


Пол Фрере

**СПОРТИВНЫЕ АВТОМОБИЛИ
И ОСОБЕННОСТИ
ИХ ВОЖДЕНИЯ**





Пол Фрере, многократный победитель гонок “ЛеМан”, пилот “Формулы-1” и европейский редактор журнала “Road & Track”, выпустил новое издание книги, уже ставшей классикой – “Спортивные автомобили и особенности их вождения”.

Впервые увидевшая свет в 1963-м году, “Спортивные автомобили и особенности их вождения” стала настольным справочником по технике вождения. В новом издании Фрере дополнил оригинальный текст ответами на вопросы, которые ставят перед водителями новые автомобильные технологии.

“Спортивные автомобили и особенности их вождения”, снабженная 78-ю фотографиями, иллюстрациями и диаграммами, рекомендована к прочтению и тем, кто просто интересуется гонками, так и тем, кто хочет стать более опытным водителем.

Книга Фрере – это уникальный сплав теории и практики, результат многих лет гоночной практики и работы профессиональным инженером. В этой книге яркие и меткие замечания о том, как получить от автомобиля максимум его возможностей, подкрепляются обсуждениями физики поведения машины, движущейся с большой скоростью.

Спортивные автомобили и особенности их вождения

Пол Фрере
предисловие Фила Хилла

Предупреждение – важное замечание о безопасности. Информация, содержащаяся в этой книге, представляет собой общее изложение практики езды и гонок с использованием примеров и инструкций, которые, как мы надеемся, правильны. Некоторые из практических советов безопасны только в том случае, если они выполняются достаточно опытными, искушенными в скоростной езде и гонках, людьми. Автор и издатель приложили максимум усилий для точного изложения материала книги. Однако необходимо иметь в виду потенциальную опасность быстрой езды и автогонок.

По этим причинам автор и издатель не дают гарантий, явных или подразумеваемых, в том, что информация в этой книге не содержит ошибок, а также в том, что она отвечает требованиям, связанным с какой-либо конкретной практической необходимостью. Автор и издатель также снимают с себя всякую ответственность за прямой, косвенный, случайный или непреднамеренный урон, который может последовать в результате применения примеров, инструкций или другой информации из этой книги.

Автогонки потенциально опасны как для Вас, так и для окружающих. Управляйте машиной на дорогах общего пользования внимательно и ответственно. Не практикуйте спортивной езды где-либо кроме отведенных гоночных трасс. Ни одна книга не сможет научить Вас всем тонкостям гонок и скоростной езды. Нет адекватной замены посещению квалифицированных автошкол, где обучение происходит в безопасных, контролируемых условиях.

© 1963 Paul Frere

© 1992 Paul Frere, Robert Bentley, Inc

© 2005 Paul Frere, RBR

Все права на издание получены по соглашению с Paul Frere.

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Тираж 500 экз. Отпечатано в типографии «UAB Spaudos Konturai» Вильнюс, Литва

Содержание

	Предисловие	8
	Введение	11
Глава 1	Основы	13
Глава 2	Гонки на шоссе и треке	35
Глава 3	Поворот	41
Глава 4	Увод и скольжение	61
Глава 5	От теории к практике	90
Глава 6	Практика, квалификация, гонки	102
Глава 7	Гонка	126
Глава 8	Скорость и безопасность	136
Глава 9	Как стать гонщиком	154
Глава 10	Что следует и что не следует делать	159
Приложение 1	Влияние уклона дорожного полотна и нагрузки на шину на максимальную скорость в повороте ...	165
Приложение 2	Влияние прижимной силы на максимальную скорость в повороте	169
Приложение 3	Влияние полного привода на управляемость	174
	Об авторе	181
	Список рекомендуемых материалов	182

Незабвенной Е. К. посвящается

Предисловие переводчика

6

Дорогой читатель!

Ты держишь в руках знаменательную книгу. Наконец-то, с большим опозданием, спустя два десятка лет после «Основ мастерства» Богданова О. А. и Цыганкова Э. С., читателю предлагается русский перевод полезной книги по технике вождения. От большинства доступной на русском языке литературы эта книга отличается, в первую очередь, глубоким системным подходом к исследованию вопроса и изложению результатов, что оказалось возможным благодаря блестящему европейскому образованию, полученному автором книги. Особенно важным в данном случае является методологически строгий естественно-научный способ исследования, основанный на последовательном применении законов физики к анализу целого ряда прикладных задач динамики колесного транспортного средства. От большинства книг, посвященных вопросам практического управления автомобилем, данную книгу отличает, прежде всего, широкое использование физики, а от теоретической литературы по автомобильной тематике, в частности, по основам безопасности движения – ориентированность на активные действия водителя, а не исследование пассивного поведения автомобиля в тех или иных дорожных ситуациях.

Автор книги намеренно ограничивается в изложении самыми простыми физическими соображениями, не перегружая материал громоздкими выкладками, большая часть которых вынесена в Приложения. Все использованные в книге физические понятия подробнейшим образом пояснены большим количеством конкретных примеров из жизни. Изложение ведется на самом простом уровне, что делает книгу доступной для понимания читателю, владеющему физикой в объеме стандартного курса средней школы. Читателю, заинтересованному в более глубоком исследовании затронутых в книге вопросов, следует обратиться к книге Брайна Бекмана, доступной в интернете: <http://www.phors.locost7.info>

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ряд содержащихся в книге рекомендаций в известной степени противоречат тем, которые можно найти в ранее опубликованной литературе, в частности, в «Основах мастерства». Это касается, например, рекомендаций по выбору передачи в повороте. При чтении книги необходимо критически относиться к подобного рода рекомендациям, учитывая своеобразное понимание автором величины необходимого запаса безопасности при движении в повороте.

При анализе конкретных физических задач автор широко пользуется понятием центробежной силы, а также при необходимости оперирует понятием силы инерции. На наш взгляд, такой подход страдает целым рядом недостатков, но на уровне популярного изложения вопроса его можно признать приемлемым.

При переводе книги мы старались по возможности сохранить авторскую терминологию и стиль изложения. По этой причине вводимые автором англоязычные физические термины, типа полярной инерции (*polar inertia*), в основном оставлены без изменения. Тем не менее, в целях обеспечения терминологического соответствия с известной читателю литературой, ряд терминов заменен устоявшимися в русском языке аналогами, в частности, «*four wheel drift*» и «*proper drift*» переведены как «силовое скольжение» и «управляемый занос» соответственно. От использования термина «вкатывание» решено отказаться.

То же самое относится и к широко применяемой автором английской системе мер и весов. При переводе решено воздержаться от перевода единиц измерения в принятую в Европе метрическую систему мер. На наш взгляд, это не наносит содержанию книги большого ущерба, в связи с тем, что почти все конкретные числовые примеры, приведенные в книге для сравнения, носят в значительной степени иллюстративный характер и не могут служить руководством к действию. Заинтересованному читателю предлагается произвести перевод единиц в метрическую систему мер самостоятельно.

Резюмируя все вышесказанное, приходится признать, что выход книги Пола Фрере на русском языке безусловно является новым словом в русскоязычной автомобильной и спортивной литературе. Переводчик благодарен издателю за любезное приглашение принять участие в работе над проектом.

Предисловие

Несмотря на наше общее пристрастие к автогонкам, мы во многом различались. Мы вышли из таких различных миров: Пол – бельгиец с классическим образованием, я – американец, даже не окончивший колледжа. Я думаю, мы не вполне представляли себе свое сотрудничество, когда впервые встретились в начале 1950-х годов. Тогда я искал любую возможность увидеть Пола Фрере на трассе. Это было в Ле Мане, где нам обоим иногда улыбалась удача. Даже теперь, сорок лет спустя, местом встречи вполне может быть гоночная трасса или одна из тестовых сессий Road and Track в Европе, где мы до сих пор имеем возможность посостязаться в гонках – в очень дружеской манере. Каждый раз, когда я снова встречаю Пола Фрере, он поражает меня.

Есть ли кто-то еще, кто знает и понимает автомобили так же глубоко, как Пол? Мне повезло заниматься делом, в котором я могу совмещать свой бизнес и любимое занятие – ездить на машинах (в основном это ретрокары), но я и в подметки не гоюсь Полу с его огромным опытом. Его замечательная память хранит опыт езды на таких машинах, как Олдсмобиль 1953 года, Лянча Д50 Гран-при, DKW, Порше Инди 500, Феррари F40 – этот список можно продолжать и продолжать. Но поражает не просто большое количество знаний, а их качество. Кажется, что аналитический ум Пола отсеял все лишнее и сохранил только важнейшую информацию.

Я подозреваю, что Пол сохранил все это в памяти так хорошо потому, что, хотя он и был гонщиком экстра-класса – мирового класса, – он никогда не собирался быть чемпионом Гран-при. В числе своих талантов Пол имел необычную для молодого гонщика рациональность, здравый смысл и зрелость. Быть гонщиком Гран-при –

значит всегда ездить на грани, зная, что однажды можно перейти эту грань, сделать шаг, который часто оказывается фатальным. Я с неохотой переходил эту грань, и всегда подозревал, что натура Пола сделала этот шаг для него еще более трудным. Спасибо судьбе, она, скорее всего, помогла Полу выжить в тот наиболее опасный период в истории автомобильных гонок, и позволила донести до нас его бесценный опыт.

Пожалуйста, не надо считать все вышесказанное комплиментом. Возможно, Пол не имел официального титула мирового чемпиона, но кто откажет ему в неофициальной короне чемпиона мира? Пола уважают не только в гоночной среде за многолетнее участие в автогонках. Гораздо большим уважением он пользуется среди ведущих инженеров автомобильных компаний всего мира. Для разработки и испытаний новых машин в этих компаниях нанимают тридцатилетних и сорокалетних дизайнеров и водителей, но до сих пор прислушиваются к мнению Пола. Это как окончательное свидетельство одобрения. Когда мы обмениваемся мнениями о машинах, на которых проехали тесты Road and Track – иногда со скоростью более 200 миль в час – я всегда счастлив, если мы с Полом единомысленны в оценке достоинств и недостатков этих машин.

Аналитические способности Пола-инженера, совпадающие с практическим чутьем Пола-гонщика – вот то, что делает эту книгу такой ценной. Я полностью согласен с комментариями Пола в предисловии, что великие гонщики рождаются со способностью быть чемпионами. Но даже талантливому от природы гонщику требуется изучить на практике очень многое, и эта книга может быть полезна водителям разного уровня.

Для водителя-энтузиаста, желающего улучшить свои навыки и получить максимум возможного от своего автомобиля, Пол дает основы понимания вождения и того, как это соотносится с безопасностью на дороге общего пользования. В особенности полезно, в связи с появлением новейшего поколения полноприводных автомобилей, мнение Пола о динамических различиях машин с приводом на все колеса.

Для тех водителей, которые хотят, прочитав эту книгу, научиться управлять спортивным автомобилем, Пол указывает всю последовательность шагов, начиная от посадки в автомобиле до физики прохождения

ния поворота. Это очень полезно для роста уровня водителей, которые выбрали клубные гонки и, возможно, участвуют в нескольких гонках каждый год.

10 Думаю, серьезные молодые гонщики должны подходить к этой книге по-другому. Они уже могут выполнять большую часть того, о чем написано в этой книге, но Пол поможет им соотнести свои ощущения и понимание того, как они управляют автомобилем, с реальной физикой и динамикой их гоночной машины. Гонщик может выиграть очень много времени на трассе, пользуясь многочисленными уроками этой книги – например, советом о наилучшем моменте переключения передач, основанным на тщательном анализе крутящего момента и мощности двигателя. Приложения, посвященные таким важным вопросам, как угол наклона дороги, нагрузки на шины и основы аэродинамической прижимной силы, рассматривают физические законы, которые не являются частью природного таланта гонщика, а должны быть изучены.

Многие пилоты могут слишком самонадеянно отнестись к себе после прочтения этой книги. Они подумают, что уже знают все, что необходимо знать о скоростной езде на автомобиле. Это большая ошибка. Управление автомобилем, будь то семейный седан, Турбо Порше или Индикар, требует знаний и ответственности, поэтому, прочитав эту книгу, Вы сделаете только первый большой шаг в этом направлении.

Фил Хилл

Чемпион мира 1961-го года в классе «Формула-1»

Введение

В предисловии к оригинальной версии этой книги, написанной еще в 1963 г., сразу после того как я отошел от гоночных дел, говорится: «Я не верю, что даже самая выдающаяся книга или великое множество тренировок способны сделать хорошего пилота из человека, не пригодного для этого от рождения. Начиная с определенного уровня, езда становится спортом, требующим от водителя мгновенных, точных рефлексов и отличного мышления. В этой сфере только те люди, которые обладают незаурядным природным даром и проявляют серьезный интерес к делу, могут достичь вершин».

Я не изменил своего мнения об этом и сегодня. Убежден, что кто-либо столь же одаренный, как Хуан-Мануэль Фанхио, Стирлинг Мосс, Джим Кларк, Ники Лауда, Ален Прост или Айртон Сена – эти великие гонщики последних 35 лет – когда-либо нуждались в каких-нибудь книгах или школах гоночной езды для того, чтобы быстро выделиться из



Автор (в центре) и Оливер Гендебин (справа) принимают поздравления на подиуме после победы в Ле Мане в 1960 году.

12 общей массы. Точно так же опытный профессиональный водитель обладает многолетним опытом, не изучая никаких книг. Те, кому адресована эта книга, не профессионалы, и как правило, не могут посвящать много времени практической езде. Они, безусловно, выиграют от того опыта, который изложен в этой книге, сократят время подготовки, необходимое для достижения удовлетворительных результатов, в каком бы виде соревнований они не участвовали. И поскольку большинство принципов, применяемых к гоночной езде, продиктовано физическими законами, многие из них также могут быть применены к езде по автомагистралям, поскольку они не противоречат правилам дорожного движения. Поэтому, в частности, мы даем и такие советы, которые мало применимы к кольцевым гонкам или ралли, но полезны для улучшения навыков езды по гражданским дорогам. В то же время, склонные к анализу теоретического материала читатели найдут здесь детальное обсуждение основ физики, которым подчиняется движение их автомобиля, и понимание которых поможет им стать отличными водителями.

Большая часть этой книги относится к кольцевым гонкам, а не ралли просто потому, что мой собственный опыт в основном приобретался на кольце. Но в результате того, что современные международные ралли, включая чемпионат мира, состоят в основном из ряда спецучастков, которые требуется проехать за минимальное время, ралли фактически превратились в серию спринтерских дистанций. Разница между ними и кольцевыми гонками часто сводится к грязи на дороге или снегу со льдом, которые сильно ухудшают сцепление по сравнению с асфальтом и, соответственно, требуют другой техники управления, несмотря на то, что законы физики при этом остаются теми же.

Понимание основ этих физических законов и их влияния на поведение машины в экстремальных условиях гонок должно быть полезно для любого водителя, желающего улучшить свои результаты, даже если он/она не намеревается участвовать в гонках – это повысит безопасность на дороге.

ОСНОВЫ

Сперва научитесь быть хорошим водителем!
Являетесь ли Вы хорошим водителем – это вопрос спорный. Очевидно, Вашей семье не понравилось бы, если бы Вы везли ее на воскресный пикник так же, как Вы ехали бы на соревнованиях. Однажды, когда я был на гонках где-то в Европе, моя семья возвращалась домой от друзей, живущих в провинции, с неторопливым джентльменом на большой американской машине.

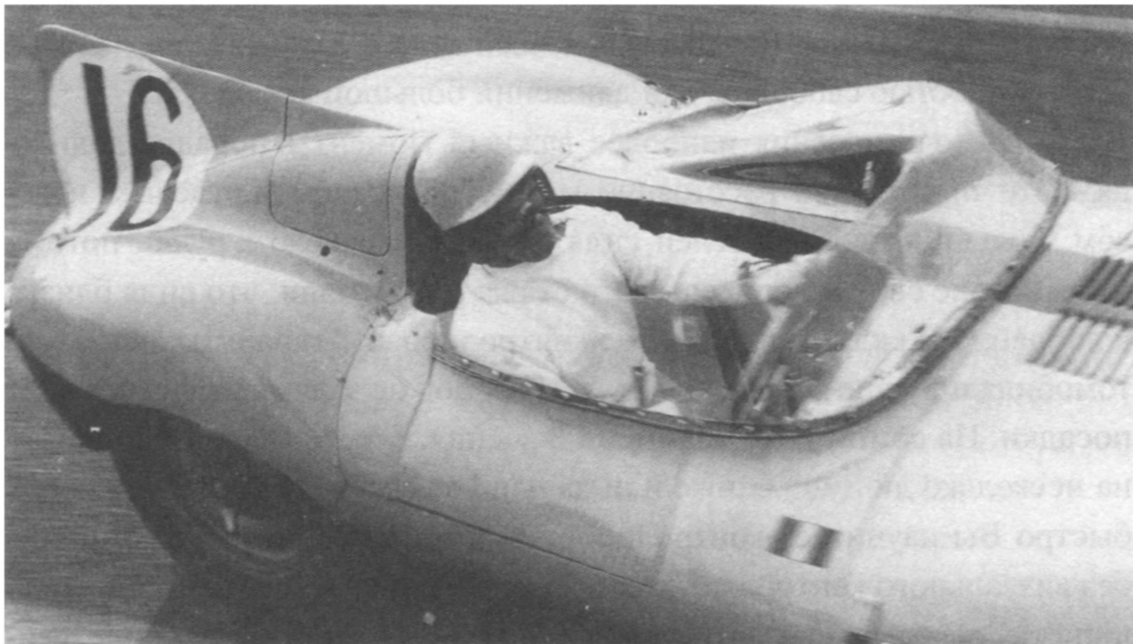


Рис. 1. Автор за рулем Jaguar-D в Ле Мане в 1957 г., где он финишировал четвертым в абсолютном зачете.

Приехав домой, дети сказали своей маме: «Как хорошо ехать потихоньку и не спеша! Как жаль, что папа ездит не так, как этот джентльмен!» Но даже если стиль езды по дорогам общего пользования не совсем тот, что обычно требуется от гонщика, есть общие правила, которые должны соблюдаться в обоих случаях – это как раз то, что отличает хорошего водителя от посредственного.

Посадка

Одним из основных требований хорошего вождения является комфортное и удобное положение водителя за рулем. Не так много водителей полностью осведомлены о его исключительной важности, между тем это не только делает дальние поездки более комфортными, но также улучшает точность и быстроту управляющих действий водителя.

Посадка за рулем должна обеспечивать хорошую поддержку всего тела, но в то же время обеспечивать полную свободу движений, необходимых для управления автомобилем. Водитель должен быть способен нажимать на педали с достаточным усилием без движения тела, и его правая нога должна иметь возможность быстро перемещаться с педали газа на педаль тормоза, не задевая коленом рулевое колесо. В идеале это должно делаться без движения всей ноги в целом. Руки должны быть полностью свободны для движений большой амплитуды.

С моей точки зрения наиболее важный момент в посадке водителя – это правильное расстояние между водителем и рулевым колесом. Большинство водителей сидят слишком близко к рулю, потому что в начале своего водительского стажа они думали, что сидя близко к лобовому стеклу, можно лучше контролировать габариты своего автомобиля и лучше видеть дорогу, и с тех пор не задумывались о смене посадки. На самом деле, не имеет значения, будете Вы видеть дорогу на несколько дюймов ближе или дальше от своего автомобиля, очень быстро Вы научитесь контролировать положение своего автомобиля без визуального контроля. Более того, последнее не относится к большинству современных автомобилей, у которых капот не виден независимо от того, насколько близко сидит водитель.

Если Вы заставите водителя сесть далеко, он, вероятно, будет противиться, потому что не будет чувствовать себя так же безопасно, как

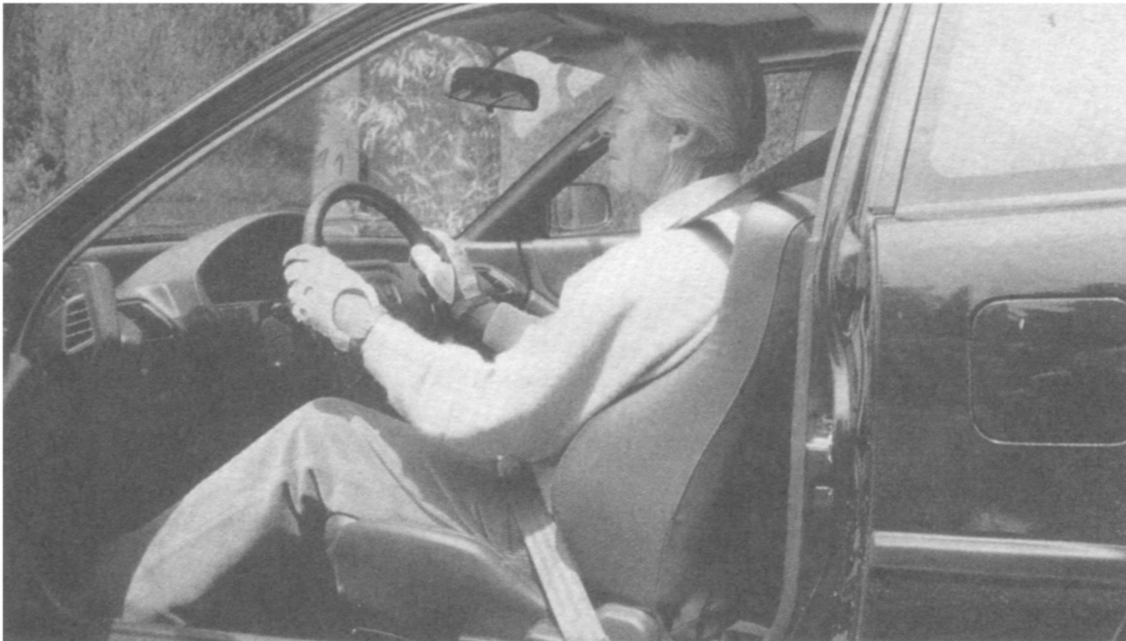


Рис. 2. Правильная посадка водителя. Регулировка сиденья обеспечивает полное нажатие педалей, в то время как дистанция между рулем и сиденьем подобрана так, что руки согнуты в локтях под углом 120 градусов. Руки на рулевом колесе находятся в положении «без пятнадцати три», обеспечивающим рулевые движения большой амплитуды без перехвата рук.

раньше. Но это ощущение весьма скоро исчезнет, и он начнет управлять автомобилем гораздо лучше лишь потому, что более правильно сидит. Одна из причин этого заключается в том, что дальняя посадка не дает возможности повисать на рулевом колесе при прохождении поворотов. Это улучшает точность управления автомобилем и дает водителю более тонкое ощущение дороги. Однако основной смысл дальней посадки заключается в том, что такое положение обеспечивает водителю большую свободу движения. Из нормального положения, при котором руки водителя находятся на рулевом колесе в положении «без пятнадцати три», он может повернуть его почти на пол-оборота в любую сторону, при этом руки не зацепятся за спинку сиденья и полный контроль над рулением сохранится. Для улучшения чувства дороги руки должны быть уравновешены на рулевом колесе, возможно, зацепляясь одним пальцем за спицу рулевого колеса для надежности хвата, но никогда нельзя держать рулевое колесо слишком сильно.

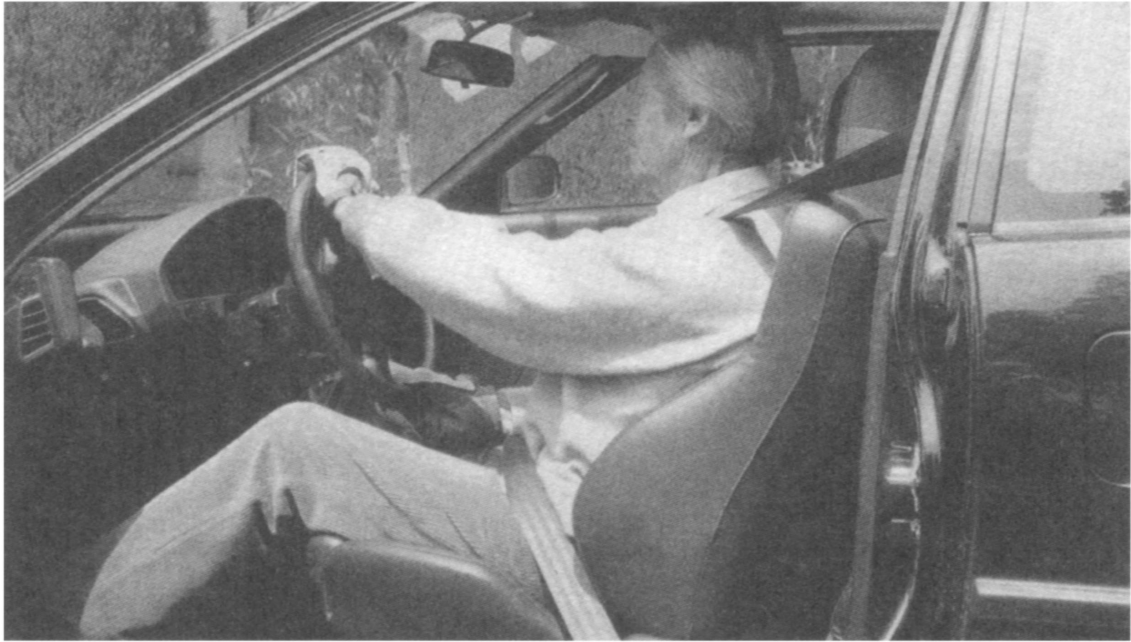


Рис. 3. Расстояние до рулевого колеса исключительно важно и должно быть таким, чтобы при повороте руля на любой угол водитель сохранял полный контакт с креслом для сопротивления центробежной силе.

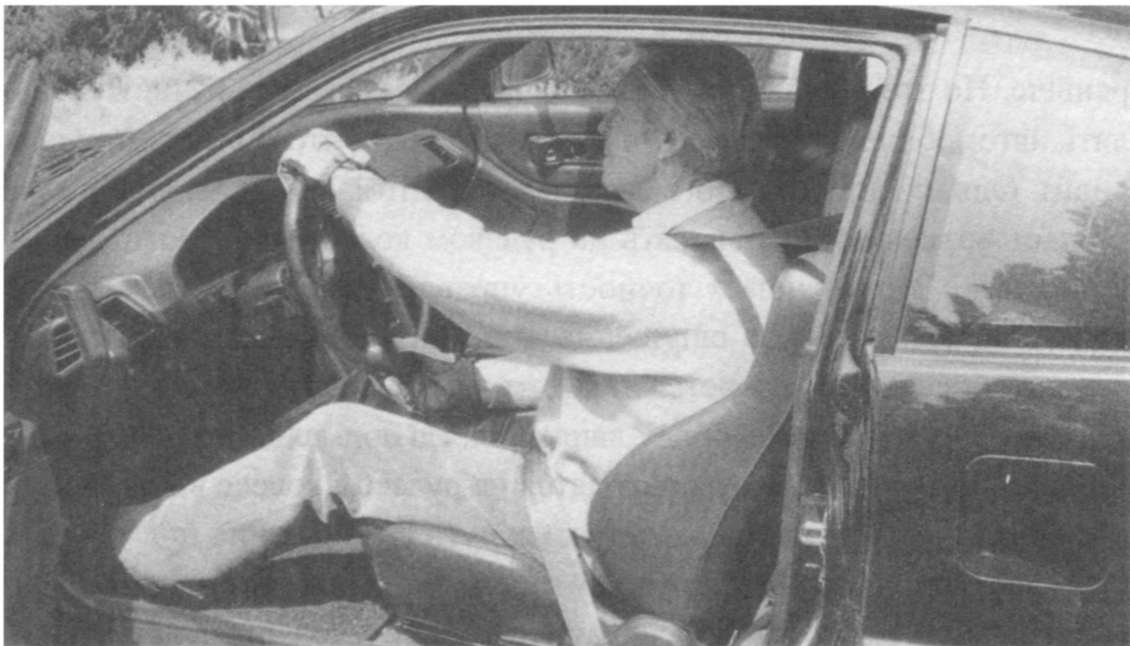


Рис. 4. Здесь водитель находится слишком далеко от руля и его плечи лишены боковой поддержки.

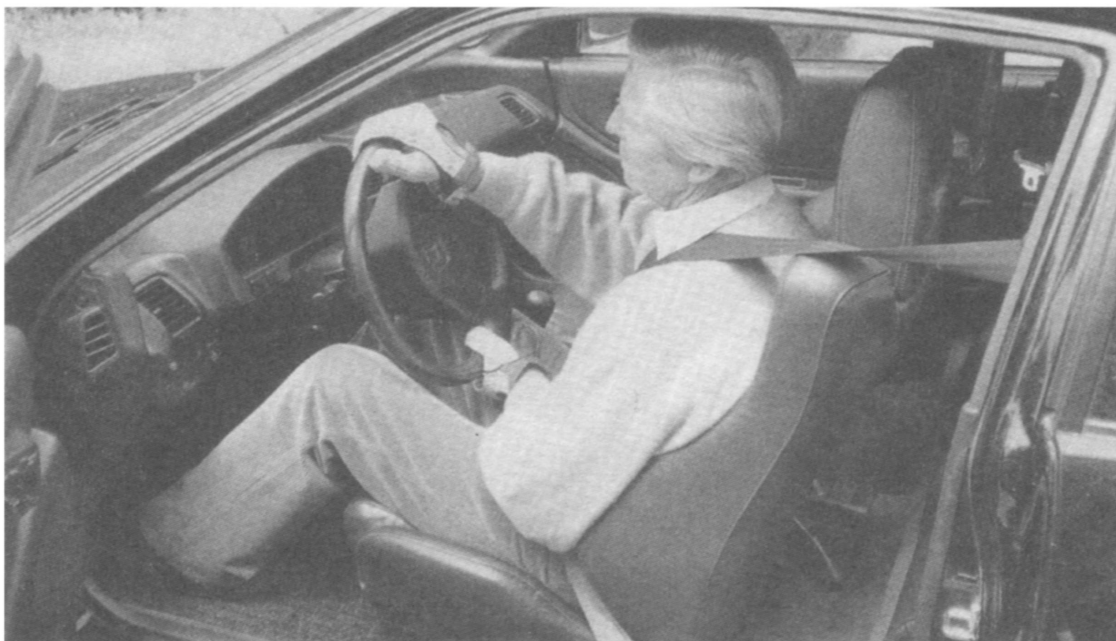


Рис. 5. Если водитель сидит слишком близко к рулю и поворачивает руль на 90 градусов или более, его нижняя рука принимает неудобную позицию и сиденье мешает движению руки.

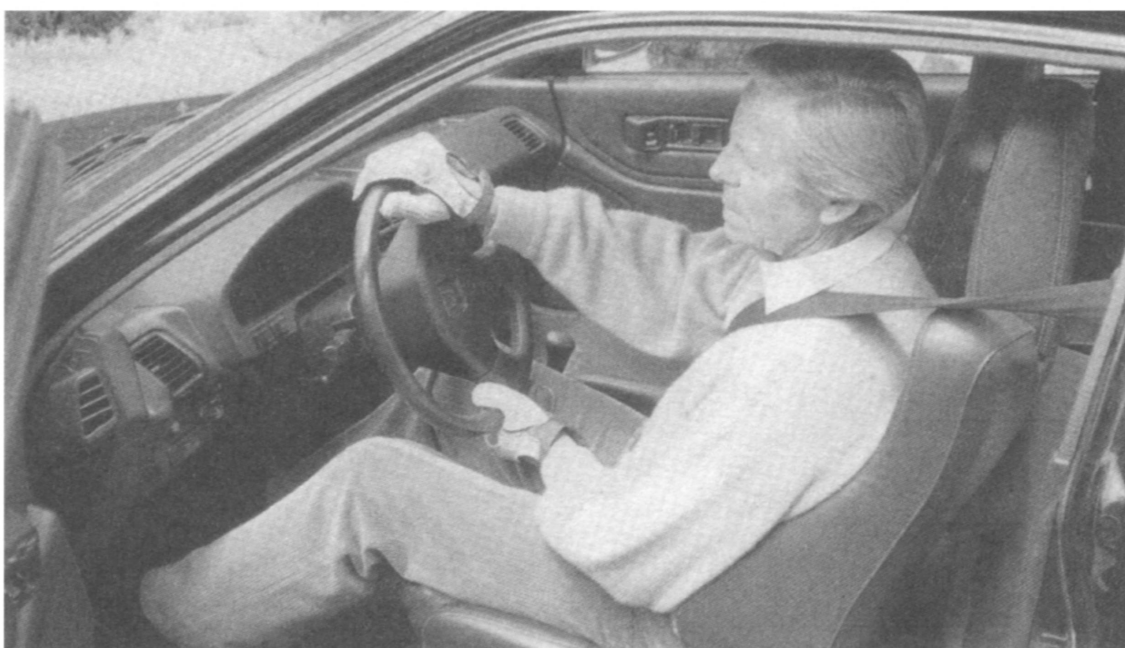


Рис. 6. Здесь показана правильная позиция.



Рис. 7. Рулевое колесо необходимо держать бережно, уравновесив руки на ободу руля для обеспечения хорошей чувствительности. Один из пальцев находится на горизонтальной спице и удерживает руку в необходимом положении без дополнительных усилий.



Рис. 8. Водитель, изо всех сил схватившийся за руль, скорее всего, «чайник».

Наблюдается отчетливая тенденция среди водителей к использованию рулевого колеса как точки опоры против центробежной силы на поворотах – привычка, которая исключает какое бы то ни было чувство руля. Наоборот, водитель должен сидеть достаточно далеко, и если необходимо, вжиматься в кресло, отталкиваясь от пола левой ногой, чтобы максимально использовать боковую поддержку кресла, не прибегая к помощи рулевого колеса.

В гоночном автомобиле водитель всегда имеет гораздо лучшую боковую поддержку, чем в обычном дорожном автомобиле, поскольку гоночные автомобили всегда оснащаются специально сконструированными сиденьями типа «ковш». Такие сиденья не пригодны для обычной езды, потому что посадка и высадка из них довольно затруднительна. Кроме того, по соображениям безопасности, а также для лучшей фиксации положения водителя внутри автомобиля, гоночные автомобили всех классов и групп снабжаются многоточечными ремнями безопасности, жестко фиксирующими водителя в кресле. Такие ремни требуются по Международным правилам безопасности для предотвращения травматизма водителя (и штурмана, если он есть) в салоне автомобиля, снабженного каркасом безопасности.



Рис. 9. Если автомобиль оснащен полноразмерными гоночными ремнями безопасности, водитель жестко удерживается в своем кресле. Если руль находится слишком далеко, управление будет затруднено.

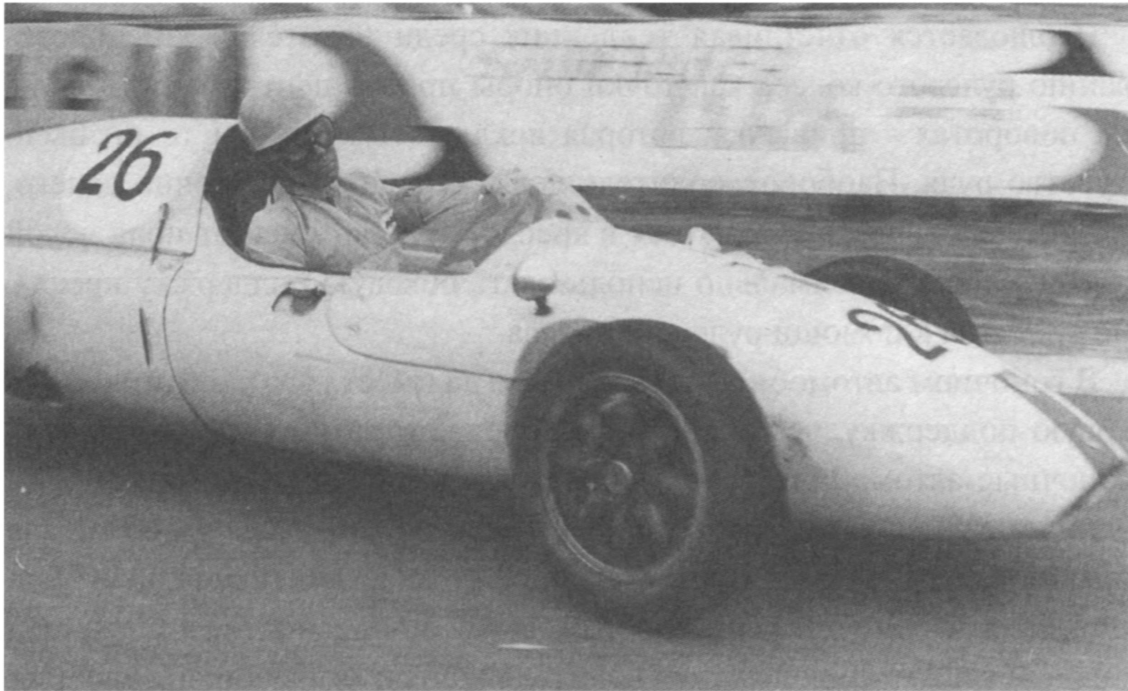


Рис. 10. От теории к практике: автор, управляя автомобилем Cooper Climax, сидит далеко от руля, и на дуге поворота его левая рука полностью выпрямлена. «Формула 2», Гран-при Брюссель, 1960.

Возможна также другая ошибка – слишком далекая посадка. Никогда не следует отодвигать сиденье так далеко, что водитель будет вынужден наклоняться вперед, чтобы дотянуться до наивысшей точки рулевого колеса. Это ухудшает боковую поддержку, обеспечиваемую спинкой сиденья. Лично я предпочитаю такую позицию, при которой без наклона вперед всего тела я могу дотянуться до наивысшей точки руля полностью вытянутой рукой. Посадка никогда не должна определяться расстоянием до педалей. При полностью отрегулированном по рулю кресле очень маловероятно, что педали действительно окажутся слишком близко. Если они оказываются слишком далеко, их положение может быть отрегулировано. На большинстве автомобилей такой функции нет, но это легко поправить с помощью дополнительных накладок на педали.

Многие автомобили имеют регулируемую рулевую колонку, что также помогает получить правильную посадку. Правильное расстояние до руля в большинстве случаев может быть получено регулировкой спинки кресла. При этом кресло находится в положении, со-

ответствующем оптимальному расстоянию по отношению к педалям. Когда положение водительского кресла в направлении вперед-назад отрегулировано, следует уделить внимание регулировке высоты сиденья. Она должна быть выбрана таким образом, чтобы обеспечить максимальную видимость, однако при этом рулевое колесо не должно препятствовать движению ног, и какие-либо другие предметы не должны мешать движению рук. В некоторых автомобилях сиденья регулируются по высоте, в остальных случаях проблема решается специально приспособленными для этого подушками. Однако если постоянно приходится увеличивать высоту сиденья, лучше всего внести изменения в конструкцию штатных креплений кресла, чем использовать подушки, не предназначенные для использования с конкретным креслом, и которые, скорее всего, приведут к ухудшению комфорта в дальних поездках и чувства машины.

