигаться быстрее”. Не факт! - Заявляет Кэрролл Смит. Причина его сомнений кроется в том, что существенное изменения статической массы болида может сильно повлиять на его динамические настройки.

Если у вас “на борту” порядка 100 литров топлива, то, по понятным причинам, изложенным выше, их необходимо разместить максимально симметрично и близко к центру тяжести (cg). А это, в свою очередь, отнюдь не простое дело. На современных болидах Ф1 баки нашли свое место непосредственно в центре масс: сразу за спиной пилота, непосредственно перед силовой установкой. На среднемоторном Porsche Boxster бак разместили продольно - в базе спорткара. Инженеры не сразу пришли к такому решению: обратите внимание, где и каким образом размещались баки на Ferrari 312 В3-74 - болиде первой Формулы образца второй половины прошлого века.



Как бы там ни было, по мере уменьшения количества топлива, а следовательно - и полной массы, центр тяжести спорткара становится немного ниже и чуть смещается назад. Все бы ничего, если б не необходимость поиска утраченных настроек. Пружины передней подвески немедленно реагируют на каждый сожженный литр: дорожный просвет “морды” постепенно, однако неизменно увеличивается. Это, в свою очередь, меняет геометрию в сторону недостаточной поворачиваемости, уменьшая ход подвески; кроме того, поток воздуха, попадающий под все более “курносый” нос, усугубляет ситуацию аэродинамическим андерстиром. В то же самое время, смещение сг в сторону кормы увеличивает нагрузку на задние колеса (очевидно, уменьшая ее на передних), довершая процесс формирования убийственной недостаточной поворачиваемости. Итак, наша задача - разместить топливный бак максимально низко и близко к точке сг; кроме того, симметрично по обе стороны от оси крена.

Так о чем была речь в этой главе, собственно? - Именно о простом и наглядном примере динамической трансформации веса, вызванной ускорением, торможением и маневрированием автомобиля. Далее, сепарируя процесс динамической трансформации, рассмотрим ее с точки зрения продольной, боковой и диагональной проявлений.

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.