Переключение передач

На заре автомобилестроения переключение передач было главной головной болью водителей-новичков. Современные синхронизированные коробки, однако, упростили задачу водителя до такой степени, что переключать передачи теперь способен даже неопытный водитель, по крайней мере, без этого ужасного шума. Тем не менее, по способу переключения передач хорошего водителя легко отличить от новичка. Разница заключается в основном в технике работы педалями газа и сцепления, а не в собственно способе переключения. Хорошо известно, что при данной скорости движения по дороге двигатель работает на различных оборотах, в зависимости от включенной передачи. Следовательно, когда водитель выжимает сцепление и включает новую передачу, обороты двигателя должны быть доведены до значений соответствующих скорости движения при данной передаче, чтобы избежать рывка при включении сцепления. Это очень легко делается при переключении вверх, например, с третьей передачи на четвертую, поскольку в этом случае в течение времени, необходимого на движение рычага из одной позиции в другую, вращение коленчатого вала двигателя замедляется в достаточной степени для плавного продолжения движения на повышенной передаче.

При переключении передач вниз двигатель необходимо дополнительно раскрутить во время переключения передачи. Здесь требуется весьма аккуратная работа, поскольку двигатель должен быть доведен до определенной частоты оборотов, чтобы избежать рывка при включении сцепления. Более того, если переключение вниз делается в целях увеличения динамики при ускорении или при подъеме в гору, плавное переключение может быть получено только при условии дополнительного разгона двигателя в момент переключения.

По этой причине, несмотря на современные синхронизирующие механизмы, многие водители продолжают практиковать технику двойного выжима сцепления. Это значит, что когда рычаг коробки передач переводится в нейтральное положение, педаль сцепления отпускается на короткое время, в течение которого происходит разгон двигателя. После этого педаль сцепления нажимается снова и включается пониженная передача. Это позволяет плавно увеличивать обороты двигателя четко дозированной подачей газа, а кроме того, уменьшает износ конусов синхронизаторов коробки передач. На гоночном автомобиле двойной выжим сцепления является обязательным, потому что лишь очень немногие из них оснащены синхронизированными коробками передач. Но при сближенных передаточных числах кулачковых гоночных коробок передач и малоинерционных многодисковых сцеплениях, используемых на большинстве гоночных машин, водитель обычно просто слегка выжимает сцепление, увеличивая при этом обороты двигателя, и перемещает рычаг КПП. На мотоциклах, где используются КПП такого типа, это является обычной практикой.

Момент переключения передач

Момент переключения передачи зависит от поставленной задачи. Это может быть максимальная отдача мощности, минимальный расход топлива или минимальный износ механизмов автомобиля. В зависимости от поставленной цели применяется различная техника переключения передач.

Если необходимо добиться минимального расхода топлива, следует помнить, что на бензиновом двигателе удельное потребление топлива снижается с увеличением нагрузки. Это значит, что в данных усло-



Рис. 11. Пример идеальной посадки – Оливер Гендебин во время своего победного заезда в Ле Мане на Феррари, 1958.

виях при данной скорости движения машины, двигатель использует меньше топлива на меньших оборотах (то есть на повышенной передаче) при открытом дросселе, чем при больших оборотах на пониженной передаче с прикрытым дросселем. Следовательно, для достижения минимального расхода топлива обороты двигателя должны поддерживаться на минимально возможных значениях. Однако они должны быть достаточно высоки, то есть быть за пределами зоны малых оборотов, где эффективность резко падает. В этой связи необходимо помнить, что наиболее эффективный диапазон работы двигателя располагается вблизи зоны максимального крутящего момента. Ниже этого диапазона эффективность падает и удельное потребление топлива растет, потому что фазы газораспределения не подходят для столь малых оборотов и растут потери в результате неполного сгорания смеси и плохой продувки цилиндров.

Если задаться целью максимальной экономии, переключать передачи следует таким образом, чтобы двигатель работал с достаточно высокой нагрузкой в диапазоне максимального крутящего момента, причем на не слишком высоких скоростях, когда увеличение тяги сводит на нет малый удельный расход топлива.

Для минимального износа обороты двигателя также должны поддерживаться в средней зоне, но нельзя давать полный газ на высоких передачах, если обороты не превышают одной трети от максимальных. При этом инерционные силы частично уравнивают высокое давление газа, передаваемое подшипниками на поршни и шатуны при полностью открытом дросселе. Очень большие обороты, однако, приведут к очень большим силам инерции (которые растут пропорционально квадрату скорости вращения) и соответственно большим напряжениям во всех движущихся частях. Езда внатяг на малых оборотах не только создает большое давление газа, но также может привести к прогару клапанов в потоке горячих выхлопных газов, поскольку они открываются и закрываются относительно медленно.

Главной целью гонщика на соревнованиях является максимальная отдача мощности. Очевидно, что чем выше тяга на ведущих колесах автомобиля, тем быстрее будет его ускорение. Радиус колес постоянен, а тяга пропорциональна крутящему моменту, приложенному к их ведущим валам. Пренебрегая механическими потерями, этот момент в свою очередь равен моменту, развиваемому двигателем, умноженному на передаточные числа коробки передач и главной пары.

Следовательно, если ведущие колеса имеют радиус 1 фут и двигатель развивает момент 100 фунтов/фут, который передается коробкой с передаточным числом последней передачи 1:1 и главной парой 4:1, то момент на ведущих валах колес равен 400 фунтов/фут, и полученная тяга будет равна 400 фунтам. На самом деле в результате механических потерь тяга будет приблизительно на 10 процентов меньше, то есть около 360 фунтов. В дальнейшем для простоты мы будем пренебрегать механическими потерями, которые незначительно увеличиваются с ростом передаточного числа трансмиссии.

Часто говорят и пишут, что для получения максимального ускорения нет смысла превышать обороты максимального крутящего момента на промежуточных передачах. Это совершенно неправильно, в чем легко убедиться.

Возьмем в качестве примера Порше Каррера, двигатель которого развивает приблизительно постоянный крутящий момент между 4500 и 5800 об/мин, с максимумом 228 фунтов на фут при 4800 об/мин. Четвертая и пятая передачи имеют передаточные числа 1.086:1 и 0.868:1

соответственно, при передаточном числе главной пары 3.44:1. Полное передаточное число трансмиссии, таким образом, равно 3.74 и 2.91 соответственно на четвертой и пятой передачах, причем радиус качения задних колес равен 1.007 фут, который мы приблизительно будем считать равным просто одному футу.

Пренебрегая потерями трансмиссии, максимальная возможная тяга равна произведению крутящего момента двигателя на полное передаточное число трансмиссии, деленному на радиус ведущих колес. На четвертой передаче это будет $228 \times 3.74 / 1 = 853$ фунта, при 4800 оборотах в минуту. Если мы в этот момент включим пятую передачу, обороты двигателя упадут до $4800 \times 2.99 / 3.74 = 3837$ об/мин, на которых крутящий момент двигателя равен 219 фунтов на фут (см. кривую момента двигателя) и тяга упадет до $219 \times 2.99 / 1 = 658$ фунтов на фут. Ускорение тем самым значительно уменьшится.

Легко сосчитать, что наилучший момент для переключения передач наступает при оборотах чуть выше 6600 об/мин, при которых двигатель развивает момент 196 фунтов на фут, соответствующих тяге $196 \times 3.74 / 1 = 732$ фунта на фут. Включение пятой передачи в этот момент уменьшит обороты до 5276 об/мин при моменте 240 фунтов/фут, при этом тяга составит 718 фунтов. Идеальные обороты для переключения составляли бы 6620 об/мин, при которых тяга на четвертой и пятой передачах равны. Это лишь на 80 об/мин меньше максимальных оборотов двигателя. Поскольку нижние передачи менее сближены, чем четвертая и пятая (как правило, на всех машинах), остальные переключения вверх должны делаться с допустимым запасом, если требуется максимальная отдача мощности.

Если двигатель развивает максимальный крутящий момент на относительно низких оборотах (например, одна треть от оборотов максимальной мощности или меньше), полезно бывает раннее переключение, но на гоночных автомобилях такого не бывает, потому что значения оборотов максимальной мощности и максимального крутящего момента на них обычно близки.

Автоматическая трансмиссия

Кто-то однажды заметил, что автоматические коробки передач исключительно хорошо работают на машинах, на которых коробка пе-

26

редач не нужна вообще. Изначально в этом была доля правды: автоматические коробки обычно удовлетворительно работали только на мощных и, в основном, дорогих автомобилях. Вероятно поэтому, по крайней мере, в Европе, люди их не покупали. Наиболее типичная отговорка, разумеется, основывалась на том, что они слишком хорошо водят машину, чтобы возлагать переключение передач на автоматический агрегат, и предпочитают оставить это за собой. По моему опыту, это в 90 процентах случаев не так, поскольку момент переключения передач гораздо точнее определяется автоматом, который к тому же делает это более плавно. Кроме того, современные автоматические трансмиссии имеют весьма высокий КПД, так что они вряд ли расходуют больше мощности и топлива, чем ручные коробки.

До последнего времени единственной реальной проблемой с автоматической коробкой было то, что она не способна думать и следовательно, прогнозировать. Все они были сконструированы таким образом, что при отпускании педали газа на нижней передаче немедленно включалась следующая. Это относится к абсолютно различным конструкциям. На извилистых, а особенно на горных дорогах, где быстрая езда требует резких ускорений, сменяемых торможениями, это чрезвычайно неудобно, поскольку каждый раз при входе в поворот трансмиссия переключается обратно на высшую передачу. Когда педаль газа снова нажимается, драгоценное время теряется на разгон двигателя и включается низшая передача. При этом теряется точный контроль над мощностью, приложенной к ведущим колесам, что может привести к внезапной, иногда опасной, пробуксовке колес. Таким образом, если желательно получить наилучший результат при автоматической трансмиссии, должна быть предусмотрена возможность принудительного включения водителем пониженной передачи в тех случаях, когда это необходимо. Такой возможностью снабжены все лучшие автоматические трансмиссии.

Совсем недавно благодаря прогрессу электроники, появились «интеллектуальные» автоматические трансмиссии, в которых программа переключения передач зависит от способа управления автомобилем. Датчики регистрируют движения педали газа, скорость машины и боковые ускорения на повороте, и все эти данные обрабатываются компьютером, управляющим программой переключения. Быстрые

движения педали газа и большие центробежные силы указывают на агрессивный стиль вождения, и компьютер предотвращает включение высшей передачи до момента достижения максимальных оборотов, а также в течение некоторого времени после отпущения педали газа, позволяя водителю сохранять контроль над мощностью. При этом не происходит потерь времени на бесполезные переключения передач вверх и вниз.

Поскольку в автомобилях с автоматической трансмиссией имеются только две педали, кажется весьма нелогичным пользоваться только правой ногой для работы с обеими педалями, оставляя левую ногу «без работы». Тесты, сделанные мной, показывают, что неторопливый перенос ноги с одной педали на другую требует около двух десятых секунды, которые добавляются ко времени реакции водителя. В течение двух десятых секунды на скорости шестьдесят миль в час автомобиль без торможения проходит расстояние около 24 футов, которые в городском движении легко могут составить разницу между легким испугом и дорогостоящим кузовным ремонтом, если не хуже. Торможение левой ногой, если однажды им овладеть, увеличивает пределы безопасной езды, а также делает движение в потоке более плавным за счет более плавных переходов от ускорения к торможению – тех самых переходов, из которых в основном состоит плотное рабочее движение. Поскольку все болиды класса «Формула-1» используют полуавтоматическую трансмиссию, большинство чемпионов сейчас используют технику торможения левой ногой, и педальный узел устроен соответствующим образом.

Большинство водителей, разумеется, немедленно обнаружат, что их левая нога недостаточно тренирована, чтобы обеспечить точный контроль, который требуется при торможении. Это может стать особой проблемой для водителя, который использует попеременно два автомобиля – один с педалью сцепления, а другой без. Но это всего лишь дело привычки, которую легко приобрести, тренируясь на свободной дороге. Лично я никогда не считал это большой проблемой, особенно если эти два автомобиля достаточно различны. Однако проблема может возникнуть, если это два во всем остальном идентичных автомобиля, которые приходится часто менять друг на друга.

Торможение

В природе ничто не исчезает бесследно. Тепловая энергия сгорания топлива превращается в кинетическую энергию движения автомобиля. По мере движения она превращается обратно в тепло, вырабатываемое в различных подшипниках автомобиля, покрышках и так далее. Все это тепло в конечном счете поглощается окружающим воздухом. Торможение всего лишь ускоряет этот процесс за счет быстрого нагревания тормозных барабанов или дисков, что приводит к поглощению большей кинетической энергии за более короткое время.

Основная проблема с торможением заключается в том, что вырабатываемое тормозами тепло не может поглощаться окружающим воздухом достаточно быстро, так что тормоза быстро разогреваются до высоких температур. Это различие между скоростью выделения и поглощения тепла окружающим воздухом растет с увеличением веса автомобиля и скорости его движения, при данном размере тормозного диска. Поскольку размер диска невозможно увеличивать пропорционально весу и скорости автомобиля, быстрая езда по извилистой дороге или в плотном потоке, связанная с частыми торможениями при больших скоростях, может привести к очень высоким температурам дисков и колодок. Температуры могут достигнуть еще более высоких значений, если тормоза используются почти непрерывно, например, при длинном спуске на горной дороге.

Эти высокие температуры могут привести к ослаблению тормозов, которое вызывается уменьшением коэффициента трения колодок при очень больших температурах. Гоночные колодки гораздо меньше подвержены этому – на самом деле они обычно имеют малый коэффициент трения в холодном состоянии – но они требуют больших усилий на педали тормоза, что ускоряет износ тормозного диска. Очень высокие температуры также могут довести тормозную жидкость до кипения, что приведет к увеличению хода педали. Это должно быть немедленно замечено водителем, поскольку даже очень малое количество кипящей тормозной жидкости приведет к тому, что педаль тормоза просто провалится до пола – в отличие от холодной тормозной жидкости, ее кипящая часть сжимаема. Особенно важно после кратковременной остановки на 15–20 минут после движения с очень горячими тормозами еще раз нажать педаль тормоза для контроля. Пока машина

находится в покое, тепло переходит от собственно тормозов к жидкости, находящейся в тормозных цилиндрах. Тормоза, которые исправно работали в движении, могут оказаться абсолютно неработоспособны после кратковременной стоянки. Также следует помнить, что тормозная жидкость со временем обогащается воздухом, что приводит к постепенному снижению ее температуры кипения. Следовательно, тормозная жидкость подлежит периодической замене. Для гражданских автомобилей производитель обычно рекомендует производить замену один раз в год или два года.

Разумеется, тормоза могут быть в значительной степени разгружены использованием двигателя в качестве тормоза, путем включения пониженной передачи, как только скорость уменьшится достаточно, так что это станет возможным без превышения максимального числа оборотов двигателя. При этом двигатель возьмет на себя часть работы тормозов. Это хорошая мера предосторожности при длинном спуске на горной дороге, но это усиливает износ двигателя. Так что, если только нет риска отказа тормозов, пользуйтесь для уменьшения скорости рабочим тормозом, а не двигателем. Заменить тормозные колодки проще и дешевле, чем двигатель!

Полушутя-полусерьезно говорят, что чем меньше гонщик пользуется тормозами, тем быстрее он едет. Это, разумеется, правда, поскольку тормоза никогда не приводят автомобиль в движение, и следует всячески избегать торможения без необходимости. Но если торможение все же необходимо, оно должно быть максимально интенсивным, чтобы потери времени при этом были бы минимальны. Представьте себе автомобиль, едущий по прямой со скоростью 150 миль в час, приближающийся к повороту, войти в который можно лишь на скорости 30 миль в час. Очевидно, поворот будет пройден быстрее, если скорость 150 миль в час будет погашена на дистанции 110 ярдов от поворота, при этом водитель должен будет тормозить весьма интенсивно, нежели чем за 1000 ярдов до поворота отпустить газ, и ждать замедления за счет торможения двигателем и сопротивления воздуха. В первом случае, скорость 150 миль в час сохранится вплоть до точки начала торможения за 110 ярдов до входа в поворот, в то время как во втором случае последние 890 ярдов после начала замедления будут пройдены с постепенно уменьшающейся скоростью. Тем не менее, из двух

гонщиков, которые могут ехать одинаково быстро, лучшим является тот, который меньше другого пользуется тормозами. В случае необходимости, он будет иметь возможность дополнительно увеличить скорость своего движения за счет более интенсивного торможения.

На обычных дорогах особенно часто приходится наблюдать торможение без необходимости, чего можно избежать с помощью прогнозирования развития ситуации. Это позволит сберечь не только время, но также и топливо, тормозные колодки и шины. Мы вернемся к этому в дальнейшем.

Одна из наиболее трудных задач, с которыми сталкивается водитель, это контроль над тормозным усилием, необходимым для данной дорожной обстановки, особенно на скользких покрытиях. Кроме сравнительно малых скоростей, тормозной путь растет при заблокированных колесах. Это значит, что для достижения минимального тормозного пути с большой начальной скоростью, торможение должно быть достаточно сильным для удерживания колес на грани блокировки, однако не допуская собственно блокировки. Если колесо действительно заблокировано, это не только увеличивает тормозной путь, но и лишает колесо способности направлять автомобиль, так что может начаться движение юзом. Блокировка передних колес делает руление невозможным, что является частой причиной аварий, которых можно было бы избежать, более аккуратно пользуясь тормозами. Обычная паническая реакция среднего водителя на такую ситуацию – усиление давления на педаль тормоза. Правильной реакцией должно быть умеренное снижение тормозного усилия, чтобы дать колесам возможность восстановить сцепление с дорогой. Необходимо признать, что такая реакция требует весьма большой практики, и не всегда просто точно определить момент, когда колеса вновь начинают вращаться. Если блокировка колес неизбежна, тогда следует хотя бы попытаться предотвратить надвигающуюся аварию. Для этого педаль должна быть отпущена в последний момент, чтобы разблокировать колеса и отрулить в сторону от препятствия.

Водители, которые, по их мнению, не обладают достаточной чувствительностью, могут использовать другой способ, несколько менее эффективный. Он заключается в сильном нажатии на педаль, затем значительном ее отпуске, и новом нажатии с последующим отпус-

канием педали. Это дает колесам возможность разблокироваться, если первоначальное сильное нажатие на педаль тормоза привело к блокировке колес. Это в точности то, что делают антиблокировочные системы (АБС). Электроника делает это гораздо лучше, чем самый опытный водитель. Она не только нажимает и отпускает тормоз гораздо быстрее, но и обладает своего рода предчувствием: уменьшает тормозное усилие перед тем, как колеса реально заблокируются и увеличивает его перед тем, как колеса вновь начнут нормально катиться. При этом колесо продолжает катиться, но на грани блокировки, со скоростью немного меньшей, чем оно катилось бы без торможения. Но следует помнить, что на неровной дороге АБС может сильно увеличить тормозной путь.

Перегазовка пяткой

Для того чтобы сэкономить максимум времени, желательно после каждого замедления автомобиля иметь возможность немедленно перейти к ускорению, как только это потребуется. Это значит, что необходимая передача должна быть включена заблаговременно, так чтобы водитель мог дать максимальный крутящий момент на колеса при первом же касании педали газа. Это также требуется по соображениям безопасности, поскольку в аварийной ситуации резкое ускорение требуется так же часто, как и резкое торможение, особенно в плотном потоке.

Если цель движения – ехать максимально быстро, то в этом случае для значительного замедления автомобиля необходимо использовать тормоза. Мы уже видели, что чем позже начинается торможение, тем больше времени на этом экономится. Во многих случаях при активной манере езды, торможение требует переключения на нижнюю передачу, имея в виду последующее ускорение. Для выполнения правильного переключения вниз без рывка и напряжения трансмиссии в момент включения сцепления, обороты двигателя должны быть увеличены в течение того времени, пока происходит переключение. Если при этом происходит торможение на грани блокировки и указанных мер не принято, тогда это не только приведет к перегрузке трансмиссии, но также и возникает угроза блокировки ведущих колес, что может привести к движению юзом. При несинхронизированной коробке передач, необходимо не только увеличивать обороты, но и использовать



Рис. 12. Перегазовка пяткой позволяет водителю одновременно тормозить и увеличивать обороты двигателя во время включения пониженной передачи, с двойным выжимом или без него, для согласования оборотов двигателя с передаточным числом нижней передачи и избежания рывка в момент включения сцепления. Это позволяет также избежать отпускания тормозов во время дросселирования и следовательно уменьшает тормозной путь, сохраняя полный контроль над автомобилем. Двойной выжим сцепления важен при несинхронизированной коробке передач, которые используются на большинстве гоночных автомобилей в целях снижения веса и уменьшения времени переключения.

технику двойного выжима сцепления для предотвращения разрушения механизма коробки передач. Если попытаться проделать все это, нажимая педаль газа обычным образом, это будет означать, что нога должна в это время на мгновение отпустить педаль тормоза. Автомобиль тем самым будет свободно катиться все то время, пока педаль тормоза будет отпущена, и это будет происходить в зоне торможения. Рывки, неизбежно возникающие при таком управлении, могут вывести автомобиль из равновесия, и тормозной путь неизбежно увеличится. При подходе к медленному повороту на большой скорости, такое увеличение тормозного пути может оказаться весьма критичным.

Рассмотрим пример быстрого спортивного автомобиля, оснащенного пятиступенчатой коробкой передач, мчащегося на прямом участке кольца Ле Ман со скоростью 220 миль в час в направлении поворота Mulsanne Corner, который можно пройти лишь со скоростью 40 миль в час, при этом следует двигаться на первой передаче. Если водитель желает в наибольшей степени сохранить тормоза, он последовательно включит четвертую, третью, вторую и первую передачи. Четыре переключения – каждое из которых отнимает как минимум полсекунды времени – должны будут делаться в то время, пока автомобиль катится без контроля. Средняя скорость автомобиля при торможении с 220 до 40 миль в час равна 130 милям в час; на такой скорости, каждую секунду проходятся 190 футов, так что в течение двух секунд автомобиль, пока он остается без контроля, проходит 380 футов, т.е. 127 ярдов. Это расстояние, безусловно, следует добавить к реальному тормозному пути, так что торможение должно начинаться, скажем, не за 200 ярдов до поворота, а за 327 ярдов, то есть будут потеряны около 130 ярдов пути, которые можно было бы пройти на полной тяге. Именно поэтому на легких автомобилях, оснащенных дисковыми тормозами, на сравнительно коротких дистанциях, где износ тормозов не является большой проблемой, как в случае современных болидов



Рис. 13. В некоторых спортивных автомобилях педаль газа имеет специальную форму для упрощения перегазовки пяткой, как в этом Фиате Уно Турбо.

34 Гран-при, некоторые водители предпочитают на подходе к повороту не проходить все передачи по очереди, а прямо с той передачи, на которой едут, включать ту, которая требуется. Даже в этих случаях метод перегазовки пяткой дает преимущество, поскольку водитель получает возможность нажимать педаль газа при двойном выжиме, не отпуская педаль тормоза.

Этот метод заключается в воздействии на педаль тормоза носком ноги, в то время как пятка ноги нажимает педаль акселератора. Более традиционно, тормоз можно нажимать левой стороной стопы, которая наклонена так, чтобы ее правая сторона нажимала педаль газа, как следует. Противоположного способа – торможение пяткой и перегазовка носком – следует избегать во всех случаях, поскольку пятка недостаточно чувствительна, чтобы обеспечить необходимую точность при торможении в сложных условиях. С другой стороны, амплитуда движения педали газа не так важна, поскольку при работе двигателя вхолостую, только длительность времени открытия дроссельной заслонки играет роль; насколько широко она при этом открывается, большого значения не имеет.

Водители, овладевшие так называемым методом перегазовки пяткой при переключении передач, обнаружат, что они могут делать это на большинстве автомобилей, а там, где это затруднительно, педаль газа часто можно подогнуть на необходимый угол, так что этот прием может быть выполнен вполне комфортно.

Перегазовка пяткой не только экономит время, но также дает водителю ощущение безопасности, благодаря тому, что автомобиль постоянно находится под контролем водителя. Даже в повседневном трафике такой водитель чувствует большие ограничения возможностей управления автомобилем, на котором он не может воспользоваться таким приемом управления. Пассажиры также ощущают большую плавность движения в результате применения такого приема. Это также очень сильно упрощает трогание с места на подъеме, поскольку оно может быть выполнено без использования малоэффективного ручного тормоза, который к тому же часто оказывается неисправен. Очевидно, управляя автомобилем с автоматической или полуавтоматической трансмиссией, не имеющей педали сцепления, обо всем этом можно забыть.

Гонки на шоссе и треке

Кроме «овалов», которые так популярны в Соединенных Штатах, и которые не являются темой этой книги, гоночные трассы строятся таким образом, чтобы на них были повороты всех категорий, как это бывает на дорогах общего пользования. В этой главе я хочу остановиться на значительной разнице между гонками по дороге, которая не известна водителю во всех подробностях, и гонками на сравнительно коротком кольце или треке, на которых определенное число кругов в предварительных заездах позволяет водителю весьма подробно изучить каждый дюйм трассы.

Езда по треку не оставляет возможности для импровизации, если нужен максимальный результат. Предварительный заезд позволяет водителю запечатлеть в своей памяти почти фотографическое изображение трассы. Водитель точно знает, что находится за каждым закрытым поворотом; он точно знает положение автомобиля на трассе для достижения наилучших результатов; он определил, как быстро можно проходить тот или иной поворот и предельную скорость на нем; он также определил совершенно точно, где следует тормозить и где переключать передачи для прохождения поворота или изгиба трассы, и готов к любым неожиданностям, двигаясь с предельной для себя и своего автомобиля скоростью, которую определил во время тренировочных заездов.

Следовательно, смысл кольцевых или трековых гонок заключается в способности гонщика достигать абсолютного предела скорости, продиктованного физическими силами при торможении и повороте,

и удерживать свой автомобиль на трассе, противодействуя этим силам, повторяя это из круга в круг.

36 Гонки на дорогах общего пользования, лучшей из которых была Милли Миглиа, но которые до сих пор встречаются в ралли в форме хронометрируемых спецучастков или в подъеме на холм, являются совершенно иным типом гонок, которые требуют совершенно других способностей. Здесь водитель не имеет возможности определить свой предел, постепенно приближаясь к нему. Каждый поворот, изгиб дороги, возвышенность создают новую ситуацию, которая должна быть быстро и точно оценена водителем. Это имеет место даже в том случае, когда, как это обычно делается на международных ралли, расположение хронометрируемых участков четко указано в правилах, тем самым экипажи имеют возможность немного потренироваться и прописать стенограмму. Во время соревнований штурман читает стенограмму, информирует водителя обо всех приближающихся опасностях, сообщает ему категорию предстоящего поворота и приблизительную скорость его прохождения. И тем не менее необходимость импровизации остается высокой, поскольку во время гонок дороги закрыты для общего движения, в то время как при прописке трассы дорога открыта для всех – техника езды в каждой ситуации различна. Более того, погодные условия могут серьезно различаться, так как тренировки обычно проходят за несколько дней до гонок. Следовательно, не зная точной формы предстоящего поворота, состояния дороги или её профиля, гонщик на перекрытой для общего движения гражданской дороге в обязательном порядке должен быть готовым к любой неожиданности и всегда иметь небольшой запас безопасности. Так что, в отличие от трекового или кольцевого гонщика, искусство раллиста заключается в том, чтобы непрерывно и максимально точно оценивать новые ситуации по мере их возникновения, и сообразно этому сводить к минимуму запас безопасности. Таким образом, он едет больше по интуиции, чем по науке. Он также должен иметь развитое чувство обзора, которое позволит ему извлекать пользу из всего увиденного, поможет догадаться, что находится впереди, до того, как он действительно увидит этот участок дороги. Там, где дорога исчезает из поля зрения, он определяет ее по телеграфным столбам, деревьям, дорожным знакам, рекламным плакатам, может быть, и по крышам

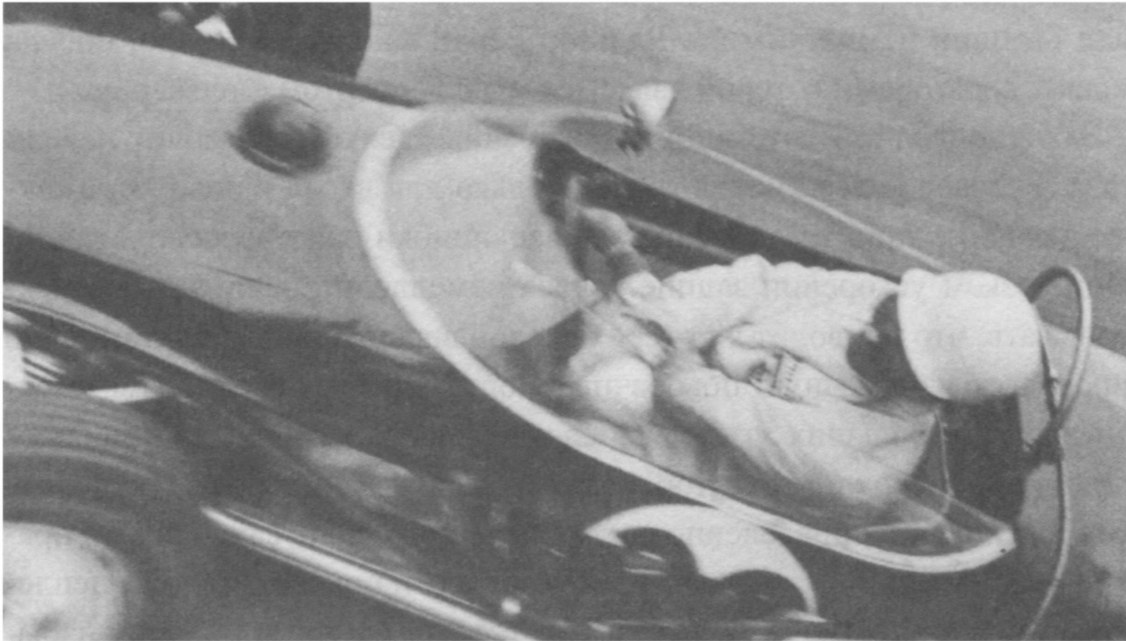


Рис. 14. Приготовившись к прохождению поворота, Сtirлинг Мосс поворачивает рулевое колесо до упора одним плавным движением в Station Hairpin на Гран-при Монте Карло 1961, где он одержал победу.

других автомобилей или другим предметам, которые могут служить источником информации о дороге впереди. Всегда имея в виду, что запас безопасности необходимо сводить к минимально возможному, только кратковременно или в случае опасности он реально выходит на абсолютную грань потери сцепления с дорогой, в то время как кольцевые гонщики делают это в каждом повороте и всякий раз, когда они тормозят на подходе к нему.

В то время как международные ралли обычно включают хронометрируемые спецучастки на дорогах с асфальтовым покрытием, а некоторые (типа Tour of Corsica) состоят из них целиком, во многих случаях грунтовые дороги преобладают, и они требуют совершенно другой техники управления, которая также применяется для достижения наилучшего результата на снегу и льду. В этих случаях, лучше всего преднамеренно запустить автомобиль в скольжение всеми четырьмя колесами, которое контролируется главным образом педалью газа. Теория скольжения всеми колесами объяснена в главе 4, но превосходное описание искусства раллийного пилота на скользких покрытиях

дал бывший чемпион мира Вальтер Рёрль в книге «Кваттро, победа идеи», соавторами которой являемся мы с Гербертом Фолькером:

Заднеприводной автомобиль поворачивается при помощи педали газа. Рулевое колесо используется только для входа в поворот, а также для коррекции траектории в случае ошибки при дросселировании. При резком ускорении задние колеса немедленно начинают пробуксовывать, что приводит к потере боковой ведущей силы и автомобиль проявляет избыточную поворачиваемость. Требуется по возможности избегать больших углов заноса, поскольку это сильно замедляет движение вперед по траектории. Если Ваша езда выглядит зрелищно, Вы совершенно определенно едете медленно. Очень важно найти правильный компромисс между пробуксовкой и боковой силой сцепления. Вмешательство рулением требуется только для коррекции избыточного скольжения и предотвращения перехода заноса во вращение.

В переднеприводном автомобиле, передние колеса одновременно приводят автомобиль в движение и направляют его. Следовательно, они могут быть легко перегружены, следствием чего будет недоста-



Рис. 15. Автор, управляя Ferrari на Гран-при Бельгии 1955, демонстрирует прохождение шпильки далеко позади апекса, ради спрямления траектории на выходе и быстреего ускорения на последующей прямой.

точная поворачиваемость. Чтобы избежать этого, необходимо поддерживать такой баланс веса по осям автомобиля, чтобы задние колеса срывались в скольжение. Это делается при помощи входа в поворот с заведомо превышенной скоростью, и одновременным отпусканьем газа и торможением для максимальной разгрузки задних колес. Торможение левой ногой экономит время и позволяет достичь желаемого результата за сотые доли секунды. На выходе из поворота при наличии тяги на ведущих колесах, автомобиль неизбежно проявляет недостаточную поворачиваемость. В результате переднеприводные автомобили выглядят не так эффектно.

Полноприводный автомобиль на входе в поворот ведет себя весьма похоже на переднеприводный. Следовательно, вход в поворот должен выполняться примерно так же, разгрузкой задних колес и торможением – предпочтительно левой ногой для немедленного реагирования – и поддержанием необходимого баланса веса на дуге поворота. Выходя из поворота, полноприводный автомобиль также приобретает недостаточную поворачиваемость, а то, что происходит в середине, легче контролировать. Как только отпущены задние тормоза, занос контролируется педалью газа, но для этого требуется меньшая точность по сравнению с передним или задним приводом, и можно делать более резкие ускорения, поскольку они не приводят к усилению избыточной поворачиваемости, как на заднем приводе, или недостаточной поворачиваемости, как на переднем.

Вопрос о том, кто является более великим: великий кольцевой гонщик или великий раллист, можно обсуждать часами. Эти гоночные дисциплины столь различны, что сравнения между ними бессмысленны. Однако если бы я должен был ответить на этот вопрос, я бы отдал предпочтение раллисту, потому что он более приспособлен к реальному миру, чем гонщик по кольцу. Он способен постоянно принимать новые решения, причем это должны быть правильные решения, иначе произойдет потеря времени или вылет с трассы. В то же время, тренировочные заезды по кольцу или треку позволяют гонщику постепенно приближаться к пределу без большого риска. Здесь водитель знает большинство задач, которые предстоит решить. Обычно это задача скорейшего прохождения поворота или связки поворотов, включая подход к повороту и торможение. Когда все это известно, можно даже

при помощи компьютера вычислить предельные времена на кругу для любой машины на любой трассе, или возможное время на любом ее участке. Это делалось много раз, и непонятно, что более удивительно: гонщик, время которого в пределах секунды совпадает с предсказаниями компьютера, или точность компьютера, предсказывающего реальные результаты, показанные лучшими гонщиками.

40

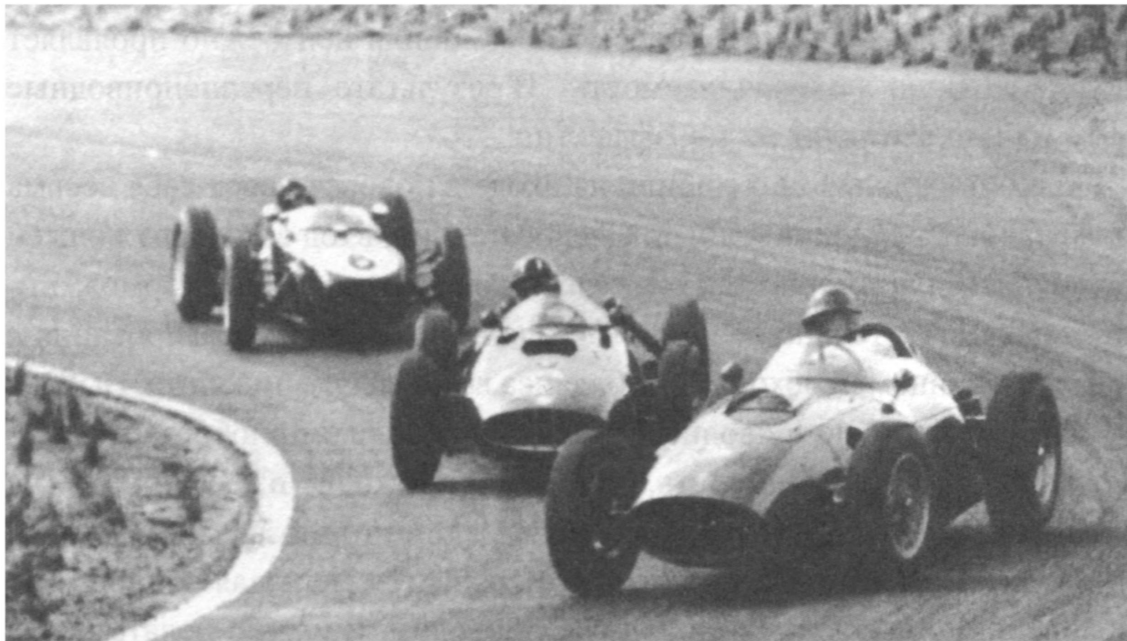


Рис. 16. Ричи Гинтер (Феррари), Грэхэм Хилл (В.Р.М.), и Джим Кларк (Лотус) едут по трем различным траекториям в повороте на 180 градусов. Гинтер едет «по учебнику», в то время как Кларк едет по так называемой «траектории Мосса», прижимаясь к внутреннему радиусу почти в самом начале поворота. Траектория Гинтера приводит к увеличению радиуса во второй половине поворота и таким образом, к большей скорости на выходе. Траектория Кларка короче и позволяет позже начинать тормозить. На самом деле, гонщики выбрали различные траектории, скорее всего, соответственно характеристикам своих автомобилей. Сильная недостаточная поворачиваемость «Феррари» с передним расположением силового агрегата требует входа в поворот с избыточной скоростью и ускорения на спрямленном участке траектории, в то время как водитель Лотуса имеет возможность вести свою машину по дуге поворота под тягой на ведущих колесах, при этом недостаточная поворачиваемость не усиливается.

Поворот

В этой главе мы попытаемся разобрать основные принципы прохождения поворотов, основанных на природных силах, действующих на автомобиль при изменении направления его движения. Хорошая управляемость автомобиля зависит от сцепления его колес с поверхностью дороги. Этот показатель определяется коэффициентом сцепления, который зависит от природы поверхности дорожного покрытия и прямо пропорционален весу автомобиля. Соответствующее соотношение задается формулой:

$$A = W \times \mu$$

где W – вес автомобиля и μ – коэффициент сцепления.

В нормальных условиях для дорожных шин на поверхности дороги хорошего качества μ находится в пределах 0.8–1.0, в зависимости от основного предназначения шины. Для специальных гоночных покрышек, μ может достигать значения 1.5 и более.

Если, к примеру, $\mu = 0.8$, потребуется сила в 1600 фунтов, чтобы сместить в сторону автомобиль весом в 2000 фунтов. Если все колеса заблокированы, та же сила потребуется для движения автомобиля в любом другом горизонтальном направлении. До тех пор пока автомобиль катится вперед по прямой, его коэффициент сцепления, который позволяет ему сопротивляться боковым силам, остается неизменным. Как только происходит торможение или разгон, или

смена направления движения, возникают силы инерции, которые отнимают часть доступного сцепления или «держака».

В качестве первого примера рассмотрим автомобиль, который уже съехал с прямой линии в поворот, и теперь движется с постоянной скоростью по дуге постоянного радиуса кривизны. При этих условиях автомобиль находится под действием центробежной силы:

$$F_c = \frac{m \times v^2}{r}$$

где m – масса автомобиля, v – его скорость и r – радиус поворота.

Эта сила направлена вдоль прямой, проходящей из центра кривизны траектории к центру тяжести автомобиля. Она может быть разложена на две компоненты, одна из которых направлена назад вдоль средней линии автомобиля, а другая перпендикулярна ей и по величине и направлению очень близка к самой центробежной силе, если радиус кривой сравнительно велик.

Центробежная сила пропорциональна массе автомобиля и, следовательно, его весу (масса равна отношению веса к ускорению свободного падения), она также пропорциональна силе сцепления автомобиля.

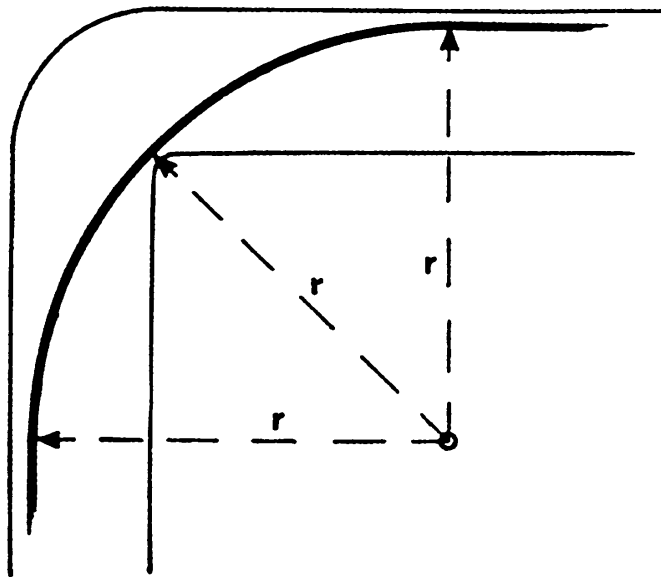


Рис. 17. Линия постоянного радиуса r , вписанная в прямоугольный поворот.

Таким образом, чем легче автомобиль, тем меньше его центробежная сила. Часто высказываемое мнение, что легкие автомобили более опасны, чем тяжелые, поскольку они более склонны к скольжению, совершенно ошибочно.

Гораздо более интересны два других факта: 1) центробежная сила пропорциональна квадрату скорости; 2) она обратно пропорциональна радиусу кривизны траектории. Предел сцепления, на котором автомобиль начинает скользить, достигается в момент равенства главной составляющей центробежной силы (той, которая действует под прямым углом к средней линии автомобиля) и силы сцепления. Таким образом, центробежная сила будет меньше для данной скорости движения, если полностью использовать ширину проезжей части для увеличения радиуса кривизны траектории движения автомобиля. Тем самым обеспечивается безопасность, и скорость можно ещё увеличивать, пока не будет достигнут предел.

Это именно то, что делается в гонках. Траектория максимального радиуса, которая может быть вписана в данный искривленный участок дороги, начинается как можно ближе к краю проезжей части на внешнем радиусе поворота, направлена внутрь поворота таким образом, что автомобиль проходит внутренний радиус в апексе поворота, затем опять выходит наружу к внешнему краю и подходит к нему по касательной. В этот момент она выпрямляется. Если поворот имеет абсолютно правильную форму, то точка, в которой автомобиль максимально приближается к внутреннему краю, находится в точности посередине траектории. Теоретически это и есть наискорейшая траектория прохождения поворота, если не принимать во внимание фазы входа в поворот и выхода из него, которые будут обсуждаться позже.

Целью гонщика, однако, является не максимально быстрое прохождение того или иного конкретного поворота, а минимальное время прохождения всей трассы в целом. Это может показаться парадоксальным, но это значит, что повороты трассы необходимо проходить чуть медленнее, чем это теоретически возможно. Каждый поворот должен быть рассмотрен без отрыва от прямой, на которую он выводит. Любая трасса состоит из поворотов и прямых участков, на которых автомобиль разгоняется до следующего поворота. Прямая редко имеет достаточную длину, чтобы автомобиль мог разогнаться



Рис. 18. Водитель этого Остина-Хейли не сумел пройти поворот достаточно близко к апексу и перешел в неуправляемое вращение при попытке заставить его следовать по траектории слишком большой кривизны (Гонка Production car, Spa, 1955)

до максимальной скорости. Поэтому движение гоночного автомобиля по трассе в основном состоит из ускорений и торможений. Если для простоты считать, что ускорение автомобиля на прямой постоянно, пока водитель не должен будет снова тормозить, тогда очевидно, что, чем быстрее автомобиль выходит на прямую, тем быстрее будет его средняя скорость на этой прямой до следующей точки начала торможения.

К примеру, водитель выходит на прямую со скоростью 80 миль в час и ускоряется до 160 миль в час до начала следующего торможения, но лучшим водителем будет тот, который выходит на прямую со скоростью 85 миль в час, и на том же автомобиле достигнет 165 миль в час, пока прямая не закончится. В первом примере средняя скорость движения по прямой была 120 миль в час, во втором 125 миль в час. На практике это не совсем так, поскольку ускорение автомобиля падает с увеличением скорости. Однако этот пример показывает, что на достаточно длинной прямой полученный выигрыш в средней скорости может перекрыть проигрыш в результате слегка уменьшенной

ПОВОРОТ

средней скорости прохождения предшествующего поворота, если это позволяет водителю закончить поворот с большей скоростью и тем самым быстрее пройти прямую.

Мы видели ранее, что наивысшая постоянная скорость на дуге поворота достигается выбором траектории, соответствующей максимальному радиусу, вписанному в данный участок дороги. Для данного радиуса и коэффициента сцепления с дорожным покрытием, имеется соответствующая скорость, которую невозможно превысить без того, чтобы центробежная сила не утащила автомобиль с дороги. В свою очередь это означает, что если автомобиль едет по дуге поворота с максимально возможной скоростью, он не может разогнаться, пока не достигнет конца поворота. Для того чтобы выйти на прямую со скоростью, превышающей максимальную скорость, допустимую в повороте, необходимо ехать по траектории, отличной от рассмотренной выше траектории, обеспечивающей наивысшую скорость в самом повороте. Эта новая траектория проходит по кривой переменного радиуса; в начале поворота она более искривлена, чем первоначальная траектория постоянного радиуса, позволяющая ехать с максимально

45

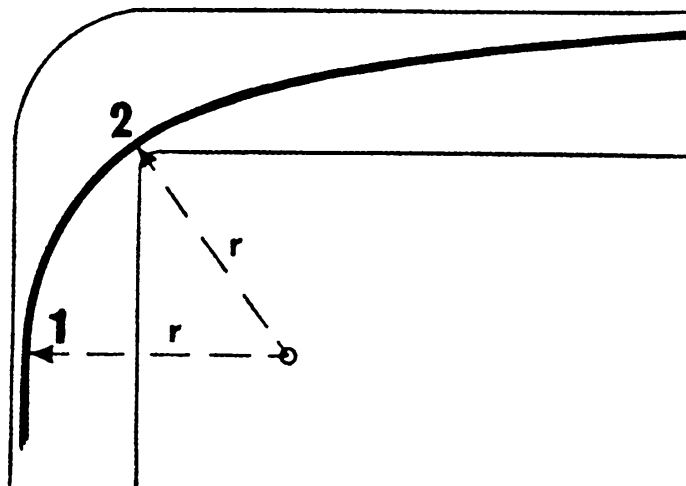


Рис. 19. Траектория переменного радиуса. Кривизна остается приблизительно постоянной между точками 1 и 2, а затем траектория распрямляется.

возможной скоростью; во второй части кривой траектория постепенно распрямляется в кривую большего радиуса, чем первоначальная правильная дуга окружности.

46 Благодаря более крутой траектории движения автомобиля в первой части поворота, его скорость должна быть немного меньше, чем та, которую допускает наша первая траектория постоянной кривизны. Однако, как только автомобиль достигнет того места, где траектория начинает распрямляться, можно будет ускорить его движение, поскольку постепенное уменьшение кривизны траектории позволяет постепенно увеличивать его скорость. Таким образом, автомобиль может начать разгоняться до того, как он достигнет конца кривой, и точка выхода из поворота будет пройдена с большей скоростью, чем это позволяла наша первая кривая, разгон на которой до выхода из поворота был невозможен. Тем самым прямая, следующая за поворотом, может быть пройдена быстрее.

Преимущество, которое получается с использованием этого метода, весьма просто понять. Предположим, что автомобилю требуется две секунды, чтобы пройти поворот и затем следует десять секунд прямолинейного движения, пока не потребуются тормозить перед следующим поворотом: таким образом, движение по прямой требует в пять раз больше времени, чем собственно поворот. Если траектория переменного радиуса в повороте приводит к снижению средней скорости

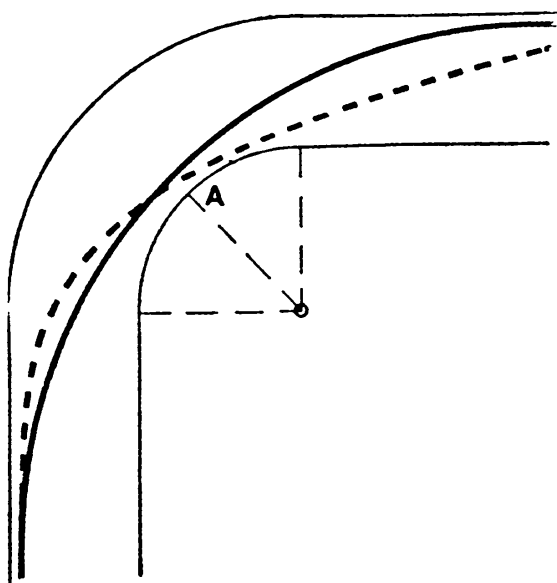


Рис. 20. Сплошная линия (постоянного радиуса) касается внутреннего радиуса поворота в апексе. Пунктирная линия (переменного радиуса) касается его после апекса.

ПОВОРОТ

в нем на две мили в час, но позволяет увеличить на эти две мили в час среднюю скорость прохождения прямой после поворота, на ней будет сэкономлено в пять раз больше времени, чем потеряно в повороте.

Мы увидим, что вместо касания внутреннего радиуса в апексе (то есть строго посередине поворота, если это поворот постоянной кри-

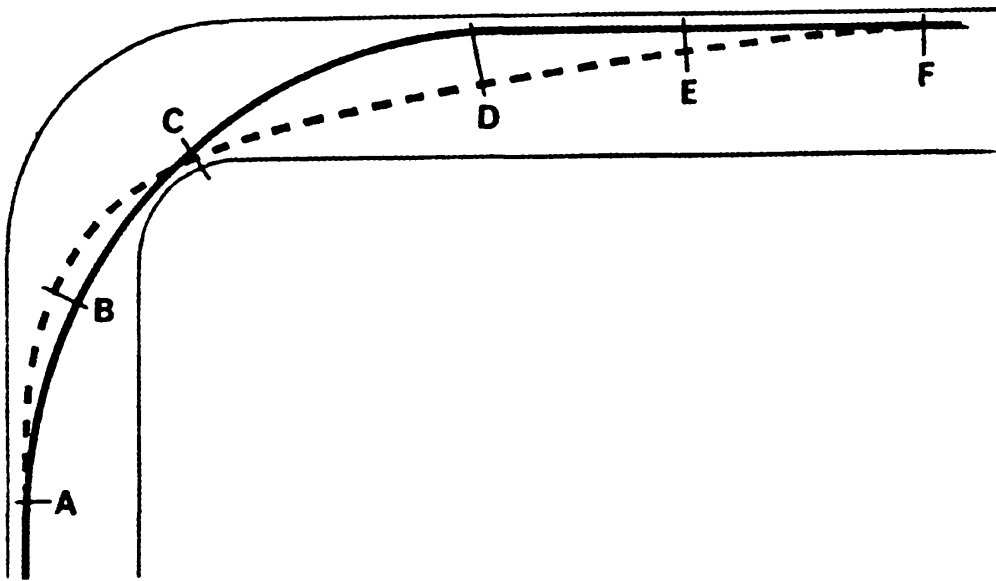


Рис. 21. Если вход в поворот (в точке А) происходит на максимальной возможной скорости, определяемой сцеплением шин с дорогой, автомобиль, движущийся по кривой постоянного радиуса (сплошная линия) не может разогнаться до тех пор, пока дуга поворота не закончится (точка D). Автомобиль, едущий по пунктирной линии переменного радиуса, должен более сильно замедлиться для входа в поворот, потому что кривизна траектории более существенна. Если по сплошной кривой можно ехать со скоростью 80 миль в час, скорость автомобиля на пунктирной линии будет меньше в точке В (скажем, 78 миль в час). Но, начиная с точки С, автомобиль на пунктирной траектории можно разгонять. В точке D, его скорость может уже достичь 85 миль в час, в то время как автомобиль на сплошной кривой еще только будет заканчивать движение по дуге окружности со скоростью 80 миль в час, и только после этого сможет приступить к ускорению. В точках E и F, и все время вдоль последующей прямой, автомобиль на пунктирной траектории будет ехать быстрее.

визны), наша новая исправленная траектория касается внутренней бровки немного позже. Эта точка касания смещается вдоль дуги в направлении выхода из поворота по мере того, как увеличивается неравномерность искривления траектории автомобиля. Насколько сильно реальная траектория, которой следует придерживаться, должна отличаться от идеальной кривой постоянного радиуса, вписанной в данный участок дороги, целиком зависит от возможностей автомобиля. Если он развивает ровно столько мощности, сколько требуется для поддержания движения по идеальной траектории постоянного радиуса с наивысшей возможной для этого радиуса скоростью, и резерва мощности для дальнейшего ускорения нет, тогда с очевидностью следует выбирать именно эту траекторию. Если же автомобиль способен развивать очень большие ускорения, будет разумно весьма значительно увеличить кривизну траектории, для того чтобы получить возможность спрямить ее во второй части кривой, так что возможности ускорения автомобиля были бы максимально использованы. Для реального автомобиля, занимающего промежуточное положение между этими двумя крайностями, наилучшие результаты соответственно получаются с некоторой промежуточной траекторией. Практическая польза от траекторий с ярко выраженной неравномерной кривизной особенно заметна при прохождении «шпилек», которые большинство спортивных автомобилей проходят на первой передаче, обеспечивающей очень быстрое ускорение. В этом методе, однако, возможен перебор. Во многих школах езды слишком настойчиво указывают на необходимость увеличения кривизны траектории в повороте и спрямления ее на выходе. Это приводит к запоздалому входу в поворот, в результате начало траектории имеет гораздо большую кривизну, чем это требуется, а сам поворот проходится фактически по прямой.

Если требуется пройти поворот максимально быстро, тогда необходимо от момента входа в поворот до того момента, когда траектория вновь распрямится, удерживать автомобиль на грани потери сцепления с дорогой, в то же время полностью используя всю ширину дороги. Это значит, что траектория во второй половине поворота должна распускаться лишь настолько, насколько это требуется для поддержания сцепления с дорогой на грани срыва при все возрастающей скорости движения автомобиля. Если траекторию во второй части поворота

пришлось спрямить до такой степени, что сцепные возможности автомобиля с дорогой будут использоваться не полностью, это значит, что было потеряно время при входе в поворот по излишне искривленной траектории.

Прохождение поворота

До сих пор мы рассматривали движение автомобиля по кривой траектории приблизительно постоянного радиуса с приблизительно постоянной скоростью. Это значит, что мы пренебрегали силами инерции, которые важны в момент перехода с прямой траектории на кривую или с кривой траектории на прямую, а также всякий раз, когда изменяется радиус кривизны траектории движения автомобиля или же его скорость. Когда автомобиль описывает кривую, он не только катится по кривой линии, но и вращается вокруг собственной вертикальной оси. Прямолинейно движущийся автомобиль имеет нулевую скорость вращения относительно собственной вертикальной оси; когда он с постоянной скоростью проходит поворот по траектории постоянного радиуса, он также вращается вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью. Если пренебрегать потерями на трение, поддержание этого вращения не требует действия на автомобиль каких-либо посторонних сил. Однако автомобиль обладает определенным моментом инерции относительно своей вертикальной оси (так называемая полярная инерция), и для приведения автомобиля во вращение в момент перехода с прямой на кривую должны быть приложены силы. С другой стороны, силы обратного направления необходимы для прекращения этого вращения, когда автомобиль выходит из поворота и переходит к прямолинейному движению.

Наилучшую демонстрацию сил такого типа можно наблюдать, когда автомобиль поднимают на одноопорный подъемник на автосервисе. На этих подъемниках автомобили могут вращаться вокруг вертикальной оси, приблизительно совпадающей с осью, проходящей через центр тяжести автомобиля. Если Вы попытаете повернуть его вручную, Вы почувствуете, что значительное усилие требуется для начала движения, но как только он начнет вращаться, для поддержания вращения требуется совсем небольшая сила, фактически лишь для компенсации потерь на трение в механизме подъемника. Большая сила при начале

вращения требуется для преодоления инерции автомобиля; для данного механизма подъемника, эта сила пропорциональна угловому ускорению автомобиля. Пренебрегая трением в механизме, точно такая же сила, развивающая такой же крутящий момент относительно вертикальной оси подъемника (которая, проходит через центр тяжести автомобиля) должна быть приложена в противоположном направлении, если вращение должно быть прекращено с тем же вращательным ускорением, которое было развито при начале вращения.

Если автомобиль переходит от прямолинейного движения на кривую, крутящий момент должен быть приложен относительно вертикальной оси автомобиля, проходящей через его центр масс, для преодоления его инерции и приведения его во вращение. Этот крутящий момент создается силами, действующими через пятна контакта колес автомобиля с дорогой. За счет своей инерции автомобиль сопротивляется приложенному моменту таким образом, что, как только начинается поворот и радиус траектории движения начинает уменьшаться, реакция автомобиля стремится вытащить передние колеса автомобиля наружу поворота и втянуть его задние колеса внутрь поворота. Сила инерции на передних колесах действует приблизительно в том же направлении, что и центробежная сила, если автомобиль слишком резко направляют в поворот. Эта сила инерции плюс часть центробежной силы, приходящаяся на передние колеса, в сумме могут абсолютно превысить силу сцепления передних колес с дорогой, что приведет к скольжению передних колес. В конце поворота, когда траектория движения автомобиля вновь начинает выпрямляться, действующие на автомобиль со стороны силы и силы инерции меняют направление, чтобы прекратить вращение автомобиля вокруг своей вертикальной оси. Сила инерции на передних колесах теперь стремится затянуть их внутрь поворота против центробежной силы, в то время как сила инерции на задних колесах стремится вытолкнуть их наружу и тем самым добавляется к центробежной силе, приходящейся на задние колеса. В теории, если слишком резко распрямить траекторию после дуги поворота, пройденной на грани потери сцепления, можно вызвать скольжение задних колес.

Чем выше полярная инерция, тем больше сил требуется для отклонения автомобиля с постоянного курса и наоборот. Следовательно,

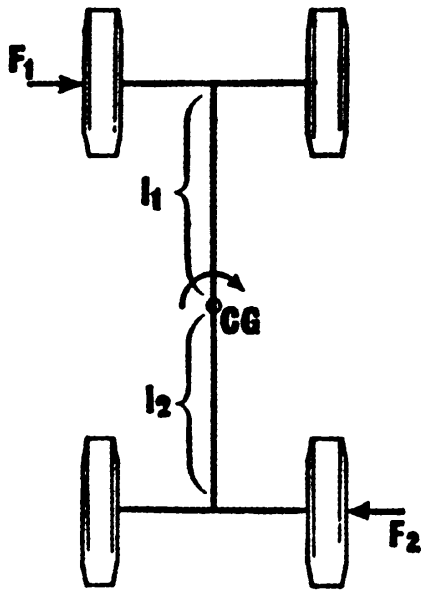


Рис. 22. Чтобы началось вращение автомобиля вокруг его вертикальной оси, к передней и задним осям должны быть приложены силы, которые создадут крутящий момент $F_1 l_1 + F_2 l_2$. При этом на поверхность дороги со стороны колес будут действовать силы реакции, равные этим силам, но действующие в противоположных направлениях. Эти силы пропорциональны моменту инерции автомобиля относительно его вертикальной оси, проходящей через центр масс автомобиля. Они растут пропорционально квадрату ускорения вращательного движения, т.е. углового ускорения.

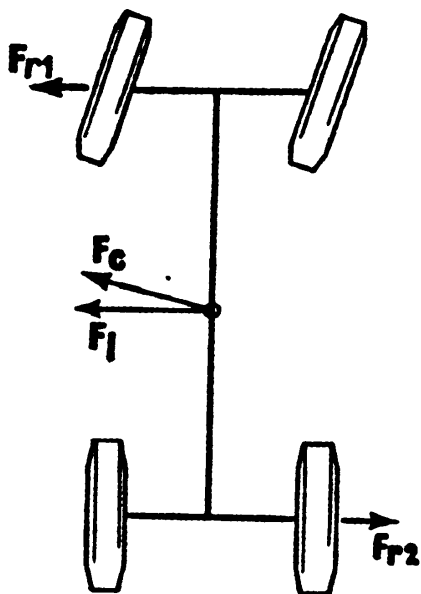


Рис. 23. Когда автомобиль начинает вращаться, боковая составляющая F_1 центробежной силы F_c действует в том же самом направлении, что и сила реакции F_{r1} на передней оси автомобиля, созданная моментом инерции автомобиля, и в направлении, противоположном действию силы F_{r2} действующей на заднюю ось автомобиля. Тем самым, автомобиль оказывается склонен к скольжению передних колес.

автомобиль с малой полярной инерцией при прямолинейном движении будет более подвержен действию каких-либо случайных посторонних сил. Он будет более «живым», чем автомобиль с большой полярной инерцией. Он также будет быстрее реагировать на любые

52 действия рулевого колеса. Поэтому при конструировании современных гоночных автомобилей стремятся максимально уменьшить полярную инерцию. Это достигается сосредоточением всех тяжелых компонентов (двигатель, коробка передач, топливные баки, водитель) вблизи центра тяжести. Для автомобилей спортивного класса такие быстрые реакции не всегда желательны, особенно если они предназначены для пользователей, не имеющих необходимых навыков обращения с таким автомобилем. Такие автомобили более спокойны при движении по шоссе, где устойчивость прямолинейного движения является основным требованием.

Но даже автомобиль, имеющий малую полярную инерцию, не может мгновенно изменить направление движения. Его необходимо постепенно переводить на кривую траекторию и уводить с нее. Это в свою очередь означает, что траектория максимального радиуса кривизны, вписанная в тот или иной поворот, не может начинаться и заканчиваться строго на внешнем крае дороги, как это до сих пор предполагалось. Это относится и к предложенной нами модифицированной траектории, имеющей слегка увеличенную кривизну вначале и постепенно распрямляющую во второй части поворота. В обоих случаях, автомобиль должен управляться плавно, но максимально быстро и точно, насколько это возможно. Траектория при этом должна начинаться на самом внешнем краю дороги и постепенно выходить на кривую необходимого радиуса кривизны.

Переходная кривая

Есть способ плавно войти в поворот, при этом траектория необходимой кривизны будет начинаться от самого внешнего края дороги. Многие гонщики используют ее, не задумываясь о его смысле в полной мере, а просто чтобы не ехать слишком долго всего лишь в нескольких дюймах от края дороги, пока они не войдут в поворот. В результате на подходе к повороту они двигаются по траектории, под малым углом приближающейся к внешнему краю дороги, направленной в точку, где должен произойти переход на кривую необходимого радиуса. Для того чтобы пройти внешний край дороги по касательной траектории, поворот должен быть начат немного раньше, чем это делалось бы при движении параллельно внешнему краю. Тем самым пилот получает

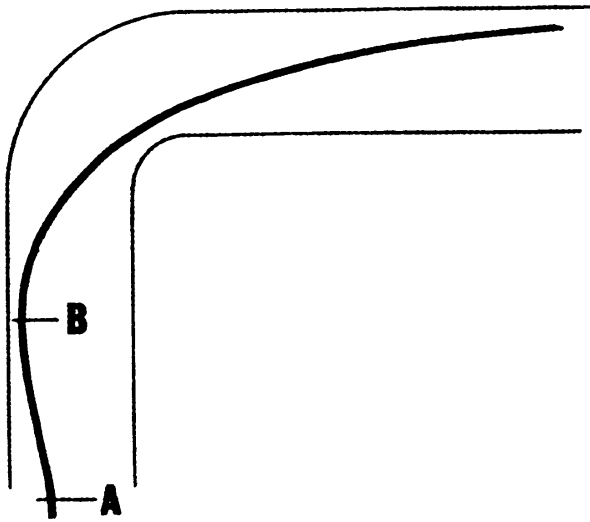


Рис. 24. Переходная кривая (от А до В) постепенно переводит автомобиль на траекторию требуемой кривизны, начинающуюся в точке В.

возможность поворачивать на траекторию требуемой кривизны постепенно. При этом она будет начинаться строго в точке касания внешнего края, и ширина дороги будет использована полностью.

Опытный водитель, когда он едет действительно быстро, при приближении к закрытому скоростному повороту автоматически начинает покачивать рулевое колесо из стороны в сторону быстрыми движениями очень малой амплитуды. Хотя он делает это инстинктивно, очень немногие водители знают, что цель этих движений – сообщить автомобилю колебательное движение малой амплитуды, достаточное для небольшого рысканья. При этом автомобиль проще будет направить в поворот, когда водитель примет решение это сделать. На самом деле, автомобиль при этом движется по серии небольших переходных кривых, из которых водитель выбирает ту, которая кажется ему наиболее подходящей для входа в предстоящий поворот.

Связка поворотов

В связке повороты противоположного направления следуют друг за другом со слишком малыми промежутками, чтобы можно было обеспечить правильное положение автомобиля на входе в каждый из них по отдельности. Согласно принципу, по которому скорость на выходе из поворота важнее скорости в нем самом, связка поворотов должна проходиться таким образом, чтобы иметь максимальную скорость на выходе из последнего поворота в связке. При этом выигрыш времени на последующей прямой будет максимальным. Это значит, что пред-

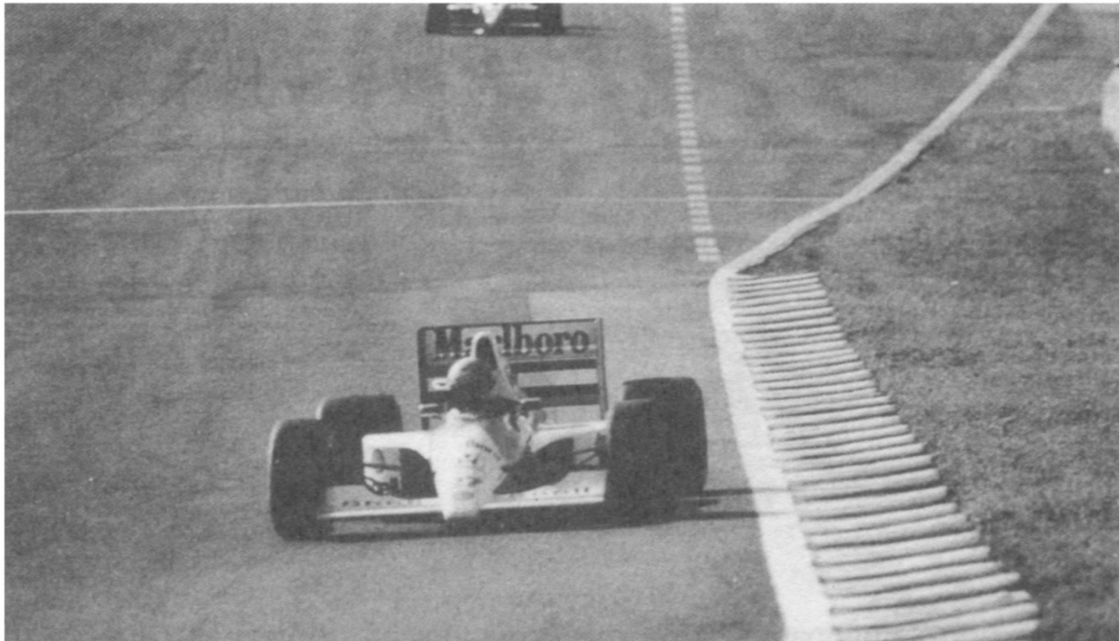


Рис. 25. Переходная кривая. Айртон Сенна за рулем Хонды МакЛарен только что начал правый поворот от края дороги. Автомобиль на заднем плане едет по той же самой траектории, по которой подошел к повороту Айртон Сенна.

последний поворот в связке необходимо пройти таким образом, чтобы автомобиль на выходе из него находился не снаружи поворота, а близко к внутреннему радиусу, так чтобы последний поворот в связке был бы пройден в наилучших возможных условиях. Скорость в предпоследнем повороте, таким образом, приносится в жертву траектории в последнем повороте связки. Траектория во всех предыдущих поворотах, разумеется, должна обеспечивать разумный компромисс между максимальным использованием ширины трассы на выходе из предыдущего поворота и правильной позицией автомобиля на входе в следующий. Траектория, по которой следует ехать, зависит полностью от расстояния до следующего поворота противоположного направления и доступных возможностей коррекции положения автомобиля на трассе перед входом в него. Хороший водитель всегда находит абсолютно плавную и гладкую траекторию на любом участке трассы – и никогда не едет по ломаной линии.

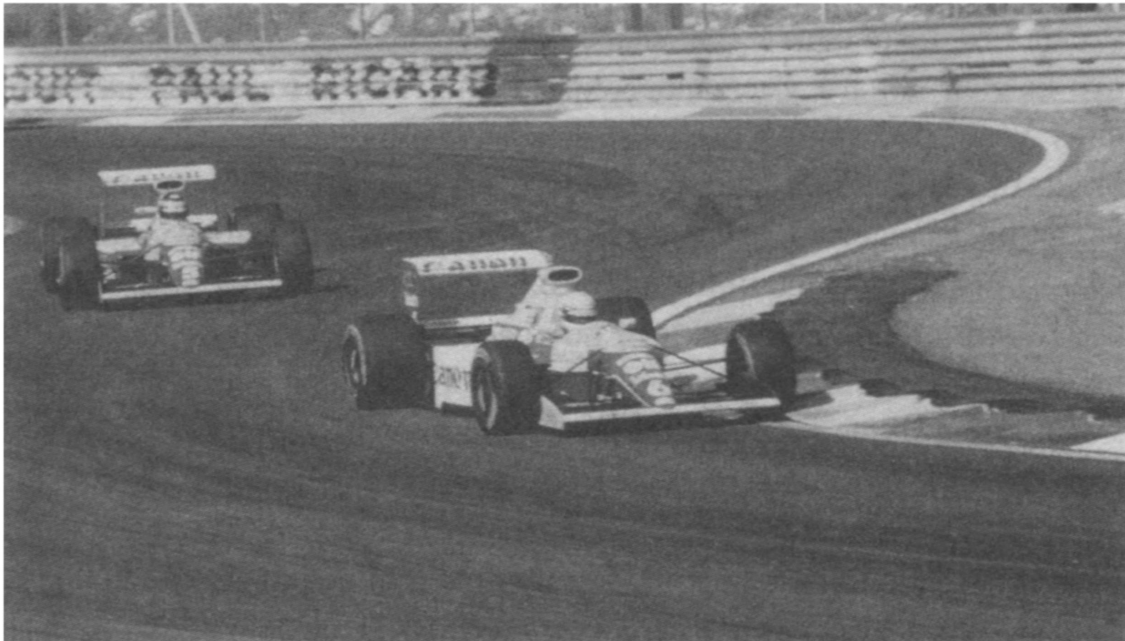


Рис. 26. Правильная траектория в S-образном повороте, выбранная Рикардо Патресе и Терри Баутсенем на Рено-Вильямс. (трасса Пауль Ричард, Гран-при Франции, 1990).

Использование дополнительных преимуществ дорожного профиля (см. также Приложение I)

До сих пор мы полагали, что трасса является полностью плоской и горизонтальной, но такое возможно только на аэродромных трассах. Обычные дороги, как правило, имеют слегка выпуклый профиль, чтобы с них стекала дождевая вода, так что внутренняя часть поворота наклонена внутрь. Таким образом, в повороте имеется некоторый уклон. На современных специально сконструированных шоссе повороты имеют уклон по всей ширине.

Такой уклон позволяет значительно увеличить скорость в повороте, как показано на рис. 27 и 28. Для простоты мы будем считать коэффициент сцепления равным единице. Такой коэффициент сцепления возможен на трассах со специальным покрытием. Это значит, что сила сцепления автомобиля равна его весу W .

Сначала предположим, что автомобиль стоит на дороге с уклоном, тогда его вес W можно разложить на боковую силу, параллельную поверхности дороги, F_{lw} , и силу, параллельную вертикальной оси авто-

56 мобилы F_{vw} . Эта сила F_{vw} меньше веса автомобиля W , откуда следует, что наклон дороги уменьшает силу сцепления автомобиля на величину $W - F_{vw}$. С другой стороны, боковая компонента веса стремится стащить автомобиль вниз с уклона, и это реально происходит, если уклон превышает 45 градусов (или даже меньше, если коэффициент сцепления меньше единицы, как это обычно бывает на самом деле).

На автомобиль, движущийся по траектории в повороте, действует другая система сил, порожденных центробежной силой F_c . Она также может быть разложена на боковую составляющую F_{lc} , действующую параллельно поверхности дороги, и силу, параллельную вертикальной оси автомобиля (т.е. перпендикулярную поверхности дороги) F_{vc} . Чем круче уклон на повороте, тем при данной центробежной силе F_c меньше ее боковая компонента F_{lc} и тем больше ее вертикальная компонента F_{vc} , которая приводит к увеличению силы сцепления автомобиля с дорогой.

В гоночной езде, целью является быстрое прохождение поворота, приводящее к большим центробежным силам. В этом случае:

а) F_{vc} всегда больше чем $W - F_{vw}$, из чего следует, что сцепление автомобиля с дорогой увеличивается, и можно увеличить также и скорость в повороте;

б) F_{lc} не только меньше, чем собственно центробежная сила F_c , но ей противодействует сила F_{lw} , так что равнодействующая сила, которая стремится вытянуть автомобиль из поворота, значительно меньше, чем центробежная сила, которая действовала бы на автомобиль в повороте без уклона.

В результате всего этого на повороте с уклоном увеличивается сила сцепления, а также уменьшается боковая сила для данной скорости. Это позволяет двигаться значительно быстрее при том же радиусе поворота, даже если уклон составляет всего лишь несколько градусов. Водитель, безусловно, должен стараться извлечь максимальную выгоду из этого, и соответственно выбирать траекторию движения.

Если, например, дорога имеет выпуклый профиль, в результате чего на внешнем краю дороги уклон отрицателен, это приводит к эффектам, обратным тем, которые мы только что рассмотрели. При этом они столь же вредны, сколь полезны при правильном уклоне дороги. В таких случаях необходимо любой ценой избегать движения по вне-

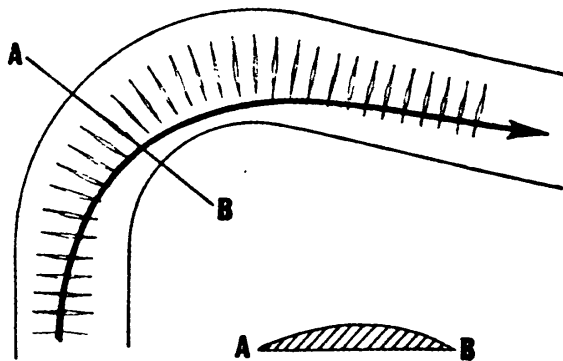


Рис. 27. Дорога выпуклого профиля

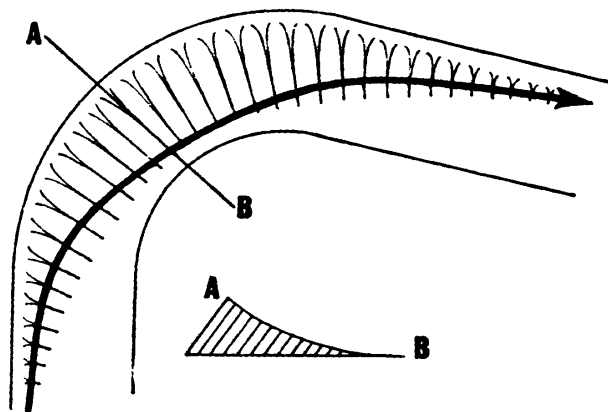


Рис. 28. Правильно сконструированный поворот.

шнему краю дороги, считая дорогу более узкой, чем это есть в действительности. Более того, кривизна траектории в повороте должна быть согласована с изменением поперечного уклона трассы. Кривизна должна увеличиваться по мере того, как траектория движения сближается с внутренним краем дороги, и снова уменьшаться после прохождения апекса поворота, когда автомобиль снова возвращается на середину трассы.

Профиль правильно сконструированного поворота имеет на внешнем радиусе сравнительно малый поперечный уклон, но все же более крутой, чем на его внутреннем радиусе. Такой поворот требует совершенно другой техники прохождения. В этом случае траектория имеет максимальную кривизну в начале и в конце поворота, где поперечный уклон максимален. На внутреннем радиусе поворота, где уклон минимален, траектория спрямляется.

Для водителей, не имеющих гоночной практики, иногда трудно оценить важность правильного использования особенностей профиля трассы. Это становится наиболее очевидным на льду, при слегка вы-

пуклой дороге, когда по внутреннему краю можно ехать со скоростью, двигаться с которой по вершине дорожного профиля невозможно.

До сих пор мы имели дело с небольшими поперечными уклонами, поскольку они встречаются на обычных дорогах или дорожных гоночных трассах. Длинные и крутые повороты с уклоном, обычно образующие полуокружность, соединяют пару прямых на гоночных или испытательных трассах типа трасс Монтлери и большинства трасс для измерения скорости. Такие повороты требуют совершенно иной техники езды. На треке описанного типа даже очень малое увеличение радиуса кривизны траектории обеспечивает преимущество перед традиционной техникой входа в поворот по широкой траектории, срезки поворота по апексу и широкого выхода из поворота, поскольку срезка по апексу означает, что автомобиль в это время едет почти по горизонтальному участку трассы, вместо того, чтобы использовать уклон дороги на протяжении всего поворота.

По дороге с правильно выполненным уклоном автомобиль можно вести с очень большой скоростью, не опасаясь действия каких-либо боковых сил, стремящихся перевести автомобиль в скольжение и увести его с траектории. Для того чтобы добиться этого, водитель должен удерживать автомобиль на такой траектории, где при данной выбранной скорости угол уклона таков, что боковые компоненты F_{lw} и F_{cw} , созданные весом автомобиля и центробежной силой соответственно, компенсируют друг друга (см. Приложение I). Эта траектория не только наиболее безопасна, поскольку она исключает любые возможности скольжения, но также и максимально быстрая, поскольку при этом отсутствуют боковые силы на покрышках, поглощающие мощность. Однако для медленных автомобилей, которые вынуждены придерживаться нижнего края уклона, наискорейшая траектория может иногда находиться где-то между траекторией наименьших боковых сил и кратчайшей кривой в повороте, т.е. его внутренним радиусом.

Благодаря тому, что подверженный действию боковых сил автомобиль стремится к отклонению от своей траектории в направлении действия этих сил, водителю очень просто найти траекторию на уклоне, вдоль которой при данной скорости движения все боковые силы компенсируют друг друга. Он должен очень слабо придерживать рулевое колесо, позволяя автомобилю занять место там, откуда не будет



Рис. 29. Автор объясняет водителю Порше на курсах гоночной езды, как следует зацепляться внутренним передним колесом за обочину дороги для сокращения кривой и создания эффекта уклона при движении автомобиля по нижнему уровню дороги.

смещаться ни наружу, под действием центробежных сил, ни внутрь, за счет гравитации. Другими словами, автомобилю нужно дать возможность самому найти правильную траекторию. Все, что водитель должен делать, это переводить его с прямой на поворот с уклоном по траектории, соответствующей правильному положению автомобиля на повороте, так, чтобы его не требовалось перемещать выше или ниже, если он уже находится на кривой.

Поскольку на трассе с уклоном быстрые автомобили должны в повороте ехать выше, менее быстрые автомобили следует обгонять всегда сверху.

Если на правильно построенной трассе с уклонами боковые силы, стремящиеся стащить автомобиль с траектории, могут быть полностью скомпенсированы, на больших скоростях возникает другая трудность вследствие составляющей центробежной силы F_{vc} , действующей перпендикулярно трассе. Она увеличивает силу, с которой автомобиль действует на дорогу, эквивалентно весу машины и это увеличивает нагрузку на колеса, шины, подвеску и кузов.

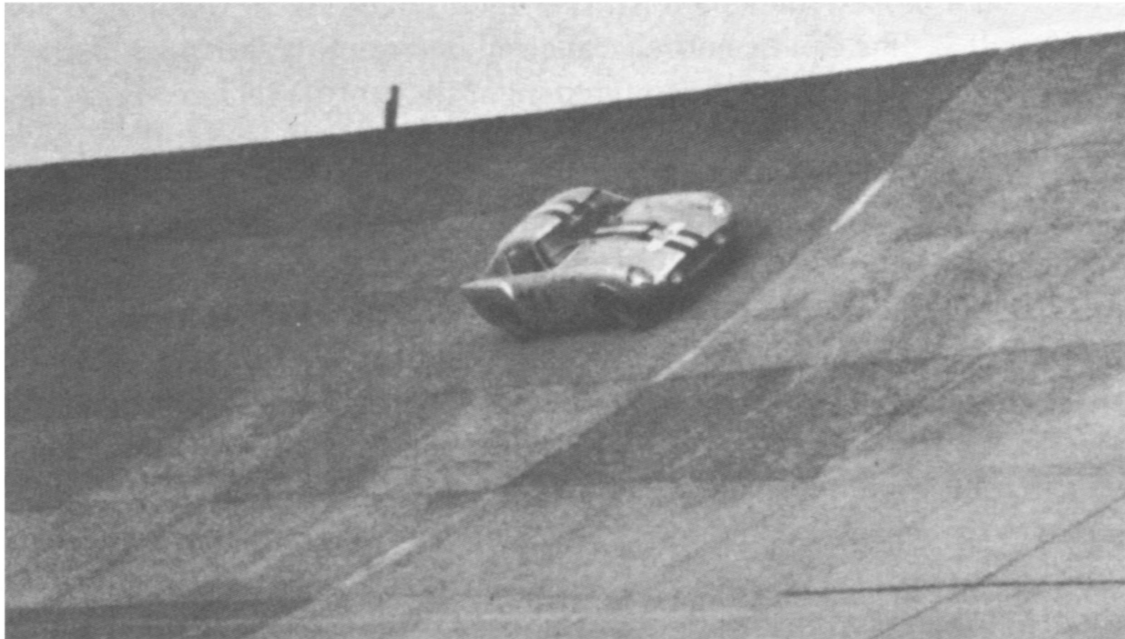


Рис. 30. Феррари Оливера Гендебина на уклоне трассы в Монтлери. При ближайшем рассмотрении рисунка можно заметить, что подвеска почти полностью сжата центробежной силой, прижимающей автомобиль к треку.

Можно вычислить, что в случае полной компенсации боковых сил на уклоне в 45 градусов (т.е. когда центробежная сила равна весу автомобиля), полная сила, с которой автомобиль опирается на дорогу, превышает его собственный вес в 1,4 раза. Это условие достигается для кривой радиуса 250 метров (820 футов), на скорости в 178 км/ч (111 миль в час). Если для компенсации боковых сил, автомобиль требуется вести выше по уклону, силы, прижимающие его к дороге, значительно увеличиваются. Для центробежной силы, равной двукратному весу автомобиля, требуется уклон в 64 градуса. При этом сила, с которой автомобиль опирается на поверхность трассы, превышает его собственный вес в 2,25 раза. На кривой радиуса 250 м (820 футов) это происходит на скорости 252 км/ч (157 миль в час), что может быть опасно для деталей подвески и шин, если они специально не подготовлены.

Увод и скольжение

Увод
Если колесо и покрышка катятся без воздействия на них каких-либо боковых сил, они будут катиться по прямой линии, которая лежит в плоскости колеса. Любая сила, действующая под прямым углом к плоскости качения колеса, будет отклонять его в направлении приложенной силы. Если эта сила не превышает силы сцепления колеса с дорогой, скольжения колеса по дороге не будет; отклонение будет полностью происходить за счет деформации покрышки. Это отклонение, которое до определенного момента пропорционально боковой силе, действующей на колесо и покрышку, называется «уводом» – в отличие от «скольжения», которое наступает при превышении предела сцепления с дорогой. Угол между плоскостью колеса и направлением его движения под действием приложенной к колесу боковой силы называется углом увода. Отклонение вызывается боковой деформацией покрышки под действием силы, толкающей ее в боковом направлении. Благодаря этой деформации траектория движения частей протектора катящегося колеса, не контактирующих непосредственно с дорогой, не проходит через центр контактного пятна; она отклонена на некоторое расстояние в направлении силы, действующей на колесо. Когда какая-то часть этого свободного от контакта протектора входит в контакт с дорогой, центр ее контактного пятна будет смещен относительно центра контактного пятна, рассмотренного нами непосредственно перед этим. Хорошую демонстрацию того, что происходит на самом деле, можно получить, катя круглый

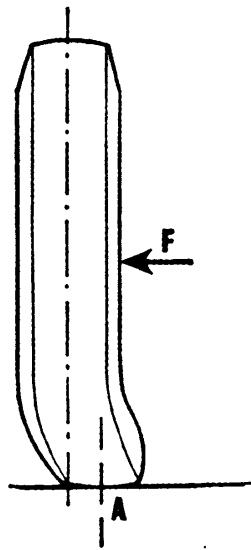


Рис. 31. Когда сила F приложена под прямым углом к плоскости колеса, покрышка деформируется и центр контактного пятна A перестает находиться в вертикальной плоскости симметрии колеса.

ластик, какие используются для пишущих машин, по поверхности стола, одновременно толкая его в сторону. При этом следует плотно прижимать его к поверхности стола для предотвращения скольжения.

Таким образом, под действием боковой силы, например под действием на автомобиль центробежной силы, катящееся колесо и покрышка будет отклоняться от своей плоскости. При этом не будет происходить скольжения. В результате даже без скольжения и при сравнительно низкой скорости автомобиль в повороте не следует в точности той траектории, которая определяется геометрией его колес. В действительности он движется по траектории, по которой следуют его колеса с учетом угла увода. Любое увеличение или уменьшение угла увода приведет к изменению траектории, так же как от изменения ориентации его колес. Такой способ управления автомобилем, разумеется, реализуется задними колесами автомобиля точно так же, как и передними. Для конкретной покрышки угол увода в основном определяется четырьмя факторами:

- 1) Боковая сила, действующая на колесо. Любое увеличение этой силы очевидно приводит к увеличению угла увода.
- 2) Давление в шине. Любое уменьшение давления увеличивает угол увода. И наоборот, увеличение давления в шине уменьшает угол увода до определенного предела, пока площадь пятна контакта не слишком сильно уменьшена.

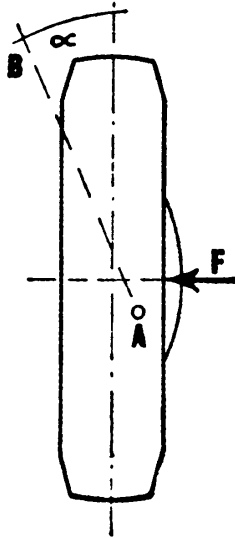


Рис. 32. Плоскостная проекция катящегося колеса под действием силы F , приложенной под прямым углом к его плоскости (боковая сила). Центр пятна контакта покрышки с дорогой (A) смещен вбок и назад. Угол α является углом увода. Вместо направления, лежащего в плоскости колеса, оно следует по траектории AB .

- 3) Вес, приходящийся на колесо. Для данной боковой силы, угол увода покрышки минимален при том весе, для которого была рассчитана покрышка. Значительное увеличение или уменьшение веса приведет к увеличению угла увода. В случае уменьшения веса, это происходит частично за счет увеличения проскальзывания отдельных участков пятна контакта.
- 4) Развал колес. Положительный развал увеличивает угол увода при прочих равных условиях, в то время как отрицательный развал до некоторой степени уменьшает его.

Скольжение

Угол увода достигает максимума, когда боковая сила, действующая на колесо, приближается к пределу сцепления покрышки с дорогой. Когда этот предел оказывается превышен, увод переходит в скольжение. При этом покрышка на самом деле скользит по поверхности дороги. Очевидно, угол скольжения добавляется к углу увода.

В то время как увод может быть вызван только силами, действующими перпендикулярно плоскости колеса, скольжение может быть обусловлено также и силами, действующими в плоскости самого колеса, то есть тормозными силами или силами тяги.

Сцепление колеса с дорогой одинаково во всех направлениях. Это значит, что если мы хотим тянуть заблокированное колесо в его собственной плоскости, то должны будем приложить такую же силу, какая

требуется для его перемещения вбок или в любом другом направлении. Если к колесу прилагается крутящий момент, сила тяги, действующая на дорогу, не может превысить предела сцепления колеса с дорогой.

В этой связи важным обстоятельством является то, что часть сцепления, используемая силами тяги или торможения, уменьшает сопротивление, которое колесо может оказывать действию сил, перпендикулярных его плоскости. Постоянство сцепления во всех направлениях можно схематически представить на диаграмме в виде окружности, центр которой находится в центре контактного пятна покрышки с дорогой. Радиус этой окружности определяется силой сцепления. Если сила, превышающая радиус этой окружности, приложена в любом направлении к точке контакта колеса с дорогой, наступит скольжение; если приложенная сила не превышает радиуса окружности, оно не

64

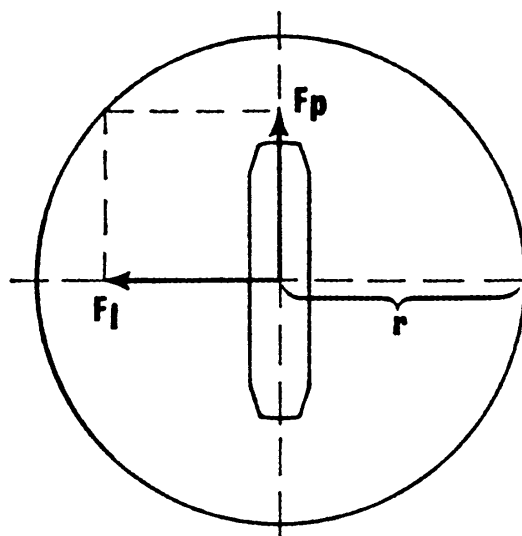


Рис. 33. Радиус окружности r – мера сцепления колеса с дорогой. Если на колесо действует боковая сила F_l , для ускорения или торможения автомобиля остается доступна сила величины F_p . Если к колесу приложена ведущая или тормозная сила F_p , любая боковая сила, превышающая F_l , вызовет скольжение колеса. F_l , таким образом, есть сила максимального бокового сцепления колеса, доступного для противодействия скольжению, если тормозная или ведущая сила F_p приложена через контактное пятно покрышки с дорогой. Полная сила сцепления равна $= \sqrt{F_p^2 + F_l^2}$

будет двигаться. Все силы, приложенные к точке контакта (для простоты мы полагаем, что контакт между покрышкой и дорогой происходит в точке) могут быть разложены на (1) силу, действующую перпендикулярно плоскости колеса, и (2) силы, действующие в плоскости колеса. Эти две силы взаимозависимы; если сила, не превышающая предела сцепления колеса, приложена в плоскости колеса (ведущая или тормозная сила), это приведет к уменьшению сопротивления колеса силам, приложенным перпендикулярно его плоскости (то есть, силам, стремящимся заставить его скользить вбок). Любая сила, действующая перпендикулярно плоскости колеса (то есть сила, стремящаяся перевести автомобиль в скольжение) уменьшает возможности для торможения или ускорения. Эти силы связаны между собой формулой:

$$Total\ Adhesion = \sqrt{F_p^2 + F_l^2}$$

где F_p – сила, действующая в плоскости колеса; F_l – боковая сила.

Таким образом, если сила F_p прикладывается посредством колеса для ускорения или торможения автомобиля, сила F_l , действующая под прямым углом к плоскости колеса,

$$F_l = \sqrt{(Total\ Adhesion)^2 - F_p^2}$$

достаточна для перевода автомобиля в скольжение. Следовательно, если колесо подвергается действию боковой силы F_l , максимальная ведущая сила, которая может быть передана на колеса без пробуксовки, равна

$$F_p = \sqrt{(Total\ Adhesion)^2 - F_l^2}$$

Эта формула не только показывает, что любая сила, приложенная в одной из плоскостей, уменьшает способность колеса сопротивляться силам, приложенным в перпендикулярном направлении, но также и то, что если одна из этих сил равна предельной силе сцепления колес с дорогой, то возможностей для сопротивления каким-либо другим силам больше не остается.

Это значит, что если колесо буксует под действием избыточно-



Рис. 34. В толпе машин не всегда возможно, и даже не всегда желательно, соблюдать академически правильную траекторию в повороте. В этом повороте на 180 градусов Вилли Мэйрес едет, вероятно, по наиболее правильной траектории, но Лючано Бьянки смог протиснуться, и лидирующий автомобиль вынужден покинуть эту траекторию на выходе из поворота. Если бы Мэйрес держался ближе к внутреннему радиусу, он потерял бы каких-нибудь несколько сотых секунды, но зато его никто не оттеснил бы с траектории, и он продолжал бы лидировать. (Тур де Франс, 1961, кольцо Брюссель-Хейшель)

го крутящего момента, или же заблокировано тормозами, оно будет неспособно сопротивляться скольжению в каком-либо направлении; и наоборот, если колесо скользит в отсутствии приложенных к нему ведущих или тормозных сил, оно не способно передавать эти силы, если это требуется. Этим объясняется, почему даже обыкновенный гражданский автомобиль, проходящий скользкий поворот на постоянной скорости с малым газом, начинает скользить, если открыть газ достаточно широко, чтобы заставить ведущие колеса буксовать на промежуточной передаче. Вызванное таким образом скольжение прекращается, если только в достаточной степени уменьшить подачу топлива, с тем чтобы уменьшить ведущую силу до величины, сопос-

тавимой с боковой силой, действующей на колеса, или выйти из поворота по прямой траектории, уменьшив действующие на колеса боковые силы соответственно приложенной к ним ведущей силе. Это два способа, при помощи которых водитель может корректировать скольжение. Точный момент, когда под действием растущей боковой силы, приложенной к катящимся колесам, увод переходит в скольжение, на широких покрышках определить труднее, чем на узких.

На узких дорожных колесах переход от увода к скольжению происходит весьма плавно. При этом быстро растущий угол увода предупреждает водителя о том, что предел сцепления уже близко и скоро начнется скольжение. На широких шинах высокого сцепления этот переход происходит гораздо более резко. Угол увода практически не растет, пока не наступит предел сцепления. Скольжение начинается внезапно, практически без предупреждения, что требует от водителя хорошей реакции. Гоночные автомобили, кроме низкопрофильных покрышек имеющие также малую полярную инерцию, едут фактически в экстремальных условиях.

Недостаточная и избыточная поворачиваемость

Практический эффект действия боковых сил на колесо заключается в том, что колесо движется под углом к своей собственной плоскости, независимо от того, происходит ли при этом скольжение после достижения предела сцепления или же боковая сила вызывает небольшой увод колеса. Следовательно, увод и скольжение оказывают весьма похожее влияние на движение автомобиля, поскольку при этом изменяется движение автомобиля независимо от действий водителя рулевым колесом.

Поведение автомобиля в том случае, когда превышен предел сцепления на одной или обеих осях, в основном зависит от действий водителя. В то же время, поведение автомобиля в режиме увода передних и задних колес под действием боковых сил, будь то центробежная сила на повороте, сила давления бокового ветра или какая-либо еще, определяется в основном углами увода. Если под действием определенной боковой силы угол увода передних колес меньше, чем угол увода задних, тогда принято говорить, что автомобиль обладает избыточной поворачиваемостью, потому что это реально приводит к движению

по кривой большей кривизны по сравнению с той, которая соответствует геометрической конфигурации колес. Напротив, если угол увода передних колес больше, чем задних, тогда автомобиль обладает недостаточной поворачиваемостью; он движется по более широкой траектории, чем та, которая соответствует геометрии расположения его колес. Равные углы увода передних и задних колес приводят к так называемой нейтральной поворачиваемости. На практике автомобиль с нейтральной поворачиваемостью, то есть, автомобиль, проходящий поворот с равными углами увода передних и задних колес, не будет

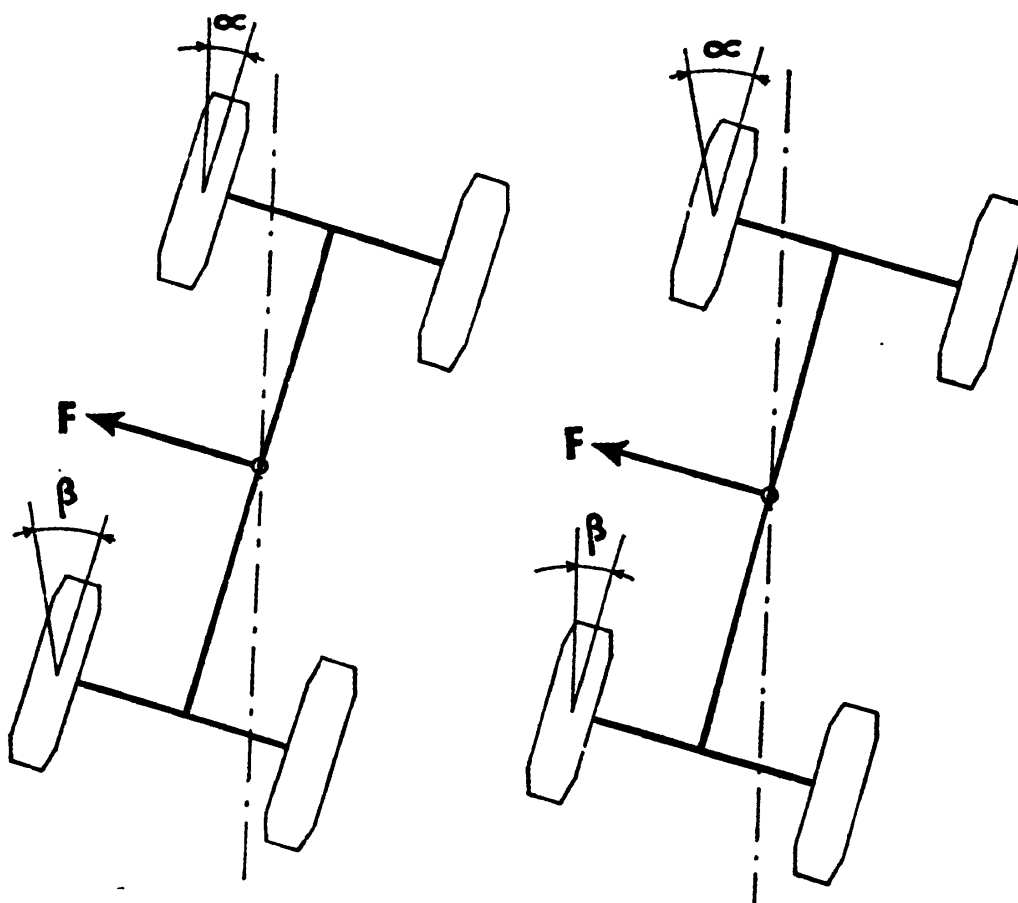


Рис. 35. Автомобиль с избыточной поворачиваемостью (слева) $\alpha < \beta$. Угол увода передних колес меньше, чем задних. Автомобиль стремится отклониться от первоначальной траектории. Автомобиль с недостаточной поворачиваемостью (справа) $\alpha > \beta$. Угол увода передних колес больше, чем угол увода задних колес. Автомобиль, получив отклонение от своей траектории, стремится вернуться обратно к первоначальному направлению движения.

точно следовать траектории, определяемой геометрическим расположением его колес, а будет описывать траекторию большего радиуса. Он следовал бы этой траектории только в том случае, если углы увода стали бы равны нулю, или поворачиваемость автомобиля была бы слегка избыточна.

Отношение углов увода передних и задних колес не только различно для различных автомобилей, но и меняется в зависимости от различных условий для одного и того же автомобиля. К примеру, увеличение массы будет влиять на характеристики управляемости. Если полностью загрузить четырехместный пассажирский автомобиль, его центр тяжести сместится назад, так что распределение компонент центробежной силы, действующих на переднюю и заднюю оси, также изменится. На заднюю ось будет приходиться большая часть центробежной силы, а меньшая ее часть – на переднюю. При этом угол увода задних колес увеличится, а передних колес – уменьшится. Это приведет к избыточной поворачиваемости; увеличенная загрузка задней оси также увеличивает угол увода.

Зная причины, влияющие на поведение колес под действием боковых сил, возможно в определенных пределах изменять поведение автомобиля при помощи различной геометрии передней и задней подвесок и подходящих характеристик стабилизаторов поперечной устойчивости, так что они будут различным образом реагировать на боковые силы, действующие на центр тяжести. Например, избыточную поворачиваемость можно до некоторой степени исправить специальной конструкцией задней подвески, при крене слегка поворачивающей внешнее заднее колесо внутрь для компенсации избыточного увода. С подвеской типа beam axle или при всех четырех управляемых колесах, заднюю ось можно даже заставить немного подруливать для компенсации увода задних колес.

Но даже если задаться целью построить автомобиль с абсолютно постоянной поворачиваемостью, например нейтральной, это было бы невозможно по той причине, что боковые силы, действующие на передние и задние колеса соответственно, никогда не подчиняются одной и той же пропорции. При входе в поворот автомобиль склонен к недостаточной поворачиваемости за счет собственной инерции; чем быстрее производится вход в поворот, тем сильнее это проявляется.

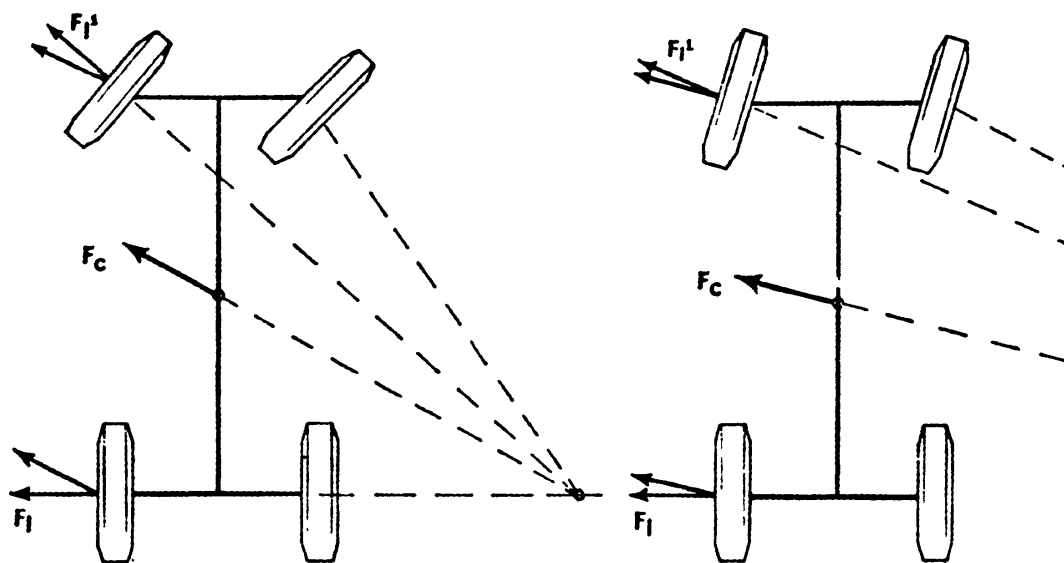


Рис. 36. По мере уменьшения радиуса поворота боковая компонента F_{c_l} центробежной силы F_c , действующая на задние колеса, уменьшается сильнее, чем ее компонента F_{c_r} , действующая на передние колеса.

Для любой заданной величины центробежной силы, ее боковая компонента, действующая на задние колеса, с уменьшением радиуса поворота уменьшается в большей степени, чем боковая сила на передних колесах. Таким образом, чем круче поворот, тем меньше будет избыточная поворачиваемость и тем больше недостаточная.

На заднеприводном автомобиле ведущие силы всегда приложены к задней оси вдоль продольной оси автомобиля. Как только передние колеса оказываются повернуты, ведущая сила создает боковую компоненту силы на передних колесах, растущую с увеличением угла поворота передних колес (рис. 36). Это, очевидно, создает дополнительную причину для недостаточной поворачиваемости, которая добавляется к стандартной недостаточной поворачиваемости, а автомобиль с избыточной поворачиваемостью может кратковременно приобрести недостаточную поворачиваемость.

Однако, если на заднеприводном автомобиле во время поворота к ведущим колесам приложен крутящий момент, достаточный для пробуксовки ведущих колес, тогда сцепление задних колес с дорогой

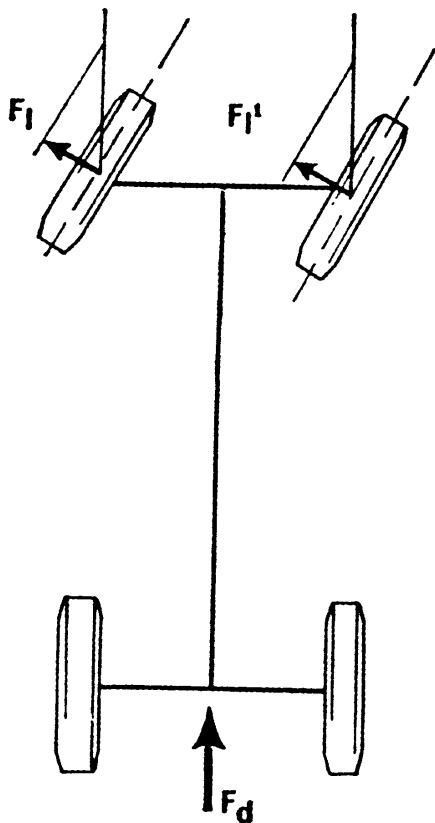


Рис. 37. На заднеприводном автомобиле, ведущая сила F_d создает боковые компоненты сил (F_l и F_l'), действующие на передние колеса, повернутые по направлению криволинейной траектории.

оказывается нарушенным. При этом колеса прекращают сопротивляться боковым силам, необходимым для следования по дуге поворота, и начинается занос задних колес при любых характеристиках поворачиваемости автомобиля. Если своевременно не уменьшить подачу топлива и/или распрямить траекторию рулевым колесом, занос автомобиля перейдет во вращение.

Переднеприводные автомобили в основном обладают недостаточной поворачиваемостью, хотя бы потому, что из-за близости центра тяжести к передним колесам на них приходится большая часть всех действующих на автомобиль боковых сил. Если необходимо, это можно исправить соответствующей настройкой подвесок, но с ростом крутящего момента, передаваемого передними колесами, уменьшается доля сцепления, доступная для сопротивления боковым силам, и растет угол увода передних колес. Как только передние колеса начинают приводить автомобиль в движение (т.е. водитель дает тягу на передние колеса) они оказываются подвержены действию боковых сил, предел по сцеплению с дорогой на передних колесах достигается раньше, чем на задних, и они едут по более широкой траектории.

Поэтому все переднеприводные автомобили под действием силы тяги двигателя проявляют недостаточную поворачиваемость.

Недостаточная поворачиваемость под тягой также характерна для полноприводных автомобилей, но в этом случае гораздо больше мощности требуется для срыва сцепления, поскольку крутящий момент в этом случае распределен по всем четырем колесам. Более детальное исследование поведения полноприводного автомобиля по сравнению с моноприводными моделями можно найти в разделе Приложений этой книги.

Как превратить недостаточную поворачиваемость в избыточную

Автомобиль с недостаточной поворачиваемостью устойчив, в то время как автомобиль с избыточной поворачиваемостью постоянно находится в неуравновешенном состоянии. Это легко понять: как только автомобиль отклоняется от прямолинейного движения, возникает центробежная сила, действующая на весь автомобиль и вызывающая увод колес. На автомобиле с недостаточной поворачиваемостью угол увода передних колес больше, чем угол увода задних колес, и такой автомобиль стремится автоматически вернуться к исходному направлению движения. Напротив, если поворачиваемость автомобиля избыточна благодаря тому, что угол увода задних колес больше, чем передних, он будет стремиться в направлении полученного им отклонения от прямолинейного движения, тем самым это отклонение будет усиливаться. Это, в свою очередь, усилит центробежную силу, действующую на автомобиль, разница между углами увода передних и задних колес увеличится, и если водитель немедленно не примет необходимых мер, автомобиль уйдет на кривую и начнет вращаться.

Принято считать, что для среднестатистического водителя наилучшим является автомобиль с недостаточной поворачиваемостью. Он (или она) никогда этого не заметит и просто будет направлять автомобиль туда, куда желает двигаться. Это одна из причин популярности автомобилей с передним приводом: управление ими не связано с какими-либо проблемами, поскольку водитель вряд ли столкнется с ситуациями, требующими коррекции заноса задних колес с помощью руления.

Однако нет единого мнения, каким образом автомобиль должен вести себя, когда во время поворота водитель отпускает педаль газа. Некоторые производители прилагают большие усилия к настройке подвесок для борьбы с медленным входом автомобиля в поворот, то есть для уменьшения недостаточной поворачиваемости из-за перераспределения веса, приводящего к загрузке передней оси и разгрузке задней, увеличивающего и уменьшающего углы увода передней и задней оси соответственно. Другие, напротив, настаивают на том, что автомобиль должен входить в поворот при увеличении газа – но не слишком резко, чтобы автомобиль продолжал управляться достаточно комфортно. Я лично весьма склоняюсь к первой точке зрения, поскольку в этом случае при входе в поворот проще заметить превышение оптимальной скорости на подходе к повороту. Опытный водитель использует такое поведение автомобиля для облегчения быстрого входа в поворот, что улучшает его подвижность на извилистых дорогах или в случае опасности. Я полагаю, что такое поведение абсолютно необходимо для автомобиля, особенно для спортивных переднеприводных и полноприводных автомобилей, как правило обладающих недостаточной поворачиваемостью под тягой.

Хотя нет большой разницы между переднеприводным и заднеприводным автомобилем при входе в поворот на предельной для данного поворота скорости, существует предел силы тяги, которая может быть передана на передние колеса. Считается, что переднеприводные автомобили обладают лучшими тяговыми качествами, чем аналогичные модели с задним приводом. В случае незагруженного гражданского автомобиля, особенно для большинства переднеприводных автомобилей, более 60% полного веса сосредоточено на передних колесах. Это также справедливо для заднеприводных автомобилей со средним и задним расположением двигателя. Но существует весьма низкий предел тягового усилия, которое может быть передано передними колесами. Это связано с тем, что чем больше ускорение автомобиля, тем большая часть его веса перераспределяется с передних колес на задние. Следовательно, чем больше тяги используется для ускорения, тем меньше сцепление передних колес с дорогой. Именно поэтому мощные гоночные автомобили всегда имеют привод на задние колеса. В этом случае, перераспределение веса пропорционально ускорению (и обратно

пропорционально длине базы и высоте центра тяжести) увеличивает сцепление ведущих колес с увеличением крутящего момента.

Для гонок на трассах с высоким коэффициентом сцепления лучше всего небольшая недостаточная поворачиваемость автомобиля, которая совершенно необходима для устойчивости на прямой и, кроме всего прочего, в быстрых поворотах, но при этом должна быть небольшая положительная поворачиваемость или уменьшение недостаточной поворачиваемости при отпускании педали газа. Это помогает вписываться в поворот. Автомобиль также должен иметь достаточную мощность для срыва ведущих колес в пробуксовку на грани сцепления, для обеспечения избыточной поворачиваемости на выходе из поворота. В этом случае, автомобиль проходит поворот скольжением всех четырех колес и будет направлен в сторону дальнейшего движения по прямой – если она присутствует – еще до выхода из поворота. В этот момент можно дать полное ускорение, используя сцепление всех ве-

74

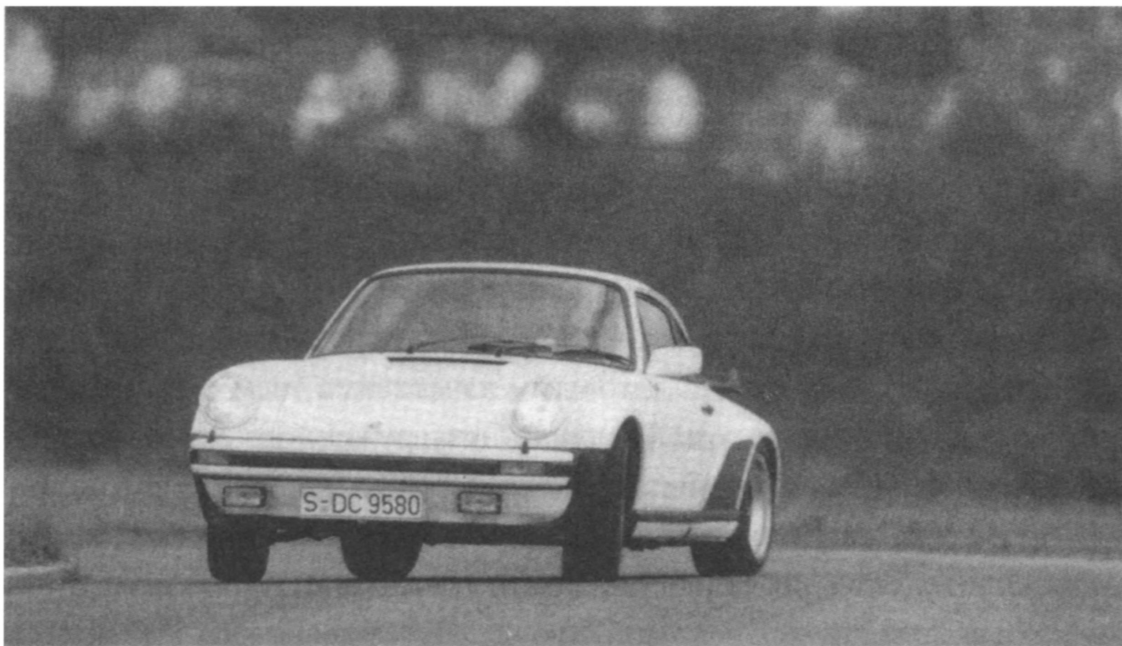


Рис. 38. Автор на Порше Турбо демонстрирует выход из поворота с заносом. Таким образом мощный автомобиль с задним приводом можно сориентировать в направлении последующего движения по прямой еще до того, как поворот на самом деле закончится. Если угол заноса будет больше, чем здесь показано, будет потеряно время.

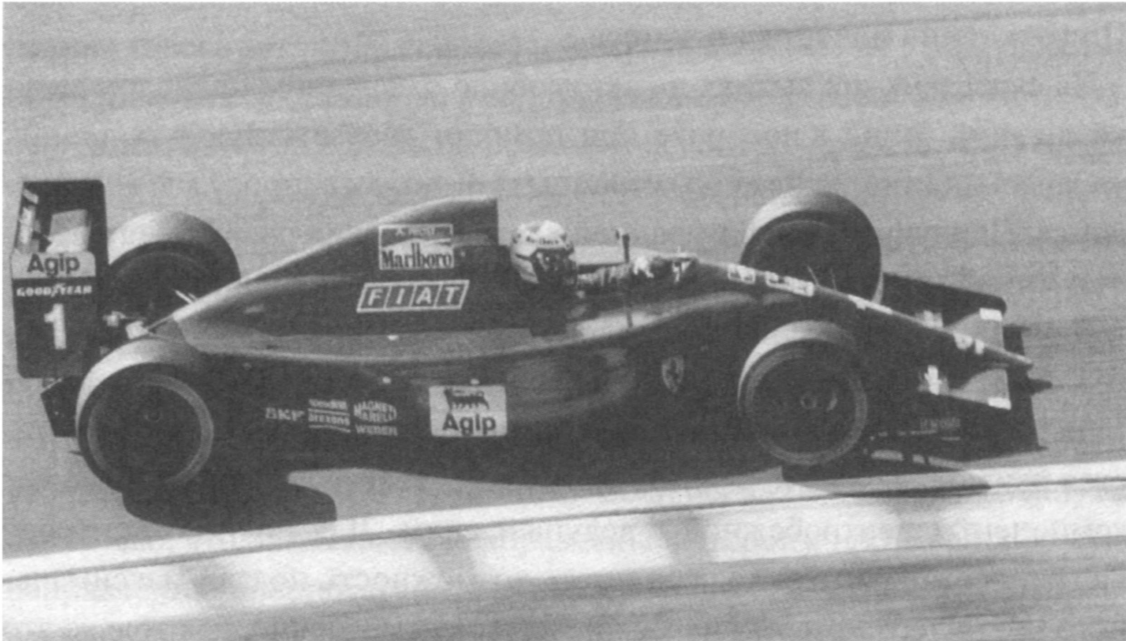


Рис. 39. Это почти максимальный угол заноса, который можно видеть на современных гонках одноместных болидов. (Ален Прост, «Феррари», 1990 г., Гран-при Франции, кольцо Пауль Ричард)

дущих колес, а боковая сила уменьшится до пренебрежимо малого уровня. Чтобы добиться этого, весьма важно точно контролировать величину избыточной поворачиваемости, создаваемой пробуксовкой, и в этой связи полезен дифференциал повышенного трения. Иначе, внутреннее ведущее колесо будет буксовать, а более нагруженное внешнее колесо с большим сцеплением не будет сорвано в пробуксовку и заноса задней оси не будет, даже когда это потребуется.

Угол заноса, применяемый на современных гоночных автомобилях, гораздо меньше того, каким пользовались гонщики 60-х годов, в основном потому, что современные гоночные шины обеспечивают гораздо меньшие углы увода, чем тогда (не более двух градусов), и потому, что очень большая сила сцепления вызывается аэродинамической прижимной силой, действующей на автомобиль. Но в гонках дорожных автомобилей и сейчас еще можно наблюдать сравнительно большие углы заноса.

Прохождение поворота в заносе

На скользких покрытиях на автомобиле с передним приводом можно вызвать занос в повороте при помощи соответствующих техник управления (иногда немного странных). К этому вопросу мы еще вернемся. Наилучшей конфигурацией для достижения правильного заноса с минимальными потерями времени является задний привод.

Движение в заносе предполагает, что при совместном действии боковой составляющей центробежной силы и крутящего момента двигателя на задних колесах, предел сцепления на задних колесах достигается раньше, чем на передних, на которые действуют только боковые компоненты центробежной и ведущей силы. Для полного контроля над заносом водитель должен иметь возможность подачи максимального крутящего момента на задние колеса немедленно, как только это

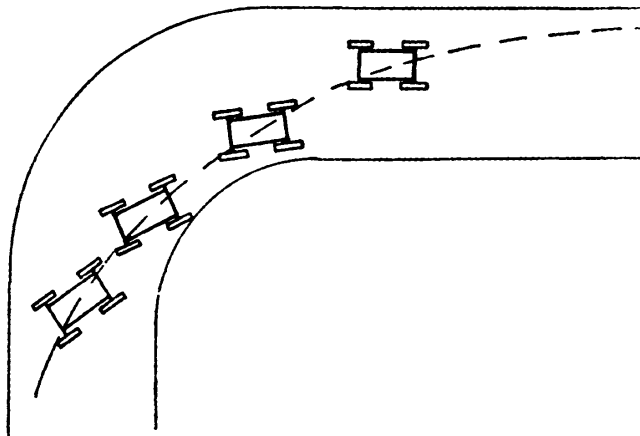


Рис. 40. Угол заноса, принятый автомобилем на дуге поворота в скольжении всеми колесами, ориентирует автомобиль в направлении выхода из поворота и последующего движения по прямой еще до того, как дуга поворота на самом деле закончится.

потребуется. Для этого, в свою очередь, необходимая передача должна быть включена заблаговременно до входа в поворот, который предполагается пройти в заносе, так чтобы можно было бы точно и без задержки управлять крутящим моментом на ведущих колесах при помощи педали газа. Это крайне важно, поскольку автомобиль в заносе управляется подачей газа в такой же степени, как и рулением.

Между так называемым силовым скольжением и управляемым заносом четкой границы на самом деле нет. Выражаясь гоночным языком, однако, обычно говорят, что происходит силовое скольжение, если пе-

редние колеса автомобиля более или менее направлены в направлении проходимого поворота (см. рис. 51); управляемым заносом это называется тогда, когда водителю приходится контролировать траекторию движения поворотом передних колес в сторону, противоположную направлению поворота. Отсюда следует, что только автомобиль с недостаточной поворачиваемостью способен к силовому скольжению, поскольку в большинстве остальных случаев углы увода и скольжения задних колес в сумме превышают угол увода передних колес, так что последние приходится выворачивать немного наружу поворота, чтобы скомпенсировать эту разницу. Если передние колеса вывернуты настолько, что оказываются направлены в сторону, противоположную направлению поворота, тогда силовое скольжение переходит в управляемый занос.

Силовое скольжение четырьмя колесами – это положение, которое правильно сконструированный автомобиль с недостаточной поворачиваемостью автоматически принимает в том случае, когда поворот проходится близко к пределу сцепления, если к задним ведущим колесам приложен достаточный крутящий момент – достаточный как минимум для поддержания скорости движения. Очевидно, это в определенной степени зависит от навыков и реакции водителя, но также до определенной степени это есть состояние устойчивого равновесия. Когда автомобиль движется по дуге достаточно медленно, так что углы увода пренебрежимо малы, центр кривизны его траектории O находится на продолжении его задней оси, там, где она пересекается с перпендикулярами к плоскости передних колес. Как только увод задней оси переходит в скольжение, эта точка пересечения больше не является центром кривизны действительной траектории движения автомобиля. Он перемещается в точку O_1 , которая лежит впереди оси задних колес. Рис. 41 показывает, что если бы автомобиль двигался бы вокруг центра кривизны O , то есть без никакого скольжения вообще, тогда бы он очень скоро убрался бы внутрь поворота; на самом деле, он движется вокруг центра кривизны O_1 . Это меняет направление центробежной силы с OG на O_1G , так что она образует гораздо меньший угол с плоскостью колес. Принимая, что в обоих случаях значение центробежной силы одинаково, значение ее компоненты, действующей под прямым углом к плоскости колес уменьшается. Это, однако,

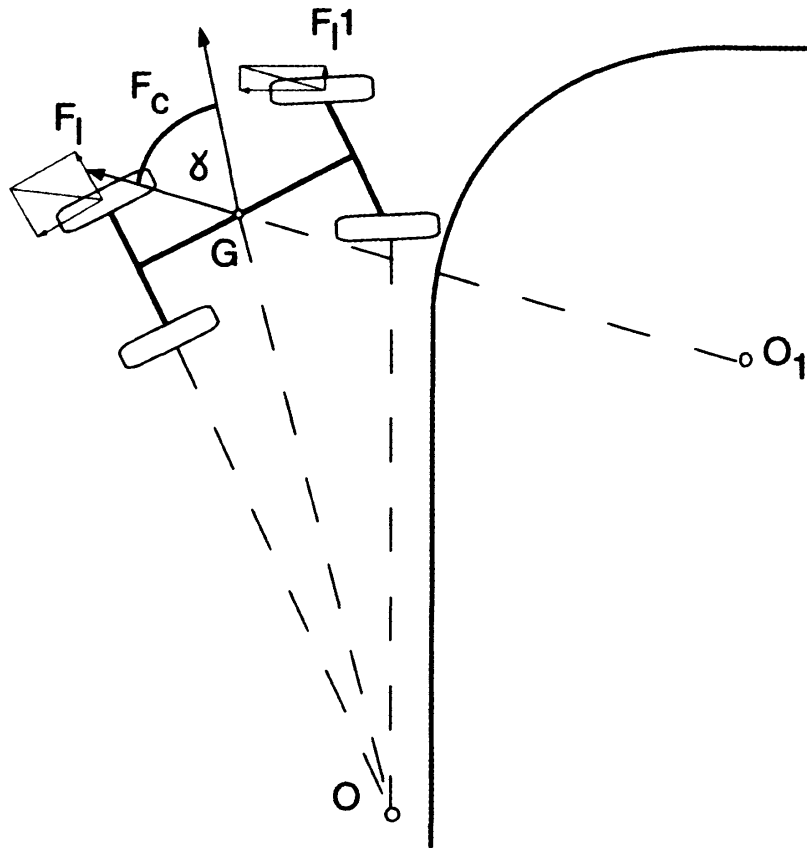


Рис. 41. Автомобиль в силовом скольжении. Чем больше угол заноса γ , тем меньше боковые компоненты F_1^1 и F_1 , центробежной силы F_c , действующие на передние и задние колеса, в то время как компоненты центробежной силы, действующие в плоскости колес, увеличиваются.

приводит к возникновению сравнительно важной компоненты, действующей в плоскости колес и противодействующей качению автомобиля, то есть стремящейся его замедлить.

До тех пор пока водитель не меняет положения рулевого колеса или крутящего момента, приложенного к ведущим колесам, автомобиль находится в состоянии равновесия, созданного различными действующими на него силами. Если по какой-либо причине скольжение задних колес немного увеличится, например, в результате увеличения крутящего момента двигателя, тем самым уменьшится сопротивление задней оси боковым силам. Угол заноса автомобиля γ в этом случае также увеличится, что автоматически приведет к уменьшению

составляющей центробежной силы, действующей под прямым углом к плоскости колес, и к увеличению ее составляющей, действующей в этой плоскости в направлении назад. Это, в свою очередь, вызовет замедление автомобиля. В результате получится новое состояние равновесия автомобиля, увеличенный крутящий момент на колесах соответствует увеличению сопротивления качению, и уменьшенная боковая составляющая центробежной силы соответствует уменьшению бокового сцепления ведущих колес в результате увеличения передаваемой на них ведущей силы. Если составляющая центробежной силы, действующая в плоскости задних колес, и ведущая сила, необходимая для удержания автомобиля в движении, в сумме достигают величины силы сцепления задних колес, в таком случае не остается сцепления для бокового удержания колес, и автомобиль вращается. Оптимальное значение угла заноса, которое, очевидно, должно существовать между крайними случаями (отсутствие заноса и неуправляемое вращение), наступает тогда, когда на повороте заданного радиуса предел сцепления ведущих колес достигается в результате совместного действия боковой компоненты центробежной силы и ведущей силы, которых в сумме в точности достаточно для поддержания движения автомобиля на максимально возможной скорости для имеющих место дорожных условий. До сих пор, в целях упрощения изложения, мы предполагали, что направленная вперед сила, приложенная к ведущим колесам, неизбежно уменьшает сопротивление этих колес, которое может быть противопоставлено силам, действующим перпендикулярно их плоскости. В первом приближении это основная компонента центробежной силы, действующей на автомобиль. Это вполне справедливо, но при этом не учитывается, что любая сила, приложенная к ведущим колесам, вызывает перенос веса от передних колес к задним.

Благодаря этому перераспределению веса, сцепление колеса с дорогой, которое пропорционально несомому им весу, увеличивается, так что в формуле

$$F_1 = \sqrt{(Total\ Adhesion)^2 - F_p^2}$$

(см. рис. 33), F_1 не обязательно меньше, чем сцепление колеса в статических условиях.

Перенос веса пропорционален ускорению автомобиля, пропорционален высоте центра тяжести и обратно пропорционален колесной базе.

Можно показать, что благодаря перемещению веса, возможность задних ведущих колес к сопротивлению боковым силам до определенного предела действительно увеличивается, когда к ним приложена ведущая сила. Однако, если эта сила слишком велика, возможность сопротивления боковым силам снова падает.

Водитель, проходящий поворот в скольжении, инстинктивно чувствует эти оптимальные условия, при которых достигается максимальное сцепление задних колес для борьбы с боковыми силами. Если в таких условиях резко закрыть дроссель, происходит обратный перенос веса, увеличивающий загрузку передних колес. Поскольку в тот же самый момент боковая компонента ведущих сил, действующая на них, также становится равной нулю, они моментально начинают скользить. Углы их скольжения и увода в сумме снижаются до величины, значительно меньшей, чем угол скольжения задних колес. Это приводит к гигантской избыточной поворачиваемости, в результате которой автомобиль скорее всего начнет вращаться и покинет пределы трассы.

Занос в определенных пределах является состоянием равновесия, и подготовленному водителю сравнительно легко вести автомобиль в заносе по желаемой траектории. Небольшое скольжение задних колес, добавляемое к уводу, позволяет придать автомобилю с недостаточной поворачиваемостью необходимый угол заноса, который может быть достигнут лишь в результате совместного действия силы тяги и центробежной силы. В момент входа в поворот, когда центробежная сила начинает действовать, момент инерции автомобиля относительно его вертикальной оси и ведущая сила, создающая боковую компоненту, действующую на повернутые передние колеса, в совокупности увеличивают недостаточную поворачиваемость автомобиля. Боковая компонента ведущей силы, действующая на передние колеса, может быть сведена к нулю сбросом газа точно в тот момент, когда автомобиль принимает маневр, то есть переходит на искривленную траекторию. Однако силы, обусловленные инерцией вращения автомобиля относительно его вертикальной оси могут быть лишь уменьшены, но



Рис. 42. Поворот на скользких покрытиях на заднеприводном автомобиле, быстрее всего проходится в управляемом заносе. Для этого необходимо сообщить автомобилю необходимый угол заноса и удерживать его в равновесии против центробежной силы одновременной пробуксовкой ведущих колес и рулением. Передние колеса при этом вывернуты в сторону, противоположную направлению поворота.

не устранены полностью при достаточно плавном вхождении автомобиля в поворот.

Это легко осуществимо в быстрых поворотах, но на входе в крутой поворот сделать это довольно трудно. Здесь гоночный автомобиль может проявить недостаточную поворачиваемость, эффективно преодолеть которую можно лишь умеренным торможением на входе в поворот. Торможение вызывает перераспределение веса с задней оси на переднюю, уменьшая сцепление задних колес и увеличивая сцепление передних колес с дорогой, тем самым провоцируя заднюю ось к заносу под действием центробежной силы, как только она достигнет достаточно большой величины. В этот самый момент тормоза необходимо отпустить и дать газ, чтобы в дальнейшем удерживать автомобиль в заносе при максимально возможной скорости на дуге поворота. Этот способ вызова заноса умеренным торможением на входе в по-

ворот требует исключительно точной работы педалью тормоза. Если автомобиль входит в поворот на слегка завышенной скорости и силу торможения приходится слегка увеличить, вращение практически неизбежно. Если, напротив, скорость на входе недостаточна, или во избежание потери скорости торможение прекращено еще до момента входа в поворот, вызвать занос автомобиля будет затруднительно.

82

Анализ сил, действующих на автомобиль в повороте, с очевидностью показывает, что хотя переднеприводному автомобилю на входе в поворот можно придать весьма значительный угол заноса, удержать его на траектории в таком положении невозможно, иначе как искусственным образом при помощи ручного тормоза или торможения левой ногой. Благодаря крутящему моменту, приложенному к передним колесам, и перераспределению веса, возникающему при ускорении (с уменьшением сцепления передних колес автомобиля), передающие тяговое усилие передние колеса неизбежно первыми достигают предела по сцеплению и начинают скользить под действием центробежной силы. Это значит, что автомобиль получает недостаточную поворачиваемость и даже если удастся удержать его на желаемой траектории рулением или уменьшением подачи топлива, его никогда не удастся сориентировать в направлении выхода из поворота до того, как дуга поворота закончится. Это неотъемлемый недостаток, органически присущий переднему приводу, поскольку это значит, что дать полный газ для ускорения можно только тогда, когда поворот будет полностью пройден – то есть в более поздний момент, чем в случае езды на заднеприводном автомобиле.

Этот недостаток переднего привода относится даже к маленьким автомобилям, на которых сцепление передних колес достаточно для передачи всей имеющейся в наличии мощности. Передний привод, который в силу сниженного сцепления передних колес при ускорении целесообразен только для автомобилей с умеренным соотношением мощность/вес, дает преимущество только в крутых поворотах. В этих поворотах положение передних колес таково, что на заднем приводе ведущая сила, приложенная к задним колесам, создает на передних колесах боковую компоненту силы, которая уменьшает их сопротивление скольжению в большей степени, чем ведущая сила, которая должна быть приложена к передним колесам на переднеприводном



Рис. 43. На льду или на снегу занос на полноприводных автомобилях может быть после входа в поворот, как только передняя и задняя оси оказываются жестко связаны трансмиссией. Это происходит автоматически при помощи вискомуфты, межосевого дифференциала повышенного трения или фрикциона с электронным управлением, блокирующего межосевой дифференциал, как только начинается пробуксовка колес. В отличие от заднего привода, наилучшие результаты получаются при меньших углах заноса, поскольку сцепление нарушается одновременно на обеих осях, как это происходит на этой Ауди Кваттро. Передние колеса при этом не нужно выворачивать в сторону, противоположную направлению поворота.

автомобиле при прочих равных условиях для получения такого же ускорения.

В заключение можно сказать, что благодаря углу заноса, принимаемому заднеприводным автомобилем при прохождении поворота в заносе, компонента центробежной силы, действующая под прямым углом к плоскости колес уменьшена по сравнению с тем значением, которое она бы имела при нулевом угле заноса, то есть при прохождении поворота качением. Благодаря этому поворот в заносе можно проходить на большей скорости, чем без него. При увеличении угла заноса, однако, то же самое происходит с компонентой центробеж-

ной силы, действующей вдоль продольной оси автомобиля и противодействующей его движению вдоль траектории и при дальнейшем увеличении угла заноса автомобиль соскальзывает с траектории и покидает дорогу.

84 На поверхностях с высоким сцеплением современные гоночные покрышки не позволяют использовать большие углы заноса, поскольку сцепление быстро падает, так как боковая сила и ведущая сила вместе приводят к срыву сцепления, и пробуксовка ведущих колес становится значительной. Как мы увидим позже, большие углы заноса также вредно сказываются на аэродинамике автомобиля, поскольку при этом уменьшается аэродинамическая прижимная сила, позволяющая современным гоночным автомобилям проходить повороты на очень высокой скорости.

Совершенно другие условия имеют место на дорогах с низким сцеплением, с которыми часто приходится иметь дело в ралли. Там часто встречаются большие участки не подготовленных специально дорог, или дорог, покрытых снегом и льдом, как, например, в ралли Монте-Карло или ралли Швеции.



Рис. 44. Ле Ман непрост. Здесь я возвращаюсь на трассу после ошибки в определении тормозного пути из-за плохой погоды и видимости. Первое место, однако, в результате не было потеряно.

Здесь большие углы заноса являются правилом и единственным способом достижения наилучшего результата. Прямо на входе в поворот водитель отправляет свой автомобиль в силовое скольжение со значительным углом заноса, контролируя его одновременно рулением и подачей топлива. Для достижения желаемого угла заноса водитель пользуется контрсмещением перед входом в поворот, двигаясь по переходной кривой показанной на рис. 24, но более широкой, намеренно раскачивая автомобиль и провоцируя его скольжение на входе в поворот, обычно очень коротким сбросом газа для разгрузки задней оси, и немедленно переходит к резкому ускорению для срыва сцепления задних колес.

Этот способ можно применять даже на переднем приводе, но там требуется специальная техника. В этом случае в момент, когда требуется занос задней оси, водитель должен работать педалью тормоза одновременно с резким ускорением. При этом задние колеса кратковременно блокируются, так что перестают сопротивляться центробежной силе, и задняя ось начинает скользить с траектории поворота в направлении внешнего радиуса. В то же время передние колеса, хотя на них также действуют тормоза, продолжают вращаться благодаря крутящему моменту, превосходящему тормозной момент. Для облегчения маневра обычно увеличивают тормозную силу на задних колесах по сравнению с обыкновенными переднеприводными автомобилями, что достигается с помощью специальных регулировок тормозной системы.

Езда полноприводного автомобиля весьма похожа на езду переднеприводного, но это зависит от распределения крутящего момента по осям автомобиля. В отличие от переднеприводных автомобилей угол заноса можно удерживать подачей мощности, хотя углы заноса оказываются меньшими и для этого требуется больше мощности, чем на переднем или заднем приводе.

Независимо от типа поверхности существует оптимальный угол заноса, при котором обеспечивается прохождение поворота с максимально возможной скоростью. Задача водителя – найти этот угол заноса и удерживать его при помощи грамотных действий рулевым колесом и педалью газа. Этим объясняется тот факт, что в гонках, несмотря на то что автомобиль, казалось бы, движется исключительно

стабильно по заранее выбранной траектории, обычно можно видеть, как водитель быстрыми движениями покачивает рулевое колесо из стороны в сторону. Это делается для коррекции возникающих мелких скольжений колес, стремящихся изменить угол заноса, выбранный водителем. Эти движения – средство, а не цель, как полагают некоторые, которые думают, что для быстрого прохождения поворота необходимо быстро раскачивать рулевое колесо. Напротив, лучшим водителем является тот, кто способен определить любое нежелательное движение автомобиля, пока оно еще настолько мало, что может быть скорректировано легким движением рулевого колеса. Настоящий водитель экстра-класса может почувствовать, что начинает происходить с автомобилем, еще до того, как это реально начнет происходить, и действовать соответственно. Широкие движения рулевым колесом для удержания автомобиля на траектории – признак плохого водителя.

Аэродинамические приспособления

Хотя в течение многих лет форма кузова серийных автомобилей диктовалась модой, а не аэродинамическими соображениями, конструкторы гоночных автомобилей имели представление о важности снижения аэродинамического сопротивления с самого начала истории автомобильных гонок. Но в то время как влияние аэродинамики на скорость было давно известно, влияние воздушного потока на поведение автомобиля на дороге не было замечено до начала 60-х годов. В самом деле, Опель-рекордсмен 1928 года с реактивным двигателем имел перевернутые крылья от самолета с обеих сторон, чтобы не взлететь, но вряд ли это было практичным решением. И когда швейцарец Михаэль Май, блестящий инженер, который в молодости был успешным гонщиком, в 1955 г. стартовал в гонке на тысячу километров на Нюрбургринге на Порше 550 Спайдер с большим антикрылом над кокпитом и обогнал всех на круг, это выглядело так невероятно, что результат не был засчитан!

Большинство автомобилей на самом деле подвергаются действию аэродинамической подъемной силы, которая растет пропорционально квадрату скорости. Грубо говоря, это происходит в результате того, что путь спереди назад по верхней поверхности автомобиля длиннее, чем тот же путь вдоль поверхности автомобиля, прилегающей к доро-

ге. Это создает разность давлений, стремящуюся приподнять автомобиль, так же как крыло самолета. В автомобилях класса «Формула», традиционно имеющих открытые колеса, дополнительная подъемная сила создается широкими покрышками, поскольку относительная скорость движения воздуха по их верхним поверхностям вдвое превышает скорость автомобиля, а по нижней поверхности колес поток воздуха вообще отсутствует.

В то время как общее уменьшение сцепления за счет подъемной силы ухудшает возможности для прохождения поворота и торможения, распределение зон низкого давления по верхней поверхности машины важно хотя бы потому, что оно определяет изменение загрузки по осям в зависимости от скорости автомобиля. На большинстве современных гражданских автомобилей, особенно закрытых, подъемная сила уменьшает вес на задних колесах в большей степени, чем на передних, а это как раз и является нежелательным. Это значит, что чем больше скорость, тем меньше сцепление задних колес по сравнению с передними и, следовательно, сильнее тенденция к избыточной поворачиваемости. Это также относится к гоночным автомобилям с открытыми колесами, где задние колеса обычно шире передних и, следовательно, создают большую подъемную силу.

Рассматривая случай заднеприводного автомобиля, мы видели, что за счет ведущей силы, всегда приложенной вдоль продольной оси автомобиля, недостаточная поворачиваемость увеличивается с ростом угла поворота передних колес. Следовательно, в быстрых поворотах недостаточная поворачиваемость проявляется меньше, чем в медленных. Это снова противоречит тому, что мы хотим от автомобиля. Добавим это к аэродинамическим силам, которые еще более снижают сцепление задних колес по сравнению с передними при росте скорости, – и автомобиль, настроенный на нейтральную поворачиваемость в медленных поворотах, в быстрых поворотах будет неуправляем в результате избыточной поворачиваемости на высокой скорости. Таким образом, очень важно, чтобы подъемная сила, если она присутствует, на задней оси была бы меньше, чем на передней для любого автомобиля. Без помощи специальных аэродинамических приспособлений добиться этого трудно и на гоночных, и на гражданских автомобилях, особенно в сочетании с низким аэродинамическим сопротивлением.

Примером эффективности таких приспособлений, даже на гражданском автомобиле, является Порше 911 (модель конца 1980-х гг.) Без передней аэродинамической юбки и заднего спойлера, полная подъемная сила на скорости 150 миль в час составляла 180 кг (около 400 фунтов) или 15% всего веса автомобиля, из которых 125 кг приходилось на заднюю ось и 55 кг на переднюю – распределение, в точности противоположное тому, что мы хотели бы видеть, если бы смирились с наличием подъемной силы. С дополнительными аэродинамическими приспособлениями некоторая подъемная сила все же остается, но она уменьшается до очень малой величины в 17 кг (12 кг на заднюю ось и 5 кг на переднюю) – тоже нежелательное распределение, но в абсолютном исчислении разница так мала, что ею можно пренебречь, и управляемость сильно улучшается.

На современных гоночных автомобилях форма корпуса такова, что получается прижимная сила за счет ground-эффекта и использования антикрыльев спереди и сзади (см. рис. 45). Для ограничения эффекта этих приспособлений до приемлемого уровня, регламент соревнований ограничивает их размеры и размещение на автомобиле.

Тем не менее, центростремительные ускорения более 4,5 g были достигнуты на болидах «Формулы-1», что означает, что центробежная сила, действующая на автомобиль (и водителя!) приблизительно в четыре с половиной раза превышает их собственный вес. Прижимная сила, развиваемая на скорости 200 миль в час, может превышать 1500 кг (3300 фунтов). Этим объясняется, почему подвески современных гоночных машин так жестки. Однако имеется еще одна причина для их жесткости: использование ground-эффекта требует, чтобы дорожный просвет выдерживался в очень строгих пределах вне зависимости от нагрузки на автомобиль. Угол атаки автомобиля (т.е. угол наклона относительно дорожного полотна в продольном направлении) также очень важен. Даже очень малое положительное значение угла атаки (подъем передней части или просадка задней, или и то и другое сразу) может привести к значительной подъемной силе на передней оси (или значительно уменьшить прижимную силу) с одновременным увеличением лобового сопротивления, и это в реальности приводило к отрыву гоночных болидов от поверхности трассы с переворотом вверх дном.

Также следует помнить, что антикрылья наиболее эффективны, когда воздух обтекает их перпендикулярно, то есть когда автомобиль движется по прямой в неподвижном воздухе. При прохождении быстрого поворота, отклонение направления потока обычно недостаточно для серьезного уменьшения эффективности антикрыльев, но с увеличением угла заноса прижимная сила и, следовательно, сцепление, стремительно падают, в результате чего автомобиль становится неуправляемыми. Это другая причина, по которой большие углы заноса неприменимы на современных гоночных болидах.

Более детально эффекты, связанные с прижимной силой, разобраны в Приложении 3 в конце этой книги.

Примечание переводчика. После гибели Жилия Вильнева в 1982 г. применение ground-эффекта в «Формуле-1» было запрещено.

От теории – к практике

Настройка подвески

И для тюнингованного автомобиля, и для гоночного болида при достаточно гладкой поверхности дороги важно уменьшить любые движения корпуса, которые могли бы нарушить баланс автомобиля, поскольку любые отклонения от статического равновесия вызывают изменение положения колес и аэродинамического баланса. Например, крен влияет на развал колес и, возможно, также приводит к изменению их схождения, в то время как подъем передка при разгоне будет значительно нарушать распределение подъемной или прижимной силы между передней и задней осями автомобиля. Общее правило гласит, что на мокрой дороге должны использоваться мягкая подвеска и амортизаторы, поскольку уменьшенное сцепление снижает возможные поперечные и продольные силы (центробежные, ведущие и тормозные), действию которых подвергается автомобиль. Более мягкие подвеска и амортизаторы позволяют поддерживать более стабильный контакт между покрышками и дорогой и, следовательно, обеспечивают более стабильное сцепление.

Для настройки автомобиля в соответствии с требованиями водителя необходимо понимать следующие механизмы.

Поперечная жесткость

Вследствие сопротивления пружин и того обстоятельства, что, как правило, центр тяжести поддрессоренных масс лежит выше оси крена (воображаемая линия между передним и задним центром крена), лю-

бая боковая сила, приложенная к автомобилю, будет вызывать крен. В этом случае мы рассмотрим только ситуацию автомобиля в повороте, подверженного действию центробежной силы. Мы также примем, что поперечная жесткость спереди и сзади одинакова, и углы увода, вызываемые центробежными силами, также равны спереди и сзади, в результате чего поворачиваемость автомобиля нейтральна.

Теперь предположим, что мы заменили задние пружины жесткими блоками. В этом случае крена не будет вообще, а передние пружины останутся в покое, потому что все перераспределение веса, созданное вызывающим крен крутящим моментом центробежной силы, будет принято задней осью. Как следствие, угол увода задней оси значительно увеличится, в то время как увод передней оси останется без изменения. В результате автомобиль получит сильную избыточную поворачиваемость. Отсюда следует, что любое увеличение креновой жесткости задней подвески за счет усиления пружин, подъема центра крена или использования стабилизатора поперечной устойчивости приведет к увеличению избыточной поворачиваемости (или к уменьшению недостаточной), в то время как увеличение жесткости передней подвески усилит недостаточную поворачиваемость (или понизит избыточную).

Однако следует помнить, что в отсутствии дифференциала повышенного трения увеличение жесткости стабилизатора поперечной устойчивости на ведущей оси вредно сказывается на тяге в повороте, поскольку при крене автомобиля стабилизатор поперечной устойчивости стремится оторвать внутреннее колесо от поверхности дороги.

Жесткость амортизаторов не оказывает никакого влияния на максимальные углы крена, но влияет на поведение автомобиля при переходных процессах, на входе в поворот, поскольку он увеличивает сопротивление крену до тех пор, пока максимальный угол крена не будет достигнут. Следовательно, жесткие задние амортизаторы кратковременно увеличивают жесткость задней подвески, в результате чего увеличивается начальная избыточная поворачиваемость (или уменьшается начальная недостаточная поворачиваемость) и ускоряется вход в поворот, в то время как жесткие передние амортизаторы кратковременно увеличивают недостаточную поворачиваемость и ослабляют ответную реакцию автомобиля.

Развал колес

Мы видели, что увеличенный положительный развал приводит к увеличению углов увода и что до определенного предела отрицательный развал уменьшает углы увода. Это дает еще один способ настройки поворачиваемости, хотя, как правило, положительный развал также вызывает раннее нарушение сцепления и снижает максимально возможную скорость при прохождении поворота.

На современных гладких и широких гоночных покрышках допустимые пределы регулировки развала очень малы, поскольку любое отклонение от нулевого угла развала вызывает неравномерное распределение нагрузки по ширине покрышки, что может привести к перегреву перегруженной ее части с разрушением рабочей поверхности шины. В этом случае, наилучшие результаты получаются при установке развала, а также регулировке давления в шине таким образом, что после нескольких кругов гонки температура шины приблизительно одинакова по всей ее ширине. Обычно три измерения проводятся с помощью специального индикатора (пирометра): одно на внешней стороне рабочей поверхности шины, другое в ее середине и третье на внутренней ее стороне. Равномерное распределение обычно достигается при очень малом отрицательном развале (в несколько угловых минут), который становится равен нулю на внешних колесах, наиболее важных при повороте. Когда автомобиль принимает крен, колеса наклоняются в сторону одновременно с ним.

Схождение колес

Любое изменение схождения колес, очевидно, будет увеличивать сопротивление качению и износ шины. Следовательно, насколько это возможно во время движения автомобиля по прямой, колеса должны быть параллельны. Это особенно важно для очень широких гоночных шин высокого сцепления. Небольшое схождение передних колес будет усиливать ответную реакцию автомобиля на руление, когда автомобиль переходит с прямолинейной траектории на дугу поворота. Напротив, расхождение колес делает ответную реакцию автомобиля более плавной и постепенной. Но более важным, чем схождение само по себе, является изменение схождения в результате движения частей подвески.

Если сжатие передней подвески вызывает увеличение схождения колес (ударное схождение), на входе в поворот возникает избыточная поворачиваемость, потому что при крене автомобиля увеличивается угол поворота внешнего колеса (которое несет большую нагрузку, чем внутреннее колесо, и тем самым определяет траекторию движения автомобиля), и водитель должен уменьшить воздействие на руль, чтобы удержать автомобиль на желаемой траектории. И наоборот, ударное расхождение колес делает автомобиль менее остро реагирующим, поскольку крен автомобиля уменьшает угол поворота внешнего колеса. В первом случае очень трудно удержать автомобиль на чистой траектории, поскольку при сбросе газа на повороте возникает очень сильная «реакция внутрь», связанная с перераспределением веса на переднюю ось и последующим увеличением схождения колес. Вариации схождения в основном зависят от взаимного расположения рулевых тяг.

Вариации схождения задних колес в той же степени важны, и они вносят вклад в пассивное руление задних колес. Схождение при нагрузке, которое вызывает увеличение схождения внешнего заднего колеса в момент крена автомобиля в повороте, частично компенсирует увод, и автомобиль ведет себя, как если бы угол увода был меньшим, чем он есть на самом деле. Следовательно, это способствует недостаточной поворачиваемости, в то время как расхождение способствует избыточной поворачиваемости и делает автомобиль трудноуправляемым.

В то время как на автомобилях, предназначенных для гонок, вариации схождения передних колес легко регулируются, такие регулировки на гражданских автомобилях более затруднительны, но это и требуется относительно редко. Изменения схождения задних колес обычно определяются конструкцией подвески, хотя возможность статической регулировки схождения обычно обеспечивается на гражданских автомобилях и является нормой для гоночных автомобилей. В идеале статическое схождение задних колес должно быть минимальным, но таким, чтобы сжатие подвески не приводило бы к их расхождению. Если же, — как правило, это встречается на гражданских автомобилях — детали подвески сочленяются посредством сайлент-блоков (которые на гоночных машинах должны быть максимально жесткими или, если

это разрешено, заменены твердыми втулками или шаровыми опорами), желательно придать задним колесам значительное схождение, чтобы исключить их расхождение под действием тормозных сил.

Очевидно, что все соображения, касающиеся задних колес, относятся только к автомобилям с независимой задней подвеской. Если используется задняя подвеска с жесткой балкой, никакие изменения схождения или регулировки невозможны.

Регулировка кастора

Чем больше угол кастора, тем выше момент, возвращающий передние колеса к положению прямолинейного движения. На гоночных автомобилях угол кастора легко регулируется в зависимости от предпочтений водителя. Большой угол кастора увеличивает усилие на рулевом колесе, но обеспечивает более сильную обратную связь или «чувство руля».

Распределение веса

Для правильной управляемости существенно, чтобы на два колеса одной оси приходились бы равные части веса автомобиля. При жестких подвесках современных гоночных автомобилей это особенно важно и должно контролироваться и регулироваться на абсолютно ровной и горизонтальной поверхности. Убедиться, что автомобиль стоит «на ровном киле» – недостаточно, поскольку может оказаться, что большая часть веса приходится на два диагонально противоположных колеса, а другие два колеса едва касаются дороги.

Размеры колес и покрышек

Как мы видели раньше, чем шире диск колеса и чем ниже профиль покрышки, тем меньше угол бокового увода при прочих равных условиях. Широкие диски также позволяют использовать более широкие покрышки с кордом, обеспечивающие больший размер контактной поверхности, что также способствует уменьшению угла увода и улучшению сцепления. Использование колес и покрышек большего диаметра также увеличивает сцепление, поскольку это увеличивает площадь контактной поверхности. Следовательно, если это возможно и разрешено регламентом, задние колеса большой ширины и диаметра

с соответствующими покрышками будут способствовать уменьшению избыточной поворачиваемости, а такие же колеса спереди будут способствовать уменьшению недостаточной поворачиваемости. В случае ведущих колес это также улучшит тяговые возможности.

Размер шины, очевидно, должен зависеть от нагрузки, на нее приходится. На большинстве гоночных автомобилей, специально сконструированных для гонок, задние колеса несут значительно большую нагрузку, чем передние, для улучшения тяговых качеств автомобиля. Они дополнительно загружаются перераспределением веса при ускорении, и поскольку центр масс автомобиля находится вблизи задних колес, они подвергаются боковым силам на повороте. Это приводит к необходимости использования покрышек большего размера сзади, чем спереди, для сохранения правильного баланса.

Очень широкие покрышки, однако, не являются панацеей. Они увеличивают аэродинамическое сопротивление, особенно на болидах с открытыми колесами, а также на гражданских автомобилях или гоночных автомобилях на их основе. Они также склонны к аквапланированию на сравнительно низких скоростях. Если на гражданских автомобилях можно принять какое-то компромиссное решение, то для кольцевых гонок и ралли используются покрышки трех основных типов, обычно называемых «сухие», «промежуточные» и «дождевые». Современные сухие покрышки – это «слики», лишенные каких-либо дренажных канавок для достижения наилучшей боковой жесткости и максимального увеличения площади контакта резины с дорогой. Их использование на дорогах общего пользования запрещено, поскольку даже очень тонкий слой воды на поверхности дороги делает их опасными. Промежуточные покрышки имеют достаточно водоотливных канавок для отвода воды от контактной поверхности, пока слой воды на поверхности остается сравнительно тонким. Дождевые покрышки, имеющие большее число дренажных канавок, используются под проливным дождем. На сухой поверхности дождевые и промежуточные покрышки, особенно дождевые, имеют меньше сцепления, чем сухие слики, и соответственно являются более медленными. Но различный состав резины, из которой они сделаны, и их меньшая контактная площадь (там, где проходят канавки, нет резины) быстро приводят к перегреву шин как только дорога высыхает, в результате чего резина

размягчается и разрушается под действием центробежных сил, действующих на нее.

Даже среди сликов производители покрышек обеспечивают выбор различных вариантов состава резины для конкретных профилей и поверхностей трассы, а также для различных климатических условий. В холодную погоду используется более мягкая резина. Нормальной практикой является установка на одну и ту же машину резины различного состава. На кольцевых трассах, проходимых в направлении «по часовой стрелке», где левые колеса испытывают большие нагрузки, чем правые, часто используют левые колеса из более твердой резины, а правые – из более мягкой. В ралли употребляются совершенно другие марки резины, начиная со сликов, используемых только на сухих асфальтовых спецучастках, и заканчивая грязевыми, снеговыми и ледовыми марками резины, причем последние два типа ошипованы, более того, иногда используют даже шипованные слики!

Пружины и амортизаторы

Требования, предъявляемые к пружинам и амортизаторам, совершенно различны на закрытых, специально сконструированных гоночных трассах и на ралли, проводимых на перекрытых для движения дорогах общего пользования и бездорожье. Одноместные гоночные болиды и так называемые «гоночные спортивные автомобили» (Группа С и подобные) в значительной степени используют аэродинамическую прижимную силу для получения исключительно высокой скорости прохождения поворотов. Большая часть этой прижимной силы создается ground-эффектом за счет специального профиля днища автомобиля, работающего как своего рода трубка Вентури, в которой создается частичное разрежение воздуха, прижимающее автомобиль к земле. Оно сильно зависит от расстояния между днищем автомобиля и поверхностью дороги. Любое отклонение величины этого расстояния от оптимума уменьшает разрежение под днищем, и соответственно уменьшает сцепление автомобиля с дорогой, противодействующее силам действующим на автомобиль в поворотах, при разгонах и торможениях. Поскольку прижимная сила, созданная за счет ground-эффекта и антикрыльев (и которая растет пропорционально квадрату скорости), приложена к поддресоренным массам автомобиля (правила

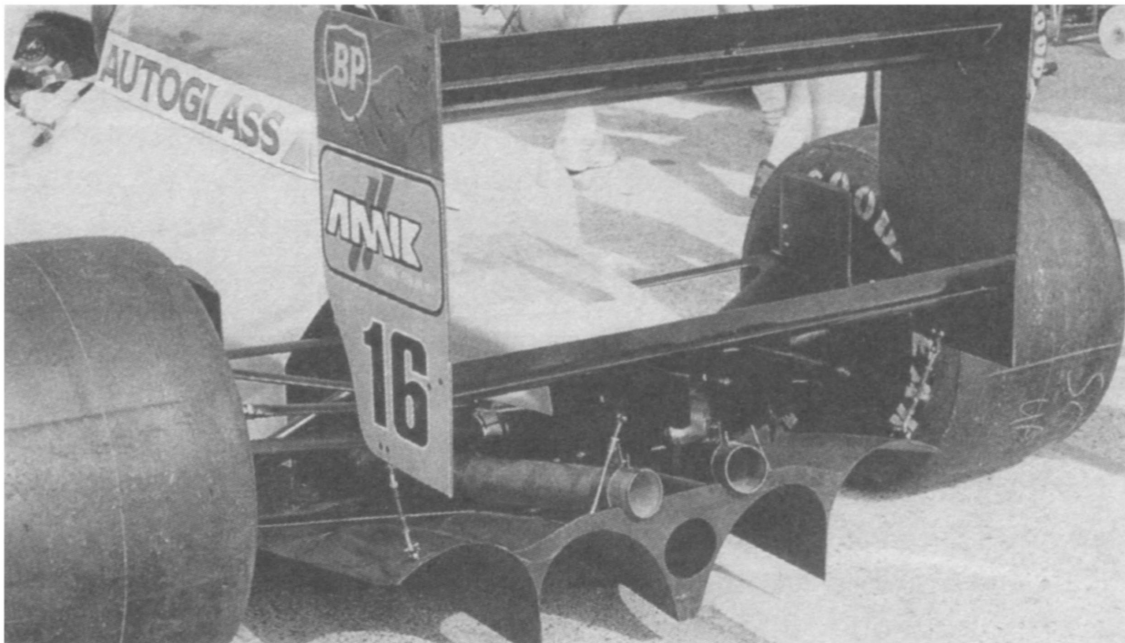


Рис. 45. Прижимная сила, создаваемая ground-эффектом благодаря специальному профилю днища автомобиля, а также антикрыльями, размер и расположение которых на автомобиле ограничены регламентом, может достигать 3500 фунтов на скорости 200 миль в час. Обратите внимание на многочисленные регулировочные приспособления двойного антикрыла на этом болиде класса «Формула-1» (Leyton House March).

запрещают прямое воздействие на подрессоренные массы машины), и может в четыре раза превышать собственный вес автомобиля (см. приложение 3), должны использоваться очень жесткие пружины – как минимум до тех пор, пока не будут разрешены надежные быстродействующие устройства автоматической регулировки уровня или активные подвески.

Предпочтительно использовать максимально мягкую подвеску, которая еще позволяет сохранить ground-эффект. Это подразумевает, что на очень быстрых трассах, где угол атаки антикрыльев уменьшают, жертвуя частью прижимной силы ради снижения аэродинамического сопротивления, используется более мягкая подвеска, чем в обратном случае, когда высокую прижимную силу предпочитают низкому аэродинамическому сопротивлению. Более мягкая подвеска не только обеспечивает более стабильное сцепление колес с дорогой, но также

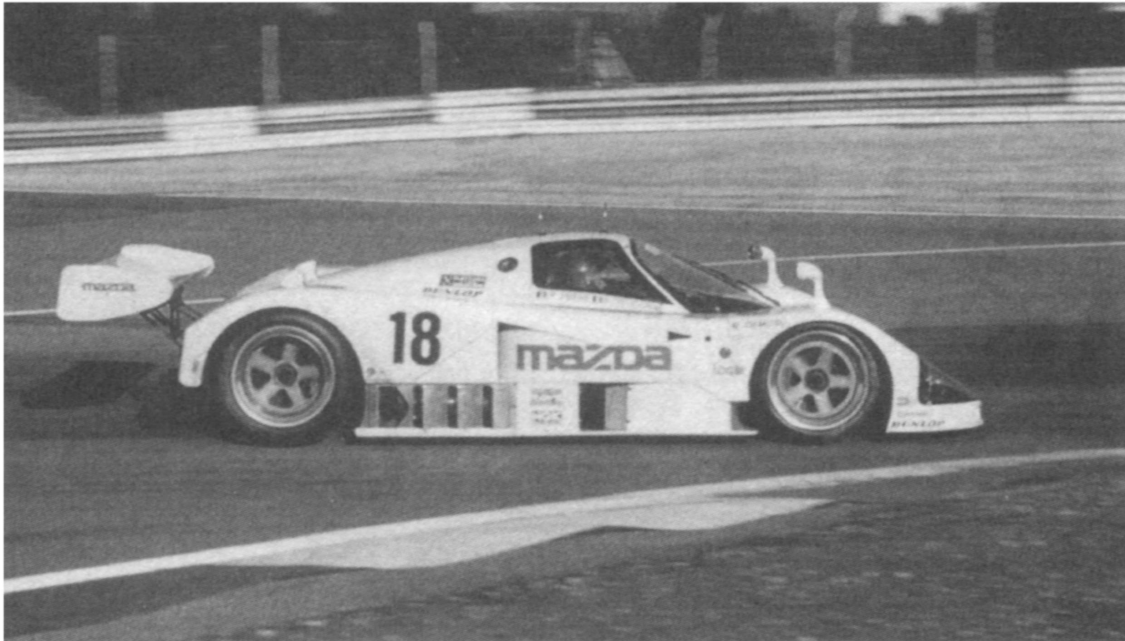


Рис. 46. Автор испытывает автомобиль Mazda 878 на трассе Пауль Ричард в 1992 г. Вход в медленный (примерно 65 миль в час) поворот. Довольно широкая трасса позволяет выбрать наилучшую траекторию.

лучшее взаимодействие между передней и задней подвеской и, следовательно, лучшую реакцию автомобиля на настройки стабилизаторов поперечной устойчивости. Жесткость амортизаторов также очень важна. Она должна быть согласована с жесткостью пружин, поскольку при очень жестких пружинах могут возникать резонансы между частотами собственных колебаний колес и пружин и колебаний собственно автомобиля. Принимая во внимание очень короткий ход такой подвески, также существенно важно, чтобы амортизаторы нормально реагировали на малые перемещения. Слишком мягкие пружины или неправильно подобранные амортизаторы могут вызвать раскачивание: ground-эффект прижимает автомобиль вниз к дороге, и как только дорожный просвет станет меньше оптимального, ground-эффект уменьшится и автомобиль снова сместится вверх, пока нормальный ground-эффект не будет восстановлен.

Благодаря очень короткому ходу подвески современных одноместных гоночных болидов (полдюйма для передней подвески и один дюйм для задней между полным отбоем и полным сжатием), геомет-

рия подвески не играет большой роли по сравнению с аэродинамической эффективностью и технологией производства шин.

В гонках серийных автомобилей жесткие подвески используются в основном для уменьшения кренов на поворотах и клевков при торможении и разгоне. Крены дополнительно контролируются стабилизаторами поперечной устойчивости, которые, как правило, являются настраиваемыми под конкретную трассу и водителя. Но подвески никогда не бывают столь жесткими, как на специальных гоночных автомобилях, которые сейчас конструируются на основе углеволоконных монококов, имеющих огромную жесткость. Кузова туринг-каров, даже усиленных каркасом безопасности, недостаточно жестки для работы со столь жесткими подвесками, поскольку они сами начинают работать в качестве незадемпфированных рессорных пружин, которые связывают переднюю и заднюю подвески и вызывают нежелательные резонансы.

Подводя итоги того, что касается настроек шасси, сформулируем основные принципы.

Для уменьшения избыточной поворачиваемости или увеличения недостаточной поворачиваемости:

- увеличить поперечную жесткость передней подвески использованием более жестких пружин или более жесткого стабилизатора поперечной устойчивости;
- уменьшить поперечную жесткость задней подвески использованием более мягких пружин или более мягкого заднего стабилизатора поперечной устойчивости (следует помнить, что увеличение жесткости стабилизатора на ведущих колесах приведет к уменьшению тяги);
- установить меньший отрицательный развал передних колес и/или больший отрицательный развал задних колес в пределах допустимого;
- использовать более узкие передние диски и/или более широкие задние диски с соответствующими покрышками;
- уменьшить давление в шинах передних колес и/или увеличить давление в шинах задних колес в пределах допустимого;
- увеличить схождение задних колес в разумных пределах.

Для увеличения избыточной поворачиваемости или уменьшения недостаточной поворачиваемости:

- использовать рекомендации, обратные перечисленным выше.

Для плавного вхождения в поворот:

- отрегулировать геометрию рулевого управления, таким образом добиваясь уменьшения схождения при сжатии подвески;
- установить небольшое статическое расхождение передних колес;
- увеличить жесткость передних амортизаторов или уменьшить жесткость задних амортизаторов.

Аэродинамические настройки.

На всех гоночных автомобилях, включая специально подготовленные для гонок гражданские автомобили, используются аэродинамические приспособления для создания прижимной силы и улучшения сцепления колес с дорогой. Регламент запрещает подвижные приспособления такого типа, и они соответственно должны быть настроены для обеспечения наилучшего компромисса между высокой прижимной силой и низким аэродинамическим сопротивлением, поскольку любое увеличение угла атаки антикрыльев ведет к росту аэродинамического сопротивления.

В гоночных автомобилях, на которых наилучшим образом используется ground-эффект, антикрылья нужны не только для увеличения прижимной силы, но и для регулировки распределения подъемных и прижимных сил по осям автомобиля.

В четвертой главе мы видели, что на заднем приводе благодаря тому что сила тяги там всегда направлена вдоль оси автомобиля, любой такой автомобиль (это нормальная конфигурация гоночного автомобиля) будет все более проявлять недостаточную поворачиваемость по мере увеличения угла поворота передних колес, если только для преодоления этого не используются аэродинамические приспособления. Следовательно, если настройки автомобиля обеспечивают небольшую недостаточную поворачиваемость в быстрых поворотах – необходимое требование управляемости автомобиля в таких условиях – недостаточная поворачиваемость неизбежно усилится в более крутых поворотах. Этого можно в значительной степени из-

бежать посредством настройки аэродинамических приспособлений. Для этого их необходимо настроить таким образом, чтобы прижимная сила на задней оси была бы больше, чем на передней. Тогда можно будет настройкой шасси ликвидировать растущую недостаточную поворачиваемость в крутых поворотах, и поскольку прижимная сила и, следовательно, сцепление растет пропорционально квадрату скорости автомобиля, его недостаточная поворачиваемость будет увеличиваться с ростом скорости. Тем самым он будет на самом деле сохранять стабильность в быстрых поворотах большого радиуса без проявления излишней недостаточной поворачиваемости в крутых поворотах, где аэродинамические приспособления не оказывают серьезного влияния по сравнению с настройками шасси. Затем лучше всего настроить шасси под наиболее медленную часть трассы, при этом аэродинамические приспособления должны быть установлены так, чтобы они как можно меньше влияли на поведение машины. После того как это сделано, антикрылья и другие аэродинамические приспособления настраивают под наилучшую управляемость на быстрых участках трассы, при этом, в свою очередь, может потребоваться изменение настроек шасси.

Практика, квалификация, гонки

В наши дни процедуры практики и квалификации в кольцевых гонках в значительной степени стандартизированы. В Европе сессии продолжаются два дня. Каждый день начинается с практической сессии, за которой после небольшой паузы для настройки и, если это требуется, ремонта, следуют квалификационные заезды. Совершенно очевидно, что полное ознакомление гонщика с трассой до начала квалификационных заездов чрезвычайно важно. Если он новичок на этой трассе, необходимым, где это возможно, является проезд нескольких кругов по трассе на обычной гражданской машине еще до начала практической сессии, чтобы по крайней мере ознакомиться с расположением поворотов, возможных источников опасности и свободного пространства для безопасного схода с трассы. Некоторые трассы, например «старый» Нюрбургринг длиной в тридцать миль и со 167 поворотами, требует длительного изучения. Для новичка затруднительно изучить его в течение официальной предгоночной практики. Даже если это было бы возможно, ее гигантский километраж привел бы к полному износу гоночного автомобиля. На более коротких трассах обычно бывает достаточно времени, чтобы гонщик в совершенстве ознакомился с трассой и не слишком уменьшил бы при этом ресурс своего автомобиля, но это скорее исключение, чем правило.

По мере углубления знакомства с трассой и улучшения траектории в различных поворотах, гонщик проезжает круги все быстрее и быстрее. Средняя скорость растет за счет более быстрого прохождения

поворотов, в которых он понемногу начинает тормозить все позже и позже или даже не тормозит вообще, иногда даже не снимает ногу с педали газа. Вначале гонщик полагается на свое собственное суждение о том, где следует начинать торможение перед поворотом, но как только он пытается уменьшить тормозной путь, начинает искать на обочинах трассы ориентиры, точно указывающие моменты начала торможения. На большинстве трасс организаторы гонок размещают знаки на расстоянии 100, 200 и 300 метров до входа в поворот, которые помогают гонщикам постепенно уменьшать тормозной путь и позволяют повторять результат из круга в круг, после того как цель будет достигнута.

Некоторые повороты могут представлять значительные трудности для новичка. Не все они имеют идеальную форму или правильный уклон. Некоторые из них могут иметь неправильный контур, уменьшающийся или увеличивающийся радиус, или фактически состоять из двух или более поворотов в одну и ту же сторону, которые лучше

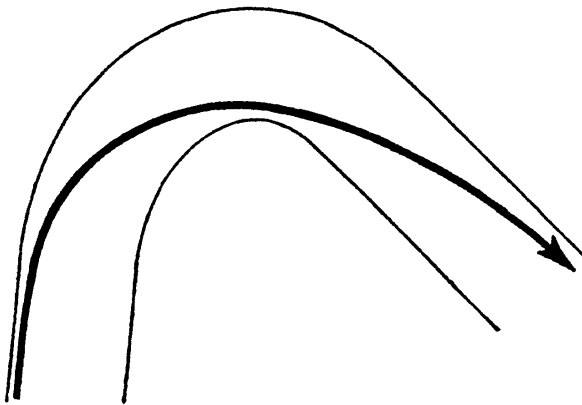


Рис. 47. Кривая уменьшающегося радиуса.

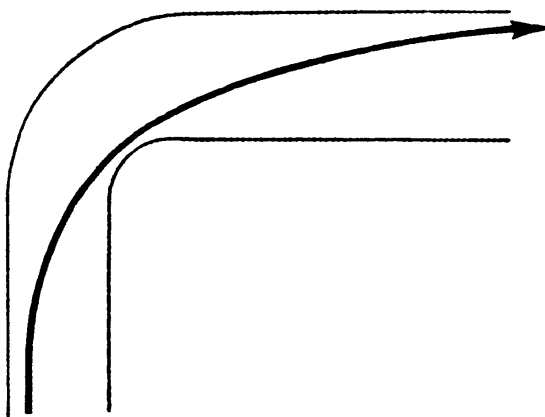


Рис. 48. Кривая, образованная участками трассы неравной ширины. Траектория та же, что и на кривой увеличивающегося радиуса.

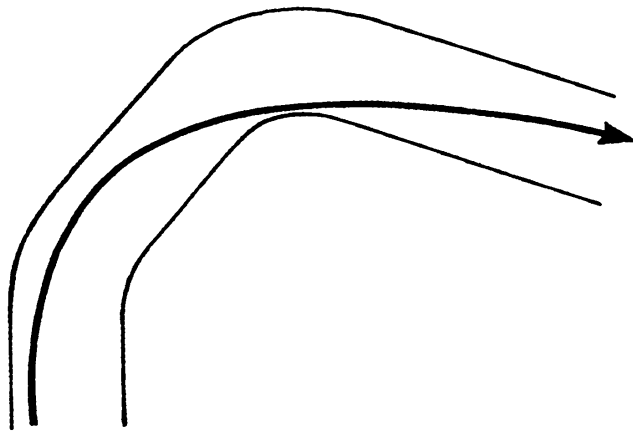


Рис. 49. Неправильная кривая, или последовательность кривых, проходящая как единое целое.

всего рассматривать как единое целое. В таких случаях, правильная траектория в повороте не обязательно касается внутреннего края вблизи середины поворота, и правильный момент касания внутреннего радиуса не всегда легко отыскать.

Если гонщик обнаруживает, что теряет время на конкретном участке трассы, потому что не может определить наилучшую траекторию, он должен на этом участке следовать за более опытным гонщиком или, после окончания тренировочных заездов, пройти этот участок трассы пешком, внимательно исследуя форму дороги и пытаясь визуальным образом представить себе траекторию движения в нем. Как только гонщик выбрал наилучшую, по его мнению, траекторию, ему следует попытаться найти какой-нибудь ориентир, расположенный как можно ближе к точке соприкосновения траектории с внутренним краем трассы, чтобы уверенно следовать по заранее определенной траектории. В следующих тренировочных заездах надо опробовать эту новую траекторию на сравнительно умеренной скорости, чтобы убедиться в том, что все идет по плану, и только затем постепенно увеличивать скорость. Никогда нельзя пытаться изменить траекторию без предварительного пробного заезда на слегка уменьшенной скорости!

Имея это в виду, гонщик определяет, на какой передаче лучше всего двигаться на том или ином участке трассы. Как только он изучил трассу настолько, чтобы нормально ехать на прямых участках, можно определить, насколько подходящим для данной трассы является набор передаточных чисел трансмиссии в целом. Чем короче передачи, тем быстрее будет разгон автомобиля. Выбор передаточного числа главной передачи должен определяться числом оборотов, развиваемых

двигателем на высшей передаче на быстрейшем участке трассы, при которых масло в двигателе и трансмиссии еще не перегревается. В основном можно считать, что передаточное число выбрано правильно, если двигатель достигает максимума мощности. Если этого не происходит, значит передаточное число слишком высокое, двигатель не в состоянии развить максимальной мощности, и от этого не только пострадает ускорение на трассе, но и не будет достигнута максимальная скорость, которую на данной трассе в состоянии развить данный автомобиль. С другой стороны, если имеется склонность к превышению максимально допустимых оборотов, гонщик вынужден будет слегка отпустить педаль газа, чтобы не повредить двигатель, или же сработает ограничитель оборотов двигателя, и максимальная скорость снова пострадает.

На тренировках могут возникать сомнения, какую передачу использовать для прохождения конкретного поворота на трассе. На одной передаче двигатель крутится вблизи редлайна, и на выходе из поворота требуется переключение на следующую передачу, а если на ней же и проходить поворот, то движение кажется замедленным. В таких случаях наилучшим решением является использование высшей передачи. Во первых, это заставит гонщика пытаться быстрее пройти поворот, удерживая более высокую частоту оборотов двигателя. Во вторых, сэкономит время на переключении скоростей, так как любое переключение передач отнимает время – в это время на долю секунды прекращается передача крутящего момента на ведущие колеса. И даже если переключение на нижнюю передачу перед поворотом было выполнено при торможении, оно отнимает время, потому что отвлекает внимание гонщика от скорейшего вхождения в поворот.

Между прочим, это правило действует и при езде по автомагистралям, открытым для общего движения или закрытым, как это делается при проведении ралли. Здесь во многих случаях невозможно в точности определить форму дороги, лежащей впереди, и в подобных обстоятельствах многие водители склонны на всякий случай выбирать пониженную передачу. С моей точки зрения, это неправильно, поскольку опыт показывает, что минимум в пяти случаях из шести в этом нет необходимости. Несомненно, лучше всего ехать на повышенной передаче, наблюдая за тем, что происходит вокруг поворота, и при не-



106

Рис. 50. Фил Хилл и У. фон Трип за ним на «Феррари» с большой недостаточной поворачиваемостью следуют за Бребхемом на Купере-Климакс с почти нейтральной поворачиваемостью. (Гран-при Франции, 1960 г., Реймс).



Рис. 51. Джек Бребхем и на этот раз демонстрирует великолепный образец прохождения поворота. Его Купер-Климакс удерживается в классическом силовом скольжении, при этом передние колеса установлены строго прямо. Однако автомобиль движется по дуге поворота благодаря тому, что в результате четко дозированной подачи газа задние колеса скользят чуть сильнее передних. Это – наискорейший способ прохождения поворота. (Гран-при Бельгии, 1960 г., Спа)

обходимости переключиться вниз, когда обстоятельства позволят это сделать – самое позднее, на выходе из поворота. Несомненно, некоторое время будет потеряно, но в среднем, принимая во внимание количество сэкономленных лишних переключений, этот способ приводит к экономии времени в целом.

Если практика показывает, что требуется изменение ряда передаточных чисел, необходимо различать две ситуации. Первая – это гражданский автомобиль, доработанный для гонок. В этом случае ряд передаточных чисел КПП не всегда может быть изменен, и необходимо изменить передаточное число главной пары, что повлияет на все передачи.

Это, скорее всего, будет означать, что на кругу потребуются больше (иногда меньше) переключений передач. Если, к примеру, между двумя поворотами едва возможно удержаться на второй передаче без перекрута двигателя, понижение передаточных чисел неизбежно заставит Вас пройти на третьей передаче несколько ярдов перед тем как Вы переключитесь на вторую для прохождения следующего поворота, и эти два лишних переключения отнимут у Вас ровно столько времени, сколько Вы выиграете за счет использования пониженных передаточных чисел. Вы можете принять решение слегка повысить передаточное число лишь для того, чтобы не переключаться вверх на очень короткое время.

В гоночных коробках передач все передачи можно подобрать индивидуально, и оптимизация передаточного числа для данной части трассы не влияет на прочие передаточные числа. Во многих случаях прошлый опыт помогает гонщику в выборе передаточных чисел для любой конкретной трассы. А если предыдущий опыт отсутствует, то в наиболее профессиональных командах имеются подробные карты трасс, при помощи которых вероятное время прохождения круга, скорость на любом участке трассы и, следовательно, требуемые передаточные числа могут быть вычислены при помощи компьютера. Таким образом автомобиль выходит на трассу с передаточными числами трансмиссии, которые с большой вероятностью окажутся правильными. Тем не менее, лучше арендовать трассу на день или два и полностью протестировать автомобиль до того, как наступит день реальных соревнований.

Если требуется весьма незначительная корректировка передаточных чисел, то это достигается использованием шин другого размера, хотя это применимо только на автомобилях серийного производства, а не на специально построенных для гонок автомобилях. Однако следует помнить, что использование шин другого размера может повлиять на поведение автомобиля, и маленькие шины быстрее перегреваются и разрушаются.

На трассах, включающих длинную прямую, можно пользоваться зоной воздушного разрежения, создаваемого быстрым впереди идущим автомобилем, для увеличения максимальной скорости вашего автомобиля. Если передаточные числа Вашего автомобиля правильно настроены для нормальных условий, увеличение скорости, полученное в результате движения в разреженном воздухе позади лидера, приведет к раскрутке Вашего двигателя на несколько сотен оборотов в минуту выше предельно допустимого максимума. Для того, чтобы избежать этого, необходимо чуть уменьшить передаточное число трансмиссии по сравнению с тем, которое использовалось бы в отсутствие воздушного разрежения.

Аэродинамическая конфигурация, обеспечивающая наилучшее время квалификации, может оказаться неподходящей для гонки. Маневр обгона дополнительно осложняется в том случае, когда автомобили одинаково настроены. Обгон можно облегчить, уменьшив угол атаки антикрыльев в пользу более высокой максимальной скорости на прямых участках. Меньшая прижимная сила приведет к уменьшению максимальной скорости в поворотах, но поскольку обгоны в поворотах невозможны, это становится второстепенным.

Шины, разумеется, необходимо внимательно осматривать, контролируя степень износа и решая вопрос об использовании их в гонках. Мягкая резина немного улучшает время прохождения круга, но быстрее изнашивается. Требуется решить, использовать ли твердую резину, которая продержится в течение всей дистанции, или более быструю мягкую резину, которая потребует замены в ходе гонки.

Другой очень важный момент, который необходимо контролировать в течение тренировочных заездов, это расход топлива, который изменяется в зависимости от трассы, на которой проходит гонка. В гонке на длинную дистанцию контроль за расходом топлива позволяет опреде-

лить, когда потребуется пит-стоп для дозаправки. А на коротких дистанциях, где важно максимально снизить стартовый вес, такой контроль дает возможность избежать перегрузки автомобиля лишним топливом.

Квалификация

В конце первой тренировочной сессии автомобиль должен быть готов к квалификации. Если доступны специальные квалификационные шины, их число обычно ограничено. Эти шины сделаны из очень мягкой и липкой резины, обеспечивающей исключительно высокое сцепление, но их хватает на два, самое большее, на три круга на кольце от 4 до 6 км, включая выезд из боксов. После прохождения пары квалификационных кругов, важно чтобы гонщик сконцентрировался на своей задаче и добился максимально «чистой» езды, поскольку любое отставание от другого автомобиля сведет его шансы к нулю. Автомобиль должен быть максимально облегчен, и топлива должно быть залито ровно столько, чтобы можно было безопасно завершить квалификационные круги. Ввиду трудности обгона на большинстве современных трасс хорошая позиция на старте чрезвычайно важна. Она также обеспечивает наилучшие шансы уцелеть в случае завала, который может случиться сразу после старта. В Монте-Карло «поул» составляет фактически половину победы.

Даже если в течение двух дней проводятся две квалификационные сессии, должны быть предприняты все усилия, чтобы показать наилучшее время в первый день квалификации, поскольку на следующий день может пойти дождь, и улучшить результат первого дня станет невозможно.

День гонки

И вот наступил день гонки. Даже самый опытный гонщик чувствует нервное напряжение, когда впереди важное соревнование. Если бы это было не так, его можно было заподозрить в отсутствии интереса или воображения. Хотя причины такого напряжения трудно анализировать, очевидно, что страх, связанный с риском участия в любых скоростных автомобильных соревнованиях, должен играть важную роль. Я всегда чувствовал себя гораздо более напряженно перед гонкой, где я мог рассчитывать на успех, чем перед гонкой, в которой отсутствие

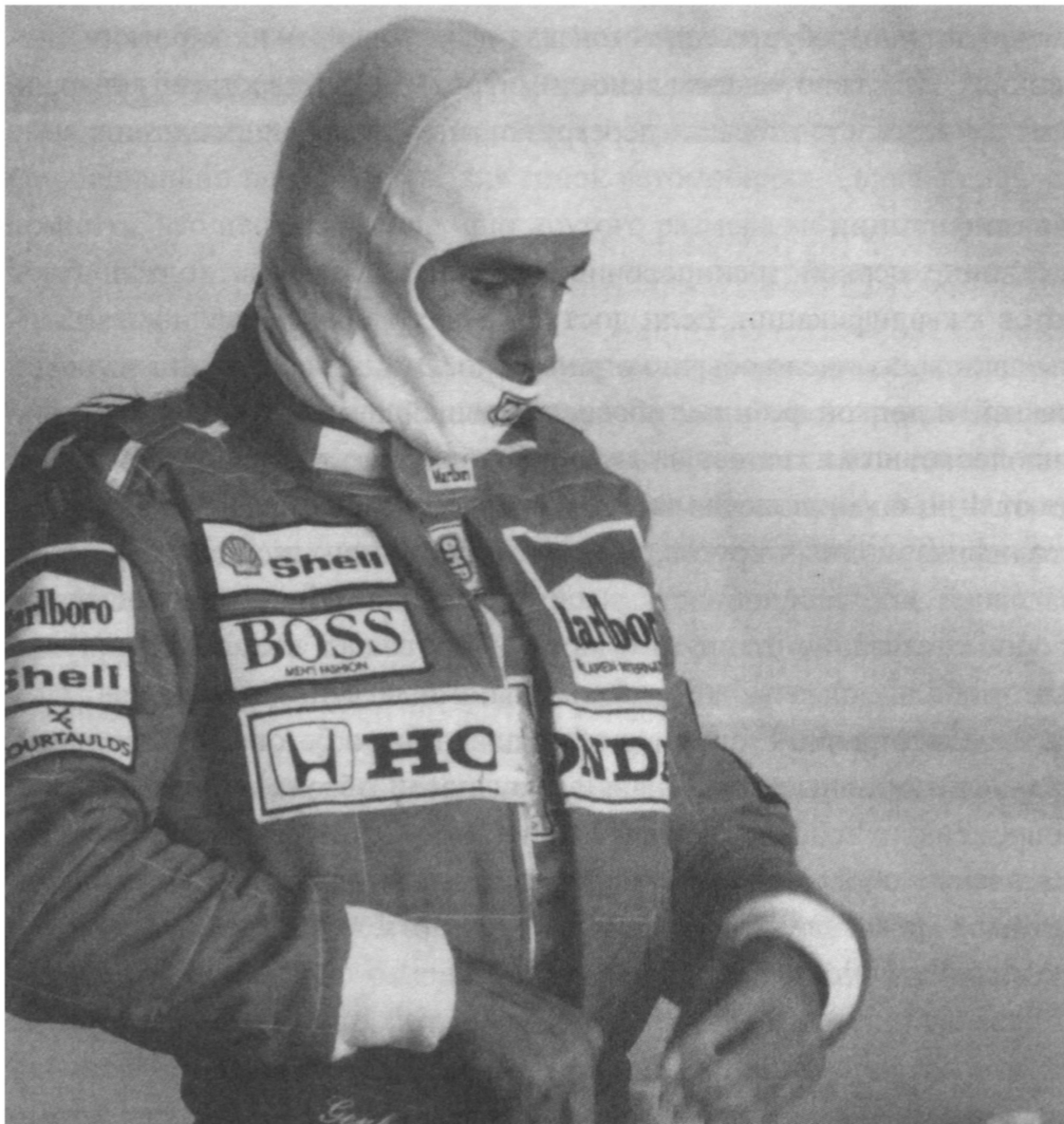


Рис. 52. Современное гоночное снаряжение в обязательном порядке включает в себя огнезащитный комбинезон и огнезащитное белье, а также огнезащитный подшлемник и перчатки, как у Герхарда Бергера на этой фотографии.

всяких шансов было заранее очевидно. Это вполне понятно, поскольку, когда победа кажется уже близкой, готовишься к рискованной борьбе за нее. Но я также обнаружил, что в большой степени мое нервное напряжение было вызвано боязнью совершить ошибку на старте. Я всегда нервничал гораздо сильнее перед короткой гонкой, где удачный старт чрезвычайно важен. Старт с хода безусловно вызывает

меньше напряжения, чем общий старт с места. Если Вы выступаете за хорошо организованную команду, абсолютно ничто не способно отвлечь Ваше внимание от гонки. Ваши основные заботы – пытаться определить, когда пойдет дождь, похолодает или потеплеет погода, какие шины – сухие или дождевые – следует использовать и какую тактику следует применить в гонке.

111

Сегодня гонщики практически не имеют выбора, какую одежду надевать во время гонок. Даже в самую жаркую погоду они обязаны надевать современные огнезащитные комбинезоны и перчатки, одобренные регламентом. Также обязательными являются официально одобренные шлемы. Многие гонщики используют многослойные защитные стекла, с которых можно удалять верхние слои, если они окажутся загрязнены пылью, дождем, маслом от едущих впереди машин и так далее. В случае дождя на внутреннюю поверхность защитного стекла шлема наносится специальное вещество, предохраняющее его от запотевания. Если ничего нет под рукой, на стекле простым куском мыла проводится полоска и растирается сухой тряпочкой до полной прозрачности. Это работает не хуже, чем большинство специальных препаратов. В сырую погоду также полезно пришить маленький кусочек замши с обратной стороны перчаток, чтобы быстро вытирать капли воды с защитного стекла шлема. В жару полезно приспособить бутылку воды с трубочкой, чтобы до нее легко было бы дотянуться. Это возможно только в закрытых автомобилях, где доступно больше пространства и шлем не имеет защитного стекла, которое сильно затруднило бы питье из трубочки.

Выбор шин

В большинстве болидов класса «Формула», производитель, тип и размер шин определяются регламентом, и они используются вне зависимости от погодных условий.

Чем выше класс автомобилей, тем шире возможный выбор шин. Большинство производителей изготавливают не только сухие слики, но и дождевые и промежуточные варианты, шины для квалификации, а также широкий выбор сухих сликов, различающихся составом резины. Правило таково: чем меньше изнашивается резина, тем меньше она обеспечивает сцепления, так что следует использовать наиболее

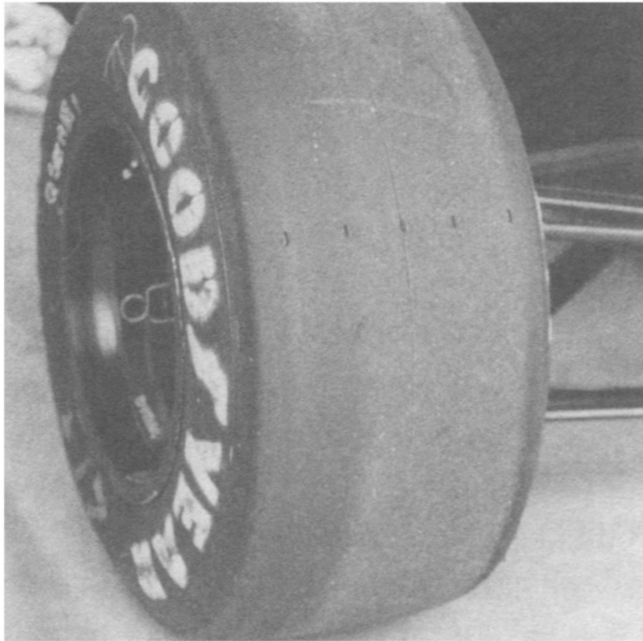


Рис. 53. Гоночные слики снабжены рядом небольших отверстий по всей ширине рабочей поверхности для оперативного контроля износа шины.

мягкую резину, совместимую с длиной дистанции. Высокопрофессиональные команды «Формулы-1», могут даже позволить себе использовать мягкую резину, быстро меняя шины до середины гонки. Это делается до середины гонки, а не точно в середине, потому что к этому времени значительное количество топлива оказывается израсходованным, и новый комплект шин изнашивается не так быстро.

На трассах, имеющих больше правых поворотов, чем левых (типичный случай для трасс, на которых движение направлено по часовой стрелке), имеет смысл поставить жесткую резину на левые колеса, которые оказываются более нагружены, чем правые. В любом случае очень важно контролировать шины в течение тренировочных заездов, чтобы еще до начала гонки сделать правильный выбор. В случае сомнений лучше обратиться к представителю производителя шин за полезными рекомендациями.

Безусловно, также важно поддерживать правильное давление в шинах. Это обычно приходит с опытом, но если есть сомнения, то лучше обратиться за советом к производителю автомобиля или шин. Распределение температуры по поверхности шины является превосходным индикатором давления в шинах. Оно должно быть по возможности равномерным по всей ширине шины. Если для достижения требуемой поворачиваемости используется небольшой отрицательный развал колес, приводящий к более высокой температуре на внутренних краях

шин, температура в середине шины должна быть равна приблизительно среднему значению между температурами внешнего и внутреннего края. Высокие температуры в середине указывают на избыток давления в шине, а низкие – на его недостаток.

Поскольку наилучшее сцепление гоночных шин на сухих поверхностях имеет место при температурах от 75 до 90 градусов по Цельсию, самые продвинутые гоночные команды используют специальные чехлы для шин с электрическим подогревом, в которые колеса целиком помещаются перед использованием, так что гонщик немедленно после выезда из боксов имеет уже полностью прогретые шины.

В ралли используются гоночные шины подходящего размера, и в этом случае также делают выбор между сликами, дождевыми шинами и промежуточными вариантами. Но для грунтовых дорог, по которым проходят многие спецучастки, применяются специальные типы шин. Для зимних ралли имеется широкий выбор вариантов шин с шипами и без. Правильный выбор шин чрезвычайно важен в ралли, и является даже более трудным, чем в кольцевых гонках, поскольку гонщик не может точно знать дорожных условий на спецучастке, с которыми придется иметь дело. Заводские гоночные команды обычно имеют опытного водителя, не участвующего в соревнованиях, который заранее проезжает по спецучастку и по телефону информирует команду о том, какая там обстановка, чтобы можно было правильно выбрать шины для гонки.

Хронометраж и связь

На тренировках очень важно вести точный учет кругов, пройденных автомобилем, чтобы иметь информацию об износе шин и расходе топлива. Необходимо регистрировать время прохождения кругов не только гонщиками своей команды, но и основными соперниками, поскольку задача заключается в завоевании наилучшей позиции на стартовой решетке. Современные электронные хронографы, выдающие распечатки времени, решают эту проблему сравнительно просто. Все данные должны быть занесены в специальную карту, в которой любые настройки, замены шин или какие-либо неполадки должны быть тщательно задокументированы вместе с данными по расходу топлива, масла, давлению в шинах, температуре масла и охлаждаю-



Рис. 54. Необходимо использовать только омологированные шлемы. Трубка, присоединенная к этому шлему Найджела Менселла, снабжает гонщика кислородом в случае пожара. Некоторые гонщики предпочитают отказаться от нее, опасаясь, что кислород может способствовать возгоранию.



Рис. 55. Хороший обзор весьма важен для создания гонщику оптимальных условий. Механик проверяет шлем Айртон Санны.

щей жидкости и так далее. Влияние сделанных изменений настроек автомобиля на его работу и время прохождения круга записываются для определения окончательных настроек перед следующей серией тренировочных заездов или гонкой. Комментарии гонщика по поводу настроек также должны документироваться.

Не следует забывать о том, что автомобиль может по-разному вести себя с полными и пустыми топливными баками. Гоночные настройки должны представлять собой некий компромисс, но всегда предпочтительно использовать настройки для полностью заправленного автомобиля, чтобы вырваться вперед по возможности сразу после старта и оставить все обгоны для дальнейшей гонки. Для максимального облегчения автомобиля необходимо определить расход топлива и заправлять ровно такое его количество, которое необходимо для прохождения дистанции (разумеется, это не относится к гонкам на длинные дистанции), плюс дополнительно некоторый разумный запас топлива для безопасности, который также необходимо свести к минимуму. В гонках на длинные дистанции топливные баки необходимо полностью заправлять; расход топлива, вычисленный на тренировках, покажет, сколько кругов автомобиль способен пройти на одной заправке. Однако для полной уверенности рекомендуется запланировать первый пит-стоп для заправки за один или два круга до необходимого времени, чтобы проконтролировать, не превышает ли реальный расход на гонках тот расход, который был определен на тренировках.

Во время самой гонки в дополнение к интервалам между автомобилями своей команды и другими автомобилями, следующими непосредственно впереди и сзади их, важно хронометрировать каждый круг своих автомобилей. Это не только дает возможность персоналу боксов определить, может ли гонщик ехать значительно быстрее или нет, но также показывает, когда следует ожидать появления автомобиля вблизи боксов и своевременно показать сигналы для гонщика. В гонках на длинные дистанции это особенно важно ночью, когда чрезвычайно трудно опознать приближающийся автомобиль.

Сигналы гонщику должны подаваться фигурами и буквами большого размера, особенно если боксы расположены в таком месте, где автомобили движутся с большой скоростью. Для гонщика, проезжающего мимо боксов со скоростью 130 или 140 миль в час, весьма проблема-

тично читать сигналы, поэтому они должны быть легко распознаваемыми и подаваться человеком, одетым в одежду яркого и узнаваемого цвета. Очень важно, чтобы сигналы располагались в таком месте, где гонщик может безопасно отвлечь на них свое внимание. Они никогда не должны подаваться в тех зонах, где гонщик выбирает траекторию в повороте, то есть в зоне торможения или за ней. Однажды я разбил автомобиль на тренировках перед гонкой, потому что мои помощники по их собственной инициативе решили подавать мне сигналы с места, ближайшего к расположению их вспомогательного автомобиля, как раз там, где я должен был подготовиться к следующему повороту; мое внимание было на мгновение отвлечено сигналом, я покинул свою траекторию и не смог избежать аварии. Если бокс расположен неудачно для подачи сигналов, следует поискать другой сигнальный пост в более удобном месте. Наилучшее расположение сигнального поста находится на выходе из шпильки, до того, как автомобиль начнет набирать скорость.

Если гонщик желает ехать максимально быстро, он должен полностью сосредоточиться на своей езде. Следовательно, сигналы должны быть как можно более просты и понятны. К примеру, водителя не интересует число кругов, которые он уже проехал; он желает знать число оставшихся кругов. Так что, если гонщик участвует в гонке из 50 кругов, и закончил, к примеру, 38-ой круг, сигнал должен быть не L38, что потребовало бы от гонщика вычисления количества оставшихся 12 кругов, а L12.

Четыре основные момента, интересующие гонщика, следующие:

1. Его позиция;
2. Его расстояние до лидера;
3. Его преимущество перед следующим за ним гонщиком;
4. Число оставшихся кругов.

В некоторых случаях, гонщик также желает знать свое время на кругу, и рекорд круга, поставленный им или другим гонщиком. Его также следует информировать, если кто-нибудь из опасных конкурентов сходит с дистанции.

Первым следует подавать сигнал о позиции гонщика. На короткой трассе нет смысла подавать этот сигнал до тех пор, пока все автомобили не займут более или менее стабильные позиции, то есть, до завершения

третьего или четвертого круга. На длинной трассе типа Нюрбургринга, такая информация должна быть готова уже после завершения второго круга. Затем, любые изменения позиции должны сигнализироваться немедленно, потому что в такой информации гонщик наиболее заинтересован. Если автомобиль, едущий непосредственно перед Вами, уехал достаточно далеко и скрылся из Вашего поля зрения, расстояние между ним и Вами должно быть сообщено для двух последних кругов, чтобы Вы могли определить, как быстро Вы отстаете. Если менеджер команды на основе Ваших результатов на тренировках придерживается того мнения, что Вы могли бы ехать быстрее, он может выставить сигнал, сообщающий Вам Ваше реальное время на кругу. Гонщик лучше всего знает, в каких обстоятельствах он показал свои лучшие тренировочные результаты, и может судить о том, может ли он безопасно увеличить скорость движения. Однако, нет смысла показывать время прохождения при мокрой трассе, поскольку при этом нет никаких контрольных показателей для сравнения.

Гонщик также заинтересован в информации, о том кто едет перед ним. Так что к сигналу «-10», который означал бы, что он отстает на 10 секунд от преследуемого автомобиля, к нему должно быть добавлено имя управляющего им гонщика, к примеру «-10 Смит». Это поможет ему принимать решения, поскольку предыдущий гоночный опыт или тренировки показали, на какие результаты следует надеяться. Если гонщик видит, что сократить разрыв до преследуемого автомобиля не удастся, или если он опережает всех, ему интересно знать, кто и насколько далеко, следует за ним. Время и число оставшихся кругов также должны сообщаться, к примеру, через каждые пять кругов. Если Вы едете так быстро, как только можете, Вы сокращаете разрыв до преследуемого автомобиля на одну секунду за круг, а оппонент опережает Вас на 30 секунд и при этом остается проехать 30 кругов, Ваша гоночная тактика, очевидно, будет совершенно иной, чем если бы оставалось лишь 7 или 8 кругов. Если нет надежды догнать соперника до окончания гонки, следует сконцентрироваться на сохранении своей позиции, при этом, по-возможности, максимально сберегая свой автомобиль.

Сигналы – весьма трудная задача, потому что персоналу боксов трудно точно определить, какую информацию гонщик желает по-

лучить в данный момент. Так что, следует договориться о сигналах, с помощью которых гонщик мог бы попросить персонал боксов выдать ту или иную информацию. Можно договориться, например, что указывающий вперед палец гонщика означает, что он желает знать разрыв между ним и едущим впереди автомобилем; палец, указывающий назад, будет означать: «Как далеко позади меня едет следующий гонщик?». Круги, описываемые в воздухе пальцем, могут служить запросом количества оставшихся кругов, а похлопывание ладонью по шлему – обычный сигнал для персонала, что гонщик собирается заехать в боксы на следующем круге, и все что может потребоваться, например, масло, охлаждающая жидкость, топливо и прочее, должно быть наготове.

Большинство менеджеров обычно слишком концентрируются на своем автомобиле и едущих непосредственно перед ним и после него, так что склонны забывать об общей картине гонки. Вот пример: Ваш автомобиль едет, скажем, четвертым или пятым, без серьезных шансов на изменение позиции. Внезапно один из лидеров делает короткий пит–стоп, и возвращается в гонку тремя или четырьмя позициями после Вас, скажем, с отставанием 45 секунд. Такой быстрый водитель, вероятно, начнет быстро наверстывать отставание в попытке отыграть как можно больше позиций до конца гонки. Опытный менеджер немедленно приготовится к такой опасности, и выставит, к примеру, сигнал «+45 Смит»; на следующем круге он даст сигнал «+42 Смит» и затем «+39 Смит», не обращая внимания на остальные автомобили, оказавшиеся между Вами и настигающим Вас гонщиком. Получив своевременную информацию об опасности, Вы получите возможность определить, что небольшая прибавка в скорости уменьшит сокращение разрыва с 3 до 2 секунд на круг, и сможете не подпускать его к себе до окончания гонки. Если менеджер окажется менее дальновидным и дождетя, пока тот быстрый гонщик сядет Вам на хвост, и только тогда предупредит об этом Вас – разрыв будет сокращен до 10 секунд – тогда, вероятно, будет слишком поздно для Вас принимать какие-либо контрмеры.

Хотя я полагаю, что при обычных обстоятельствах сигналы из боксов должны информировать водителя, а не приказывать ему, это тот случай, когда техническому директору следует взять инициативу на

ПРАКТИКА, КВАЛИФИКАЦИЯ, ГОНКИ

ASTON MARTIN RACING TIME SHEET.

SHEET No. _____ Sunday, _____
DATE: 1st June, 1958.

EVENT: 1,000 Km. Race CIRCUIT: Nurburgring

CAR: CHASSIS NO.: DBR1/3 GEAR BOX NO.: _____
ENGINE NO.: RB6,300/3 AXLE RATIO: 3.62/1 FH

SPECIAL DETAILS: Red flag No. 1 MECHANIC - HONES
Circuit length 14.2 miles

DRIVER(S) MCSj/БРЕБХЕМ *Gillian Harris*

LAP	PLAN	ELAPSED TIME	UNIT LAP TIME	EARLY OR LATE	REMARKS	BAR:	TEMP: 59°F	Hg:
1			10-02.4		Hot Start MOSS SIGNAL LAP	FUEL 130lbs 6.50x16R 6.00x16E 35F/38R I		
2		19-51	9-48.6		SIGNAL +12 MOS, HAW			I
3		29-34.6	9-43.6		SIGNAL +15 MOS, HAW, 3 LAP			I
4		39-17	9-42.4		SIGNAL +21 MOS, HAW (somehow trailing over one)			I
5		49-06.4	9-49.4		SIGNAL +28 MOS, HAW (lead to gearbox bottomed)			I
6		58-58.2	9-51.8		SIGNAL +38 MOS, HAW, 6 LAP			+38 I
7		68-45.4	9-47.2		SIGNAL +38 SAL. OUT			+44 I
8		78-34	9-48.6		SIGNAL +46 LAPS			+46 I
9		88-18.6	9-44.6		SIGNAL 1 LAP → (4' lead)			+53 I
10		98-08.6	9-50	IN	Change drivers (Car sliding, 2nd gear pumping out)			I
11		108-42.4	10-37	06.8 PIT STOP	BRABHAM SIGNAL +41 BRAB, HAW (RAW pumped for lap)			I
12		118-59.4	10-17		SIGNAL 1 LAP → (HAW in lead: BRB -32)			2
13		129-21.4	10-22	IN	Change drivers Fuel (Gearbox on) Types Air & changed			2 1/2 gal oil 2
14		140-42	9-59.6	1-21 PIT STOP	MOSS (follow in)			I
15		150-37	9-55		SIGNAL +41 MOSS COL			+41 I
16		160-35	9-58		SIGNAL +41 MOSS COL			I
17		170-27.2	9-52.2		SIGNAL +52 MOS COL			+1'12.8"
18		180-28.2	10-01	1.00 PIT STOP	SIGNAL +73 MOS COL LAP 18			+80'
19		190-17.2	9-49		SIGNAL +80 MOS COL			
20		200-12	9-52.8		SIGNAL +96 MOS COL			+1m46" I
21		210-01.8	9-49.8		SIGNAL +104 MOS COL			+115" I
22		219-54	9-52.2		SIGNAL +115 MOS COL			+134" I
23		229-47	9-53		SIGNAL 1 LAP →			2m31"
24		239-43.4	9-52.4	IN	Change driver Slipping out of 3rd Oil on circuit Oil down to 45 minimum			
25		240-27.6	10-36.4	07.8 PIT STOP	BRABHAM SIGNAL +155" BRB, COL			Temp 70°F
26		250-47	10-20.2		SIGNAL +123 BRB, COL			+106" I
27		261-06.4	10-19.4		SIGNAL +106 BRB, COL			+90" I
28		271-32.4	10-26		SIGNAL 1 LAP →			+64"
29		282-07.4	10-35	IN	Change driver Change tyres Remedy oil 1/2 gal Fuel			
30		292-23	10-07.6	1-08 PIT STOP	MOSS SIGNAL +71 MOS, HAW			+81

Рис. 56. Карта хронометража Мосс/Бребхем Астон Мартин DBR1/300 в тысячекилометровой гонке в Нюрбургринге в 1958 г.

себя и дать сигнал об ускорении как только он обнаружит опасность, для того чтобы гонщик немедленно среагировал. Но на следующих кругах сигналы должны внятно объяснить гонщику, почему был дан сигнал об ускорении.

120 Также важно знать, понял ли гонщик сигналы, адресованные ему. Как только все сигналы поняты гонщиком, это должно быть отмечено условным знаком. Сигналы могут быть пропущены гонщиком из-за плохой видимости или могут быть закрыты проходящим автомобилем. Сигнальный персонал должен быть готов к такой ситуации и при необходимости повторить сигнал на следующем круге, если есть подозрения, что гонщик не воспринял сигнала. В гонке на длинную дистанцию особенно важно не пропустить сигналы для дозаправки. Многие гонки были выиграны за счет максимального растягивания дистанции между дозаправками, таким образом выигрывая одну дозаправку по сравнению с конкурентами. Но это также означает, что в баке перед дозаправкой остается лишь несколько капель топлива, и если гонщик пропускает приглашение на дозаправку, он рискует израсходовать все топливо и сойти с дистанции. Следовательно, разумной мерой предосторожности является двукратная подача приглашения к дозаправке: за два круга до того дается сигнал «In 2 laps»; в следующий раз, сигнал должен быть «In laps»; так что если гонщик пропускает один из них, он точно знает, когда следует остановиться.

Если приходится ехать ночью, как в двадцатичетырехчасовых гонках в Ле Мане, Спа или Дайтоне, важно, чтобы панель сигналов была хорошо освещена. Она должна быть хорошо заметной за счет специальных цветов или прикрепленного к ней специального знака большого размера. Обычное освещение боксов совершенно недостаточно для моментального узнавания гонщиком своего сигнала среди прочих, предназначенных для других участников гонки. Также необходимо добиться четкого опознавания персоналом боксов своего автомобиля ночью, что достигается размещением на нем одного или нескольких слабых фонарей специального цвета в таком месте, чтобы они не мешали гонщику, но были ясно видны персоналу боксов.

Многие гоночные команды сегодня пользуются радиосвязью между боксом и пилотом. Это может оказаться полезным, если по какой-либо причине гонщик намерен совершить внеочередной пит-стоп или нуж-



Рис. 57. Автор за рулем Инди Март-Порше на тестовых заездах Гран-при в 1989 г. в Нюрбургринге.

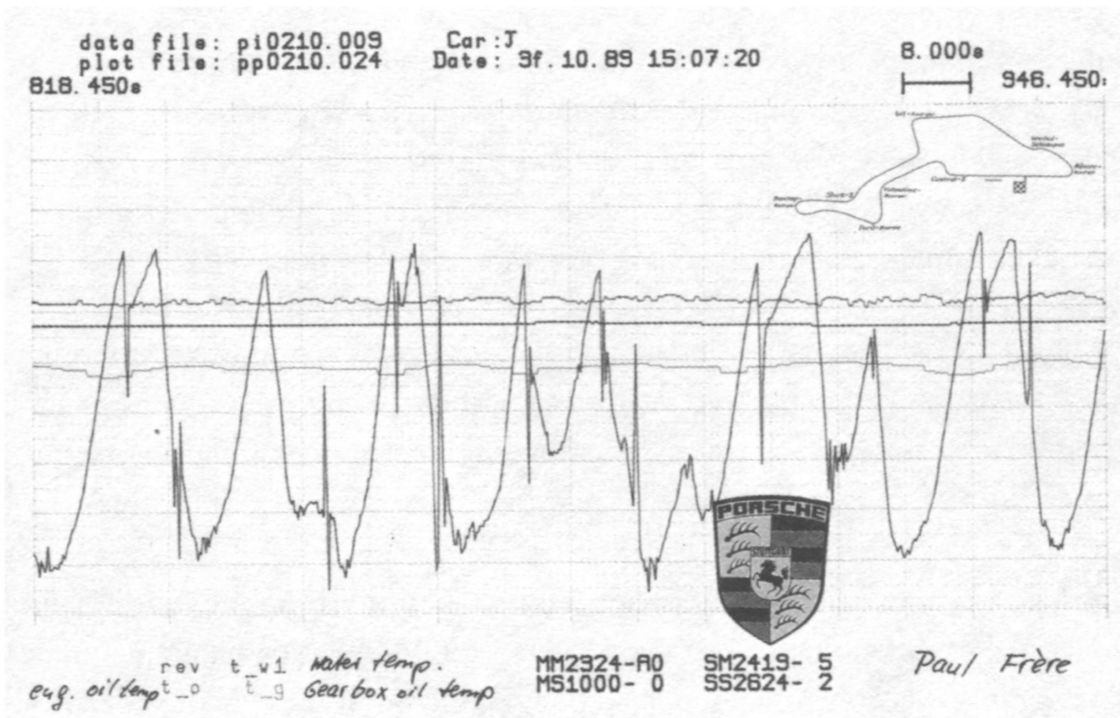


Рис. 58. Фрагмент информационной карты телеметрии заезда на Порше Инди. Здесь присутствует информация об открытии дросселя, давлении наддува, давлении топлива, давлению масла и температуре входящего воздуха.



Рис. 59. Цифровые приборы стали правилом в современных гоночных автомобилях, как в этом Феррари класса «Формулы-1» 1992 г. Единственный цифровой дисплей в норме показывает число оборотов двигателя и несколько контрольных ламп. Другая информация может быть вызвана по запросу гонщика нажатием кнопки на рулевом колесе. Все данные передаются по каналам телеметрии в боксы и записываются. О любых отклонениях от нормы гонщику сообщают через наушники, вмонтированные в шлем. Также в шлеме имеется микрофон, позволяющий гонщику вести переговоры с боксом.

дается в дополнительной информации. Инициатива использования системы связи должна оставаться за гонщиком, который выбирает подходящий момент для переговоров. В противном случае любая посторонняя помеха рассеивает внимание гонщика, и это может случиться в самый неподходящий момент.

Хорошо оснащенные гоночные команды имеют совершенные системы телеметрии, позволяющие передавать большой объем информации непосредственно из автомобиля на трассе в боксы, где все ос-

новные показатели работы двигателя и трансмиссии анализируются и сохраняются в памяти компьютера. Гонщик больше не может обмануться; любая ошибка, которую он может совершить, например, превышение максимально допустимых оборотов двигателя при раннем включении пониженной передачи (которую невозможно предотвратить ограничителем оборотов) фиксируется в памяти. Любые различия в стиле езды различных гонщиков также становятся очевидными по данным телеметрии.

Гоночная тактика

Самый опытный гонщик – это тот, кто выигрывает гонки, двигаясь настолько медленно, насколько это возможно. Этот принцип принадлежит трем людям: пятикратному чемпиону мира Хуану-Мануэлю Фанхио и трехкратным чемпионам Джеки Стюарту и Ники Лауде. Хотя он не означает, что не было таких гонок, которые они могли выиграть только за счет своего исключительного таланта.

Этот принцип, который опытный гонщик всегда должен иметь в виду, вряд ли применим к новичкам, которым приходится упорно бороться за приличное место, а не выигрывать за счет гоночного опыта. Результаты тренировочных заездов обычно дают Вам грубое представление о том, на что Вы можете рассчитывать в гонке. Если Ваши результаты на тренировках показывают, что Вы имеете шанс выиграть гонку, имеет смысл ехать максимально быстро и пытаться бросить вызов соперникам сразу после старта, даже если это потребует максимальной отдачи от двигателя и использования тормозов на пределе. Держа соперников в напряжении, Вы можете попытаться спровоцировать их к каким-либо ошибкам или превысить возможности их автомобилей. Тогда Вы получите возможность финишировать настолько безопасно, насколько это будет возможно.

На трудных трассах разница во времени прохождения круга у двух гонщиков, вероятно, всего лишь отражает худшее знание трассы одним из них, и после дополнительных тренировок он мог бы проехать эту трассу быстрее. Если чувствуется, что это может быть серьезный оппонент, следует ехать со старта как можно быстрее, чтобы создать необходимый отрыв, с каждым кругом накапливать новую информацию о трассе, постепенно увеличивая скорость. Такая тактика помогла

мне выиграть многие гонки кузовных и формульных серий на кольце Спа, и также занять лучшие места на гонках «Формулы-1», чем те, на которые я мог бы рассчитывать в соревнованиях против тех же профессиональных гонщиков на других трассах.

124 К сожалению, не всегда есть автомобиль, подходящий для соперничества, но даже в этом случае, тщательное планирование может принести дивиденды. На быстрых трассах, содержащих длинные прямые, Вы можете попытаться воспользоваться «буксиром», используя разреженный воздух позади быстрых автомобилей. Это возможно только тогда, когда выбранный Вами для этой цели лидер едет быстрее Вас не более чем на восемь – десять миль в час. В этом диапазоне скоростей разреженный воздух за лидером может поднять Вашу скорость до тех величин, которые были бы невозможны для Вашего автомобиля без посторонней помощи. Увеличение скорости за счет разреженного воздуха неизбежно приведет к росту числа оборотов Вашего двигателя, и если трансмиссия Вашего автомобиля настроена на максимальную скорость по прямой при одиночной езде, то выигрыш в скорости за счет разрежения воздуха приведет к срабатыванию ограничителя оборотов и Ваши планы провалятся. Так что, если Вы чувствуете, что можно пользоваться «буксиром» постоянно в течение гонки, полезно уменьшить передаточное число трансмиссии соответственно тому, как это было описано выше. Но имейте в виду, что разреженный воздух уменьшает эффективность работы аэродинамических приспособлений, и это может привести к вылету Вашего автомобиля в быстрых поворотах.

В гонках на длинные дистанции разрежение воздуха за лидером может быть использовано не для увеличения максимальной скорости, а для снижения расхода топлива и сбережения ресурса двигателя. Следуя за автомобилем с характеристиками, аналогичными характеристикам Вашего автомобиля, Вы будете ехать так быстро, как ехали бы в одиночестве при открытом на две трети дросселе, и проедете на два – три круга больше на одной заправке, в результате сэкономив одну заправку в течение гонки.

Даже если Вам настолько не повезло, что Вы едете на маломощном автомобиле, разумная тактика может принести результаты. В длинных гонках всегда есть шанс, что быстрые автомобили сойдут с дистан-

ции, и это позволит Вам занять хорошее место, если Вы едете, в такой манере, которая обеспечит Вам хорошие шансы дойти до финиша.

Если же Вам известно, что Ваш автомобиль настолько ненадежен, что нет шансов доехать до финиша, даже максимально щадя свой автомобиль, Вам лучше всего ехать на нем в полную силу до тех пор, пока он не развалится. Это позволит Вам произвести хорошее впечатление на зрителей и создать у них достойное представление о Вас. Если Вы будете так поступать в течение нескольких гонок, можете надеяться, что Вас заметят и пригласят управлять лучшим автомобилем.

Глава VII

Гонка

Наконец в боксах все подготовлено, сделаны последние приготовления к хронометражу и сигнализации, выбрана гоночная тактика, и Вы можете сосредоточиться на старте.

Есть два основных типа старта: старт с места и старт с хода. В обоих случаях позиции на стартовой решетке назначаются в соответствии с результатами квалификации, и быстрееший автомобиль находится на поуле в первом ряду.

Старт с места

При старте с места в «Формуле-1» каждый ряд состоит из двух автомобилей, обычно расположенных в шахматном порядке через 8 метров, чтобы уменьшить нагромождение автомобилей в первых рядах на старте. Перед стартом гонки автомобили проходят прогревочный круг, в течение которого они должны сохранять свои позиции. Это делается для того, чтобы убедиться, что все двигатели работают, и дать возможность гонщикам проверить, все ли в порядке. В конце прогревочного круга автомобили останавливаются на стартовой позиции, и как только все они полностью остановились, включается красный сигнал светофора. После этого красный сигнал должен смениться зеленым не раньше, чем через четыре секунды, и не позже, чем через семь секунд, и гонка стартует. Если гонщик испытывает какие-либо проблемы со стартом, он должен немедленно поднять вверх руку, и процедура старта останавливается. В этом случае вся процедура старта начинается по новой с прогревочного круга, и реаль-

ная дистанция гонки сокращается на один круг, чтобы не нарушать предусмотренных гоночными командами графиков расхода топлива. В младших гоночных классах процедура старта может быть другой, но принцип остается тем же самым.

В целях сохранения выжимного подшипника сцепления первая передача должна включаться только после того, как будет дан красный сигнал светофора.

При зеленом сигнале светофора, сцепление необходимо резко отпустить, чтобы не сжечь накладку дисков сцепления. При этом обороты двигателя сохраняются за счет пробуксовки колес, которая не должна быть больше необходимой для оптимального трогания с места. В этой всеобщей какофонии даже наилучший гонщик может совершить ошибку на старте, и здесь крепкие нервы даже более важны, чем опыт.

Старт с хода

Старт с хода популярен в Америке и определенно является самым безопасным, хотя и не самым зрелищным. Такой старт гораздо менее разрушителен для сцепления. Автомобили отправляются на предстартовый круг, который проходится с умеренной скоростью в порядке стартовой решетки, в некоторых случаях за пейс-каром, и как только они пересекают стартовую линию, опускается флаг и автомобили начинают ускорение.

В общей путанице и оглушительном шуме старта трудно услышать свой собственный двигатель и даже следить за тахометром, так что очень легко перекрутить свой двигатель с катастрофическими последствиями, если он не оснащен ограничителем оборотов. В наше время он применяется в большинстве случаев.

Обгон

Одной из основных проблем в гонке является необходимость обгона других участников, а также приближение сзади более быстрых автомобилей.

Когда два автомобиля и гонщика едут колесо в колесо, тогда, разумеется, переднему не требуется пропускать заднего, но обязанностью лидера является предоставление места для своего преследователя,

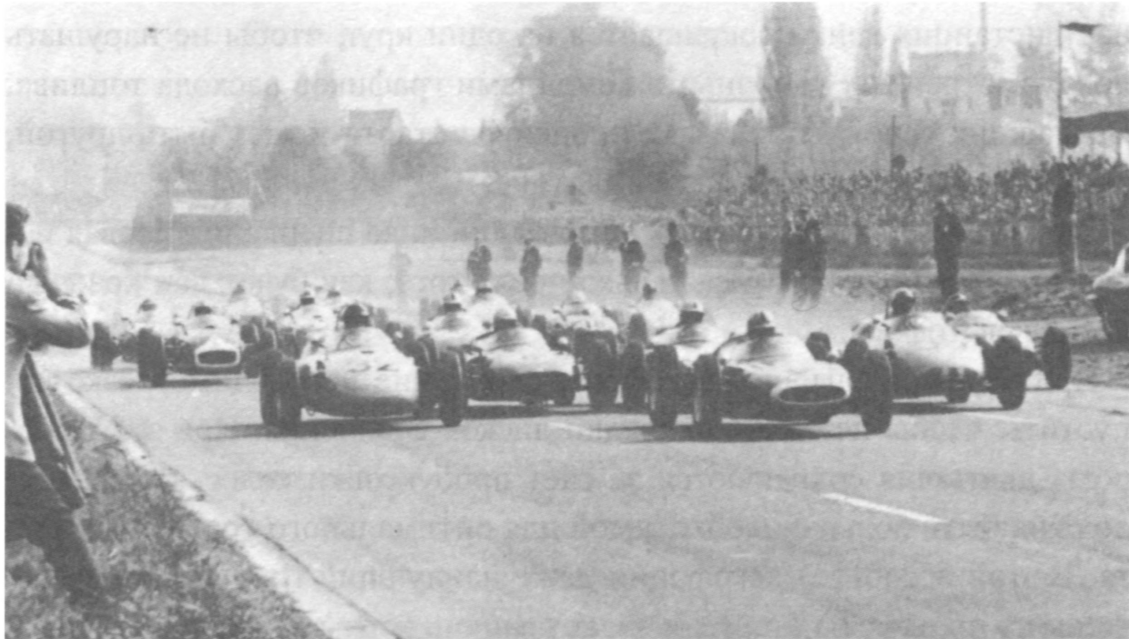


Рис. 60. Автомобили только что ушли с общего старта, где они были построены группами. Автомобили второго ряда уже почти догнали тех, кто стартовал в первом ряду.



Рис. 61. Вот что может произойти, если слишком резко трогаться с места, или если автомобиль не трогается с места при опускании флага. Здесь Рон Флокхарт «перепрыгивает» Купер Джека Льюиса сразу после старта в Гран-при Брюсселя, «Формула-2».

чтобы он мог обогнать, в том случае, если это не потребует отклонения от правильной траектории. Для преследователя единственная возможность догнать соперника – это опередить его на торможении перед поворотом, обойти его после поворота, если удастся пройти поворот чуть быстрее соперника, или обогнать его на прямой, используя разрежение воздуха позади лидера.

Опережение на торможении возможно только на подходе к медленному повороту, где тормозная зона достаточно длинна для того, чтобы совершить маневр обгона. Но при чрезвычайно коротких тормозных путях современных гоночных автомобилей, достигаемых за счет больших прижимных сил, карбоновых тормозных дисков и современных технологий производства гоночных шин, тормозные зоны становятся все более и более короткими и опережение на торможении становится все более и более затруднительным.

Обгон на выходе из поворота предполагает, что обгоняемый автомобиль едет в повороте медленнее обгоняющего. Следуя за соперником в течение нескольких кругов, желающий обогнать его гонщик наблюдает, в каких поворотах соперник едет медленнее, чем мог бы, и упирается в него. Если продолжать ехать за соперником вплотную на каждом круге, обгон станет невозможен. Следовательно, приближаясь к этому повороту, необходимо отпустить лидера на расстояние, которое обгоняющий рассчитывает выиграть в повороте за счет большей скорости. Это освободит его от помехи, и, пройдя поворот на более высокой скорости, он выйдет из поворота с большей скоростью и легко обгонит другой автомобиль, до того как он наберет достаточную скорость, чтобы соперничать с ним.

Третий способ обгона – использование воздушного разрежения за лидером. Зона разреженного воздуха присутствует позади любого автомобиля, едущего с большой скоростью. Такое разрежение приводит к уменьшению лобового сопротивления для автомобиля, едущего за ним вплотную, что позволяет увеличить его скорость движения. Менее быстрые автомобили могут воспользоваться преимуществом, двигаясь «на буксире» за быстрыми автомобилями, и в случае двух автомобилей с одинаковыми максимальными скоростями, едущими друг за другом, задний быстро догоняет переднего, благодаря снижению сопротивлению воздуха. Если управляющий задним автомо-



Рис. 62. Гонщики бегут к своим автомобилям перед стартом Ле Мана. Такой способ старта был запрещен, чтобы дать водителям возможность пристегнуть ремни безопасности (кольцо Ле Ман, Тур де Франс, 1960).

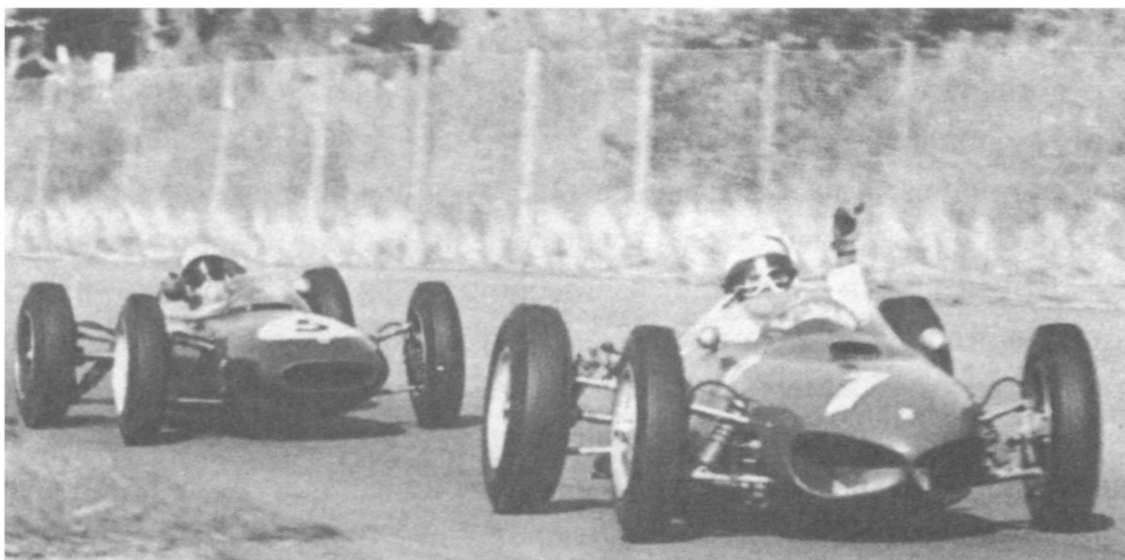


Рис. 63. Фил Хилл сигнализирует Тревору Тейлору, что оставляет ему место для обгона с левой стороны. Это подразумевает, что он также готов замедлиться, если требуется, чтобы упростить задачу оппоненту. Отрицательный развал всех колес, характерный для гоночных автомобилей того времени, четко просматривается на фотографии. (Гран-при Голландии, Зандвоорт, 1961 г.)

билем гонщик в самый последний момент выезжает из-за переднего, он имеет шанс обогнать его, пока сопротивление воздуха не успело восстановиться до максимального. Двигаясь в разреженном воздухе позади быстрого автомобиля, всегда следует помнить, что при этом значительно снижается эффективность работы аэродинамических приспособлений, что, в свою очередь, может нарушить равновесие автомобиля.

Картина совершенно меняется, когда разница скоростей двух автомобилей велика или гонщики сильно различаются по квалификации и опыту. Гонщик, который знает, что не может бороться с тем или иным оппонентом на трассе – это известно из результатов тренировочных или квалификационных заездов – должен внимательно смотреть в зеркала заднего вида каждый раз, когда достаточно длинная прямая между двумя поворотами дает возможность проделать такой маневр, и по возможности оборачиваться назад через плечо в «шпильках» (если они есть на трассе) для лучшей оценки дистанции. Быстрый автомобиль никогда не должен испытывать помех от заведомо менее быстрого автомобиля, а тот, кто ведет себя не так, рискует очень скоро стать непопулярной личностью.

Как только быстрый автомобиль приблизился настолько близко, что при первой возможности следует ожидать обгона, Вы должны дать ему обогнать себя, создавая как можно меньше помех, даже ценой нескольких потерянных долей секунды. К примеру, если быстрый гонщик догоняет Вас прямо на подходе к повороту, Вы должны начать замедление чуть раньше, чем обычно, дать ему удобно подойти к повороту и показать, что готовы пропустить его. При необходимости нужно показать условным сигналом, с какой стороны Вы собираетесь оставить для этого место.

Это, разумеется, не требует от Вас бесполезных потерь времени, и если Вы видите, что можете пройти поворот без помех для другого гонщика, можете сделать это и оставить место для обгона на выходе из поворота. Если это правый поворот, следующий за нормальным прямым участком, Вы должны подойти к нему с левой стороны дороги и находясь там, сигнализировать следующему за Вами гонщику, что он может обойти Вас справа, и не пересекать его траекторию до тех пор, пока он Вас не обгонит.

В гонках, в которых автомобили с различными возможностями едут одновременно, что является обычным в соревнованиях типа GT, обгон становится главной опасностью. На длинных прямых Ле Мана, к примеру, разница в скоростях между самым быстрым и самым медленным автомобилем может достигать 60 или 70 миль в час, и если медленный автомобиль перестраивается для обгона в тот момент, когда быстрый автомобиль приближается сзади на полной скорости, может возникнуть ужасная ситуация. В таком случае гонщик на медленном автомобиле, собирающийся перестроиться, находится в лучшей позиции для оценки скорости заднего автомобиля, чем гонщик на более быстром автомобиле позади него, который не может оценить относительную скорость двух медленных автомобилей. Поэтому гонщик на относительно медленном автомобиле, который собирается перестроиться для обгона – или только для того, чтобы проехать поворот по оптимальной траектории – должен быть особенно осторожным и убедиться, что не пересекается с траекторией более быстрого автомобиля, приближающегося сзади. В любом случае пилот быстрого автомобиля будет чрезвычайно признателен за любой сигнал, которым пилот медленного автомобиля информирует его о своих намерениях. Если медленный автомобиль имеет закрытый кокпит и подача сигналов рукой невозможна, гонщик может использовать указатели поворота, чтобы показать, что ему известно о приближении быстрого автомобиля, например, включением правого сигнала поворота, показывающего его намерения оставаться на правом краю дороги, и наоборот.

Маршалы

К сожалению, не все гонщики являются истинными джентльменами, готовыми уступить дорогу конкуренту, как только тот займет позицию для обгона. Случаи преднамеренного создания помех, к счастью, довольно редки. Они чаще встречаются во второстепенных гонках, где некоторые из участников не имеют другого способа удержать своих соперников позади себя. Другие неудачливые гонщики так заняты удержанием своего автомобиля на трассе, что кажется, что у них не остается времени посмотреть в зеркала.

Для тех, кто никогда не смотрит назад, у маршалов, стоящих вдоль трассы, имеются голубые флаги. Когда поднят голубой флаг, это яв-



Рис. 64. Автор быстро покидает свой Феррари на последнем пит-стопе перед победой в гонке Ле Ман 1960 г. Механик тем временем открыл люк заправочной горловины бензобака и собирается вставить туда пистолет топливозаправочной системы.

ляется предупреждением гонщику, что сзади приближается другой гонщик, вероятно, желающий обогнать его. Если маршал размахивает голубым флагом, это является указанием гонщику уступить дорогу быстрому конкуренту, собирающемуся обогнать его. Гонщик, чувствующий, что ему создает помехи конкурент, может попросить маршала воспользоваться голубым флагом, размахивая рукой и привлекая внимание к ситуации. Пользоваться голубым флагом гораздо труднее, чем можно подумать. Если им злоупотреблять, он теряет всякий смысл, и гонщики вообще перестают обращать на него внимание. Но он должен использоваться, когда того требуют обстоятельства, иначе маршалы были бы не нужны. Для человека, не имеющего гоночного опыта, весьма трудно определить, когда следует поднять голубой флаг, а когда нет. Хороший маршал должен не только быть в курсе того, что происходит на трассе, и поднять голубой флаг в подходящий момент, но также в первом приближении должен знать, кто есть кто, и какая из двух едущих близко друг к другу машин скорее всего окажется лидером.

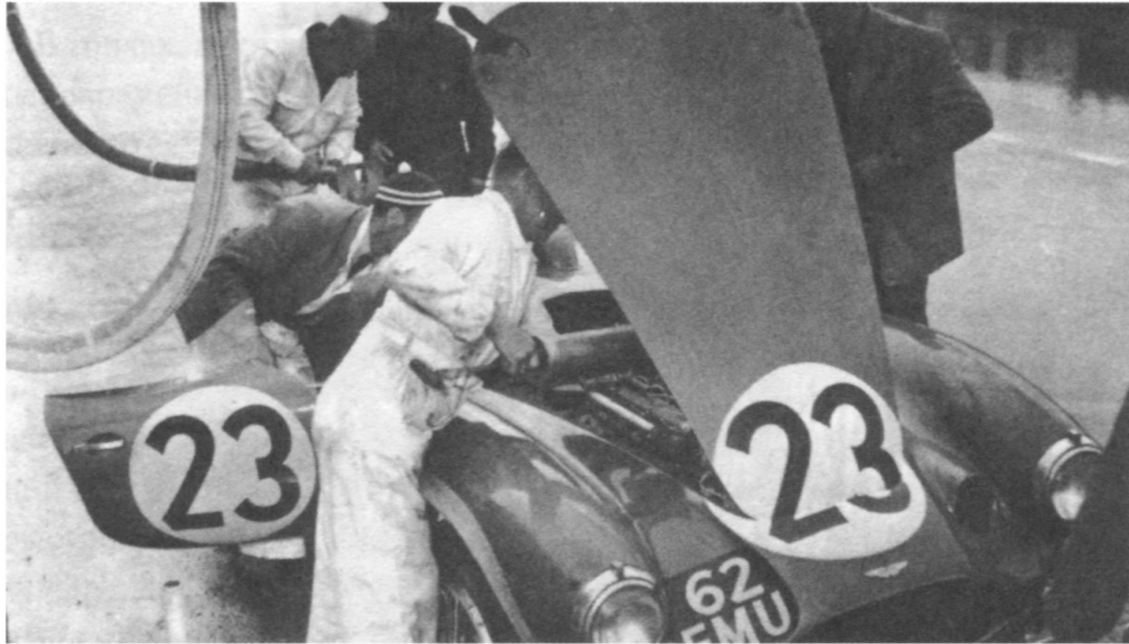


Рис. 65. Каждая секунда, потерянная в боксах, должна быть отыграна гонщиком на трассе с большим риском для себя и автомобиля. Внимание к деталям часто может сберечь драгоценные секунды. Здесь механик использует огромный шприц для закачивания масла в резервуар системы смазки. На этом Астон Мартин DB3S Петер Коллинз и автор приехали вторыми в той трагической 24-часовой гонке в Ле Мане в 1955 г.

Маршалы должны иметь в распоряжении и другие флаги. В число наиболее важных входят следующие:

- желтый флаг предупреждения, используемый в том случае, если произошла авария или столкновение. При этом флаге требуется особая осторожность и пониженная скорость. Этим флагом размахивают в течение времени двух кругов, и еще два круга его держат неподвижно – или дольше, если на трассе еще продолжаются какие-то работы. Затем его убирают, чтобы не создавать путаницы, если в том же месте произойдет другая авария. Как только опасная зона очищена, поднимают зеленый флаг. Очень важно, что в зоне желтого флага любые обгоны запрещены;
- красно-желтый полосатый флаг используется для индикации зоны пониженного сцепления, обычно в случае пролития масла на по-

Гонка

верхность трассы, или также может информировать гонщиков о локальном дожде;

- белый флаг показывает, что впереди на трассе медленный автомобиль.

Следующие флаги могут использоваться только специальными работниками автодрома:

- клетчатый флаг означает завершение гонки;
- красный флаг предписывает немедленно завершить гонку и медленно возвращаться в зону боксов;
- черный флаг, показанный одновременно с белым номером на доске черного цвета, требует немедленного заезда в бокс автомобиля, номер которого изображен на доске.

Скорость и безопасность

На скорости около 180 миль в час, которая не является предельной для многих гоночных автомобилей, машина проходит 250 футов каждую секунду. Для остановки автомобиля требуется около тысячи футов, и в течение одной пятой секунды, – времени реакции хорошо тренированного водителя, он проходит еще около пятидесяти футов. Это значит, что если происходит что-либо непредвиденное, автомобиль легко может покинуть дорогу, пока гонщик успеет предпринять какие-либо действия. Высокие скорости, таким образом, только тогда могут быть оправданы, когда гонщик обладает достаточной дальновидностью.

Кольцевые гонщики, которые детально знакомы с трассой и знают, что кроме едущих вровень с ними автомобилей соперников, другие помехи на трассе маловероятны, просчитывают ситуацию вперед не дальше, чем это делалось бы при езде с такой скоростью по прямой дороге. Их внимание поглощено контролем за правильной позицией автомобиля на трассе для лучшей реакции на всевозможные ситуации, которые могут возникнуть, но в то же время требуется следить за другими автомобилями и контролировать ситуации, которые могут привести к аварии или к столкновению. Способность предвидения, а не время реакции, вот что имеет наибольшее значение для того, чтобы стать быстрым и безопасным гонщиком. Он не только должен знать, как его автомобиль поведет себя в любых обстоятельствах (например, собирается скользить) и принять меры еще до того, как это в действительности начнет реально происходить, но также должен

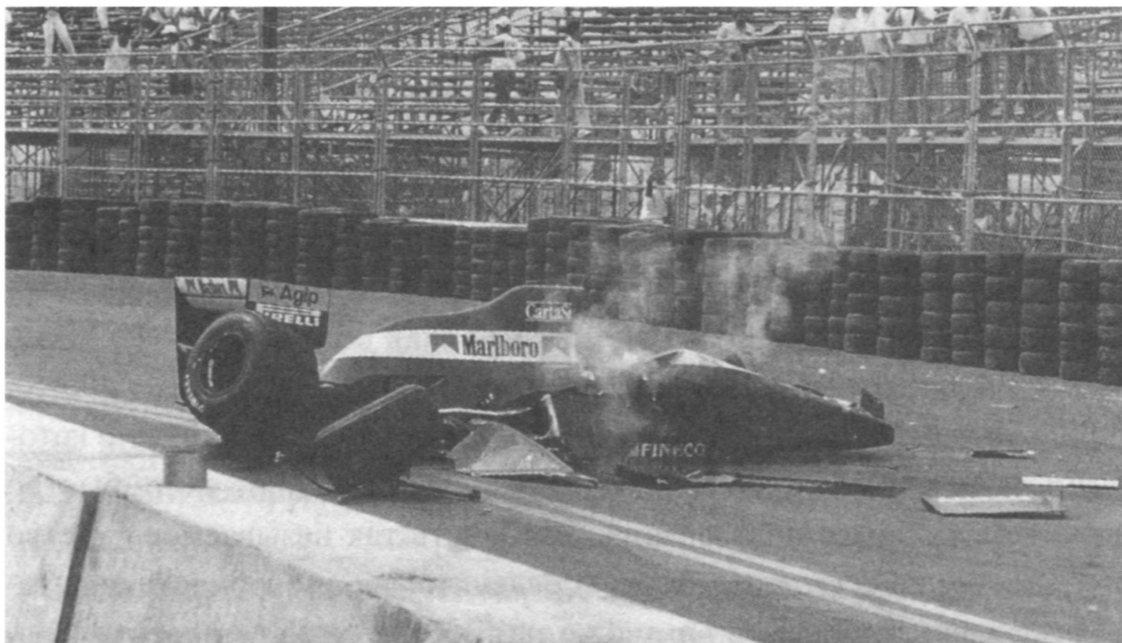


Рис. 66. Современный углеволоконный монокок: хорошо защищенное место расположения гибкого топливного бака позади водителя и дуги безопасности в сочетании с 6-точечными ремнями безопасности обеспечивают высокую безопасность современных одноместных гоночных болидов. Пилот этой Даллары в аварии не пострадал.

предвидеть развитие ситуации на трассе. Например, если едущий впереди вас гонщик вошел в поворот немного быстрее, чем следовало, или отклонился от своей правильной траектории, необходимо это увидеть и в течение доли секунды предугадать, что будет происходить с тем автомобилем, в каком направлении он вылетит с трассы и как лучше всего избежать встречи с ним.

Только высокоразвитое чувство предвидения позволило Фанхио избежать проблем там, где другие гонщики оказались вовлечены во множественные аварии. Одна из них произошла в Монце в 1953 г. на Гран-при Италии, когда Аскари и Фарина опережали его на финишной прямой последнего круга. В этот момент оба они были сбиты с траектории другим гонщиком и оба попали в аварию. Фанхио, который ехал сразу позади них, немедленно определил ситуацию, сумел избежать столкновения с ними обоими и выиграл гонку. Другой пример – катастрофическая гонка в Ле Мане в 1955 году, когда «Мерседес» Левея врезался сзади в Остин-Хейли Маклина, при этом погибли

85 зрителей; Фанхио ехал сзади и сумел безопасно проехать. Третий пример – множественная авария в Гран-при Монте Карло в 1957 г., когда, на втором круге, все автомобили свалились в одну кучу. Мосс, возглавлявший гонку, врезался в отбойник, а Хауторн и Коллинз, которые ехали за ним, не смогли избежать участия в столкновении. Хотя трасса оказалась загромождена все прибывающими и прибывающими новыми автомобилями, Фанхио, который ехал позади на своем Мазерати, сумел отрулить в сторону и выиграл гонку.

Еще более важно предвидение на малознакомых дорогах, с которыми имеют дело раллисты и все водители, желающие ехать быстро по дорогам общего пользования. Это и есть так называемое чувство дороги. Лучше всего его можно определить как способность водителя немедленно обращать внимание на все, что может привести к изменению ситуации на дороге и требует принятия мер для экономии времени или в интересах безопасности других водителей или собственной безопасности. Опытному водителю очень редко приходится применять экстренные меры, для него неожиданностей практически не возникает.

Опыт не имеет достойной замены, но восприимчивый ум может накопить большой опыт за сравнительно короткое время и быстро научиться определять опасность. Невозможно следить сразу за всем одновременно. Ваши глаза и Ваше сознание должны немедленно забывать все то, что не представляет непосредственного интереса и сконцентрироваться на более важных вещах. Способность немедленно отличать важные вещи от второстепенных может быть натренирована до такой степени, что из двадцати человек, идущих или стоящих на тротуаре, Вы сможете немедленно определить того, который собирается перейти дорогу перед Вашим автомобилем. Многие люди были бы удивлены, если бы знали, как много иногда можно определить из мелочей. Например, длинная тень может означать приближение автомобиля к перекрестку еще до того, как автомобиль станет реально виден; доля секунды, прошедшая от момента появления тени до реального появления автомобиля в поле зрения, может означать разницу между безопасной остановкой и аварией. Если Вы видите пешеходов, спокойно идущих через перекресток, Вы можете быть твердо уверены, что никакой автомобиль не приближается. И если

они внезапно прыгают в стороны, спасая свои жизни, Вы определенно можете сделать свои собственные выводы! В городе также можно увидеть отражение автомобиля в витринах магазинов до того, как он станет реально виден.

Автомобиль может стоять на обочине. Ваш первый взгляд должен быть направлен на то, что происходит внутри этого автомобиля. Если в нем находятся люди, они могут открыть дверь и выйти на дорогу; если водитель за рулем, автомобиль может тронуться с места или даже пойти на разворот. Если это грузовик, за ним могут находиться люди, ноги которых Вы, вероятно, сможете увидеть, если посмотрите под машину.

Важно знать, куда следует смотреть, когда это следует делать и что следует искать. В городе, когда автомобиль, едущий перед Вами, выполняет экстренное торможение, заставляя Вас самого резко тормозить, не следует давить на педаль тормоза как можно сильнее, наоборот, используйте тормоза как можно мягче, для того чтобы дать возможность следующему за Вами автомобилю остановиться без столкновения с Вами. Как только Вы поймете, что контролируете ситуацию, взгляните в зеркало заднего вида на то, что происходит позади Вас; может быть, Вам следует принять вправо или влево, если для этого есть место, чтобы дать возможность следующему за Вами водителю справиться с ситуацией.

На дорогах с интенсивным движением большое количество аварий происходит в виде множественного столкновения едущих друг за другом автомобилей, врезающихся друг в друга, когда один из них по какой-то причине вдруг резко тормозит. Если Вы соблюдаете разумную дистанцию между Вашим автомобилем и едущим впереди Вас, для Вас абсолютно невозможно остановиться вовремя, чтобы избежать столкновения, если нормальный тормозной путь впереди едущего автомобиля сокращен столкновением с другим автомобилем! Разумеется, это не является оправданием; водитель должен быть готов к тому, что случится такой предсказуемый инцидент. Вместо наблюдения лишь за автомобилем впереди себя, он должен стараться видеть автомобиль, едущий двумя или тремя позициями впереди, так что действия могут быть предприняты достаточно рано, чтобы избежать аварии такого типа. В этом положении дополнительное преимущест-

во обеспечивается выбором позиции, слегка смещенной в сторону по отношению к едущему впереди автомобилю, которая облегчает экстренный маневр, если он потребуется.

Быстрые закрытые повороты на шоссе гораздо безопаснее проходятся на скорости, если вести автомобиль по внешнему ряду поворота, не прижимаясь к внутреннему радиусу, поскольку с внешнего радиуса любое препятствие впереди будет видно гораздо дальше. И вполне логичным является то, что, поскольку на скользких дорогах при любой скорости тормозной путь увеличивается, они требуют большей предусмотрительности. На снегу, к примеру, необходимо быть в три раза более внимательным, чем на сухом асфальте.

Вы можете спросить, какое отношение эти примеры, которые увеличивают безопасность движения и являются основным требованием для любого хорошего водителя, имеют к гонкам. Не все они применимы к кольцевым гонкам, но раллийные гонщики сталкиваются со всеми неожиданностями нормального движения, и самый мельчайший инцидент неизбежно означает потерю драгоценного времени. Кроме того, гонщик на соревнованиях неизбежно будет винить самого себя, даже если это совершенно не оправдано, что также приведет к потере времени.

Безопасная траектория

В условиях гонки или ралли обстоятельства часто могут сделать невозможным строгое применение правил, продиктованных теорией. Необходимо учитывать присутствие других участников гонки, быстрые автомобили, которые могут обогнать, или медленные автомобили, обогнать которые необходимо. Все это постоянно заставляет гонщика отклоняться от идеальной траектории. В этом случае, особенно на закрытых кольцевых трассах, части поверхности дороги, лежащие вдали от траектории, по которой обычно едут, скорее всего обеспечивают гораздо меньшее сцепление, нежели те, по которой проходят нормальные траектории движения автомобилей. Это потому, что там обычно очень пыльно, и много резиновой крошки от мягких шин, разрушающихся в результате торможения.

Когда гонщик подвергается прессингу со стороны соперников, один из способов избежать его – задержать торможение перед пово-



Рис. 67. Различные траектории поворота.

ротом как можно дольше. В таких условиях почти невозможно быть застрахованным от мелких ошибок и в результате слишком запоздать с торможением. Если при этом все же продолжать выдерживать правильную траекторию, автомобиль войдет в поворот слишком быстро и, вероятнее всего, начнет вращаться и покинет дорогу. Единственный выход для гонщика в этой трудной ситуации – это направить автомобиль внутрь поворота, как только станет понятно, что замедлить движение в достаточной для правильного прохождения поворота степени оказывается невозможно. В этом случае автомобиль следует удерживать на более или менее прямой траектории на протяжении чуть более длинной дистанции и полностью использовать тормоза в течение более длительного времени, пока автомобиль не будет направлен в поворот. Такая траектория приведет к более крутой дуге в повороте и к более низкой скорости, но по крайней мере худшего удастся избежать.

Подобный подход к повороту может систематически применяться для задержки момента торможения по сравнению с нормальной траекторией в повороте. Поскольку эта траектория отклоняется от теоретически наиболее быстрой, отсюда следует, что поворот проходит на слегка заниженной скорости, но это частично или полностью компенсируется поздним торможением. Другое преимущество такой траектории заключается в том, что торможение происходит вдали от обочины, и это является более безопасным, если по какой-либо причине начинается рыскание автомобиля. Кроме того, другому участнику гонки становится невозможно вклиниться в вашу траекторию в попытке обгона.

Езда в дождь

142 Большинство обычных водителей пугаются езды по мокрым дорогам. Это, в основном, вопрос адаптации, особенно в гонках, где непредвиденные обстоятельства встречаются реже, чем на дорогах. Во время поворота, торможения и разгона гоночный автомобиль всегда едет на пределе сцепления с дорогой. Если оно изменено сыростью или дождем, оценки водителя должны быть соответственно изменены. Это значит, что скорость в повороте должна быть соответственно ниже, увеличены тормозные пути, в то время как педали газа и тормоза должны нажиматься более деликатно во избежание блокировки или пробуксовки колес, последняя из которых приводит к снижению ускорения автомобиля и производит нежелательное скольжение задней оси. На кольцевых гонках дождь не влияет на положение точек начала торможения перед поворотом настолько, насколько этого следовало бы ожидать. Причина в том, что скорость в повороте при дожде меньше, автомобили выходят из поворота с меньшей скоростью, которая приводит к уменьшению скорости к концу прямой, так что они подходят к следующей зоне торможения медленнее, чем в сухую погоду. На скользкой дороге, любое нежелательное движение автомобиля, любое начинающееся скольжение, должны отслеживаться с еще большей точностью и быстротой, чем обычно.

Поскольку, степень коэффициента сцепления не сильно меняет техники езды, нет большой разницы, насколько скользкой является дорога, мокрая ли она, покрыта ли снегом или льдом. К счастью, скорости, на которых можно проходить повороты, постепенно снижаются по мере того, как дорога становится все более скользкой, так что все, что происходит с автомобилем, происходит на меньшей скорости. По мере увеличения «скользкости» дороги, трудности перемещаются из поворотов на прямые. Здесь развиваются почти те же скорости, как на сухой дороге; в то же время, в поворотах скорость автомобиля необходимо уменьшить для ослабления сил, действующих на автомобиль, чтобы поддерживать баланс между этими силами и сцеплением шин с дорогой. На прямых участках уменьшается только сцепление, но не инерция автомобиля и различные связанные с ней силы. На очень скользкой поверхности, типа снега или льда, можно даже добиться того, что сопротивление воздуха и сопротивление качению станет

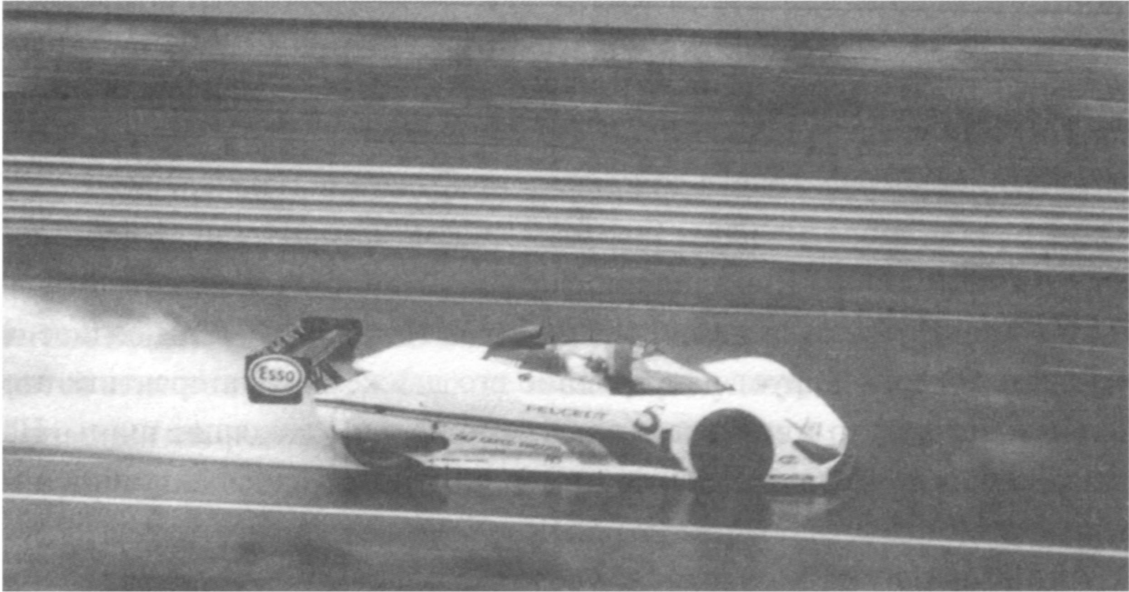


Рис. 68. Дождь не требует особой техники вождения. Основная разница – пониженное сцепление, требующее большей аккуратности при разгоне и торможении, уменьшенные скорости поворотов и необходимость избегать луж, которые могут вызвать аквапланирование. Основная проблема – отсутствие видимости из-за брызг, поднятых идущими впереди автомобилями.



Рис. 69. В крутых поворотах полноприводные автомобили склонны к недостаточной поворачиваемости, как эта Тойота Селика 4WD Марка Дуэца.

равно силе тяги ведущих колес. Это определяет лимит скорости, который можно развить на автомобиле в данных условиях. На этой скорости, все сцепление ведущих колес используется для движения автомобиля вперед; колеса склонны к пробуксовке и не могут создать какого-либо сопротивления боковым силам, которые могут действовать на автомобиль. Движение последнего становится неустойчивым, и он может оставаться на дороге только в том случае, если водитель постоянно корректирует направление его движения. На практике это происходит только тогда, когда применяются неподходящие шины. На зимних шинах, при необходимости ошипованных, такая ситуация никогда не возникает.

Тормозные пути, разумеется, увеличиваются на скользкой дороге, и водителю необходимо заблаговременно просчитывать ситуацию. Это важно в кольцевых гонках и совершенно необходимо на дороге общего пользования, где взгляд должен быть направлен далеко вперед, в поисках поворота, опасного перекрестка, встречного транспорта при обгоне или мотоциклиста. Точная оценка того, насколько далеко надо смотреть в зависимости от величины сцепления, возможного на дороге, становится все более трудной по мере увеличения скорости, и требует значительного опыта. Водители обычно не любят смотреть достаточно далеко вперед, потому что чем дальше они смотрят, тем более их внимание отвлекается от непосредственного окружения автомобиля на дороге.

Очень сильный ливень, однако, может полностью изменить условия вождения на большой скорости и сделать его крайне опасным. Это происходит, когда дождевая вода поступает быстрее, чем отводится от дорожной поверхности. Дорога тогда становится покрыта слоем воды значительной толщины; на нормальных скоростях, эта вода выдавливается колесом по мере наката, а излишки воды отводятся по канавкам протектора. При увеличении скорости, однако, все меньше и меньше времени остается на отвод воды из-под колеса, и можно добиться того, что не вся вода будет выдавливаться из-под колеса вовремя, чтобы обеспечить контакт колеса с дорогой. Колесо начинает «всплывать» – автомобиль просто плывет по воде и становится неуправляемым. Автомобиль аквапланирует. В таком случае сделать практически ничего нельзя, и даже лучшие водители могут лишь надеяться, что

колеса зацепятся за дорогу и восстановят сцепление до тех пор, пока еще не слишком поздно.

Иногда говорят, что некоторые водители любят ездить в дождь. Это еще один пример распространенного заблуждения по поводу автогонок. Ни один гонщик на самом деле не любит и никогда не любил ездить под дождем хотя бы потому, что брызги от едущих впереди автомобилей сводят видимость практически к нулю. Гонка становится очень опасной, и больше зависит от удачи, чем от мастерства. Ситуация неприятна для участников гонок кузовных автомобилей, но в «формулах» с открытыми колесами и широкими шинами она становится катастрофической из-за дополнительной опасности запотевания стекла шлема.

Ни один гонщик не любит дождь. Однако иногда гонщики надеются на дождь, потому что он дает им больше шансов на победу. Более аккуратное управление, необходимое для лучших результатов на скользкой дороге, может изменить расклад сил для пилотов, одинаково хорошо едущих в сухую погоду. Дождь также может быть преимуществом для автомобиля, а не только для водителя. Как показывает следующий пример, быстрые и мощные автомобили всегда больше страдают от дождя, чем маломощные автомобили. Представьте себе дугу поворота, которая в сухую погоду проходится со скоростью 130 миль в час. Под дождем, скажем, скорость требуется уменьшить до 110 миль в час, так что все быстрые автомобили будут замедлены на 20 миль в час на этой дуге. Автомобиль, не имеющий достаточной мощности, чтобы развить скорость более 100 миль в час, вообще не будет замедляться в связи с дождем. Он пройдет эту дугу со скоростью 100 миль в час при любой погоде и при этом с хорошим запасом по безопасности. Дождь, таким образом, нивелирует полезную мощность – поэтому пилоты менее мощных машин часто желают дождя, даже если они его на самом деле не любят.

Зимняя езда

На самом деле, разница между ездой по дороге, скользкой от дождя, и по дороге, скользкой из-за льда и снега, очень невелика. К счастью, кольцевые гоночные автомобили, как правило, не ездят по заснеженным или обледенелым дорогам, где их очень высокое отношение

мощности к весу и недостаточная эластичность моторов сделала бы управление очень трудным, хотя раллисты часто сталкиваются с такими дорожными условиями.

146 Современные международные ралли судят по суммарному времени, показанному на специальных участках, длина которых может быть от пары миль до тридцати миль. Они связаны между собой нехронометрируемыми участками, на которых требуется соблюдать обычные правила дорожного движения, но которые требуется преодолеть за ограниченное время, чтобы не сбивать расписание гонок и не дать возможности участникам гонок проводить серьезные ремонтные работы. В случае превышения лимита времени начисляются штрафные очки.

Техника гоночной езды на снежных дорогах очень похожа на технику, применяемую на грунтовых дорогах, но выбор шин очень труден, и оптимальный состав резины различен для различного типа снега (сухой или мокрый, рыхлый или плотный). Обледенелые дороги требуют шипованных шин. Другая проблема – на сравнительно длинных спецучастках условия часто различаются на всем их протяжении. Это более всего характерно на горных спецучастках, где дорога может быть сухой или мокрой в начале, и смениться снежной или ледяной по мере подъема в гору. Частные гонщики работают с той техникой, которая имеется в наличии, и все, на что они могут рассчитывать – это подготовка своего автомобиля в сервисной зоне перед стартом на спецучастке. Продвинутые гоночные команды поручают своей собственной службе обеспечение подходящими шинами. Проблема заключается в том, что гонщики не имеют шансов увидеть спецучасток в течение нескольких дней. Тем временем, условия на нем могут очень сильно измениться, и они не могут сами для себя решить, какую резину следует выбрать. Именно поэтому заводские гоночные команды имеют специально подготовленных водителей, проезжающих трассу спецучастка в последний момент перед стартом и сообщающих по телефону о дорожных условиях, после чего принимается окончательное решение о выборе шин.

На сухом асфальте полный привод вряд ли дает какое-либо преимущество над моноприводным автомобилем, где преимущество лучшего сцепления полноприводного автомобиля сводится на «нет» большим весом. А на снегу или льду полный привод дает тотальное превосходс-

тво. Полноприводные автомобили склонны к недостаточной поворачиваемости и требуют специальной техники управления, очень похожей на технику езды на переднем приводе. Их поведение поясняется графиками в Приложении II. Для того чтобы получить все преимущество от полного привода и добиться управляемости заднеприводного автомобиля на грунтовой или скользкой дороге, большинство полноприводных раллийных автомобилей имеют неравное распределение крутящего момента, причем больший момент подводится к задней оси, на которой установлен дифференциал повышенного трения.

Ночные гонки

Двенадцатичасовые и двадцатичетырехчасовые гонки, а также многие международные ралли включают в себя езду ночью. Темнота представляет собой дополнительную опасность, поэтому должны быть приняты все меры для улучшения комфорта гонщика, чтобы как можно меньше отвлекать его от главной задачи: ехать как можно быстрее. Помехи от любого яркого света, или отражения от других автомобилей, едущих впереди или позади Вашего, должны устраняться.

Это значит, что вся приборная доска и нижняя часть лобового стекла должны быть наглухо закрашены черным. То же самое должно быть сделано с оправами приборов, рулевой колонкой, спицами руля, рамками зеркал заднего вида и любыми яркими частями, особенно если это автомобиль с открытым кокпитом. В этом случае темная окраска предотвращает отражение света, весьма утомляющее гонщика, нервы которого и без того напряжены в течение нескольких часов гонки. Отсутствие отражений также очень полезно при езде в тумане.

Даже при дневном свете не так просто точно считывать показания малых приборов, таких, как указатель давления масла или масляный и водяной термометр. Перед гонками я всегда делал следующее: а) отмечал их большими надписями белого цвета, типа ВОДА, МАСЛО и т.д. б) отмечал красной чертой на стекле положение стрелки, приблизительно соответствующее нормальным показателям. При таком способе достаточно небольшого взгляда, даже ночью, чтобы убедиться, что все в порядке.

После таких приготовлений больше не нужно, чтобы приборы были ярко освещены: это приведет к меньшему рассеянию внимания

и лучшей видимости дороги. Жизненно необходимый тахометр всегда достаточно большой, чтобы не вызывать никаких затруднений. Когда в дополнение к тахометру установлен спидометр, хорошей мерой предосторожности будет отметить на его стекле максимальные числа оборотов для каждой передачи. Это может быть полезно в случае отказа тахометра, что нередко происходит во время гонок.

Мой опыт показал, что превосходная видимость дороги важна, если требуется экономить доли секунды. Управляя Ягуаром-Д на тренировках в Сильверстоуне, я менял слегка поцарапанные защитные очки на совершенно новые, и это немедленно приводило к улучшению времени на круге.

Если есть риск упустить победу в ночные часы кольцевой гонки или на ночных спецучастках ралли, автомобиль должен быть снабжен более мощными осветительными приборами. На кольце пара мощных фар дальнего света должна быть дополнена двумя противотуманными фарами с широким световым потоком. В гонках от них больше пользы в тумане, но они весьма полезны и для освещения обочин, что сильно облегчает гонщику позиционирование своего автомобиля в поворотах. В кольцевых гонках эти дополнительные фары даже более важны, чем дальний свет сам по себе, поскольку на кольцевой трассе гонщик всегда точно знает, что находится впереди. Однако в ралли мощный дальний свет жизненно важен.

Во время движения позади другого автомобиля фары должны быть приглушены, весьма желательно иметь антибликовое зеркало с двумя положениями. Переключатель зеркала должен быть удобен для доступа – лучше всего расположить его рядом с рычагом, позволяющим гонщику мигать дальним светом для предупреждения пилотов менее быстрых автомобилей перед обгоном.

В раллийных автомобилях шесть мощных фар дальнего света и другие приборы, включая связь между водителем и штурманом и штурманскую лампу, потребляют очень много энергии. Необходимо убедиться, что стандартный автомобильный генератор обладает достаточной мощностью для поддержания заряда аккумулятора при всех включенных потребителях.

Меньше торможений – больше скорость

Если Вы желаете двигаться быстро, не трогайте тормоза! Я никогда не забуду сцены, свидетелем которой я стал на тренировках в Спа перед Гран-при Бельгии 1953 года. Заводы Мазерати выставили четыре автомобиля – три для основной команды в составе Фанхио, Гонсалеса и Бонетто и четвертый автомобиль для бывшего чемпиона Бельгии Джонни Клаеса. Стараясь изо всех сил, Клаес не мог даже близко соперничать с результатами Фанхио и Гонсалеса. После длительных бесплодных тренировок Клаес, близкий друг Фанхио, подошел к нему и попросил проехать на его автомобиле, поскольку он думал, что его автомобиль был медленнее остальных. Фанхио немедленно согласился. Он сел в автомобиль Клаеса и проехал три или четыре круга, быстрее из которых был почти таким же, как на его собственном автомобиле. Когда Фанхио снова приехал в бокс, Клаес пожал плечами и сказал: «Ну, скажи мне, как ты делаешь это?» Фанхио ничего не сказал, вылезая из кокпита; затем он медленно прошел в угол бокса, широко улыбнулся и сказал на своем ломаном английском: «Меньше тормозов и больше газа».

Утверждение, что скорость увеличивается меньшим использованием тормозов, разумеется, является заблуждением. Чтобы ехать быстро, тормоза необходимы, и на самом деле используются очень интенсивно, но только тогда, когда требуется замедлить движение. По очевидным причинам в ралли происходит гораздо больше бесполезных торможений, чем в кольцевых гонках, где гонщик в совершенстве знает трассу. На дороге любой водитель инстинктивно склонен к торможению, если он не абсолютно уверен в том, что находится впереди. Большая концентрация и лучшее наблюдение за всем тем, что может дать необходимую информацию, позволяет уменьшить число бесполезных торможений и увеличить среднюю скорость движения. Для достижения больших средних скоростей на дороге, важно прежде всего сосредоточиться на исключении бесполезных торможений, и это безусловно требует больших усилий, прежде чем станет естественной привычкой. Но кроме экономии времени это также помогает экономить шины, тормоза и топливо. Можно с уверенностью утверждать, что квалификация водителя обратно пропорциональна числу бесполезных торможений на единицу длины дороги.

Обгон на дороге

150 Есть не так много случаев, когда предвидение и хорошая оценка позволяют сэкономить столько же времени, как при обгоне. Приближаясь сзади к автомобилю в том месте, где дорога недостаточно широка для безопасного разъезда трех машин, необходимо прежде всего принять решение, возможен ли безопасный обгон, или встречное движение заставит Вас замедлить движение, дожидаясь пока дорога не освободится. Если Вы решили оставаться позади, очень важно точно оценить скорости двух других автомобилей и согласовать с ними движение своего автомобиля таким образом, чтобы Вы приблизились к обгоняемому с максимальной возможной скоростью в тот самый момент, когда дорога станет свободной от встречных автомобилей.

Чем раньше Вы замедлитесь, тем в меньшей степени требуется уменьшить Вашу скорость, и тем быстрее Вы сможете восстановить Вашу прежнюю крейсерскую скорость. Поскольку нет возможности влиять на скорость двух других автомобилей, момент их разъезда на дороге предопределен заранее. Чем быстрее Вы будете ехать в момент, когда перестроитесь на встречную полосу для обгона, тем проще для Вас будет маневр. Если Вы не начнете торможение заранее, Вам придется сильно замедлиться, может быть, до скорости движения обгоняемого автомобиля, и начинать обгон с этой скоростью, когда дорога станет свободна. Если, благодаря правильной оценке, Вам придется замедлиться с Вашей обычной скорости 100 миль в час лишь до 80 миль в час, прежде чем Вы начнете новое ускорение, хорошему спортивному автомобилю потребуется от 5 до 7 секунд для восстановления нормальной скорости. Если в результате плохой оценки Вы окажетесь вынуждены замедлиться до 30 миль в час, набор прежней скорости займет в три раза больше времени. Такие потери времени от 10 до 20 секунд легко могут сложиться в несколько минут и оказаться решающими – уложите вы в жесткий график или нет.

Предвидение также может помочь сохранить автомобиль и предохранить подвеску от сильных ударов, которые могут быть вызваны ямками, канавами поперек дороги и трамплинами. Такие опасности иногда трудно своевременно распознать и снизить скорость до величины, при которой можно безопасно преодолеть эти препятствия, или

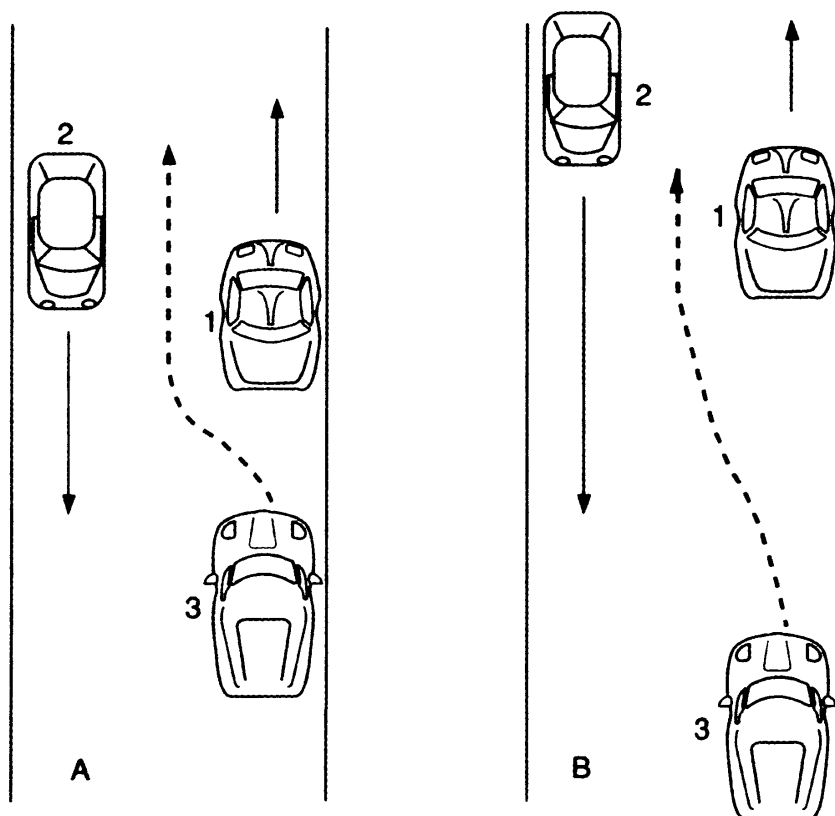


Рис. 70. Обгон при встречном движении.

А. Неправильно

В. Правильно

снижение скорости может привести к нарушению жесткого графика движения. Тем не менее, следует помнить, что торможение приводит к дополнительной загрузке передней подвески, которая воспринимает не только увеличенный вес, но и крутящий момент, созданный тормозами. Торможение также сжимает переднюю подвеску, что уменьшает ее ход сжатия и возможность поглощения вертикальных ударов. Подвеска, следовательно, должна быть освобождена от всех излишних напряжений, созданных работой тормозов. Для этого следует отпускать тормоза перед тем, как подвеске предстоит воспринять вертикальный удар. Возможно даже рассчитать момент времени, когда следует отпустить тормоза таким образом, чтобы отбой подвески в результате этого увеличил бы доступный ход сжатия подвески точно в тот момент, когда это наиболее желательно для восприятия вертикального удара. Таким способом можно даже заставить автомобиль «перепрыгнуть» препятствие.

Предвидение и наблюдение также позволят Вам быстро и безопасно ездить по дорогам общего пользования при ограниченной видимости. Там, где дорога исчезает из вида за вершиной холма, деревья, телеграфные столбы, рекламные щиты могут дать информацию о направлении, в котором продолжается дорога за пределами видимости, и Вы сможете заранее занять правильную позицию на дороге для быстрого и безопасного дальнейшего движения. Приближаясь к вершине подъема, Вы можете догнать другой автомобиль, обгонять который небезопасно, поскольку за вершиной подъема встречные автомобили могут оказаться незамеченными. Ответ можно получить от участников дорожного движения, едущих в одном направлении с Вами. Если, к примеру, за вершиной подъема видна крыша автомобиля, едущего впереди Вас, можно ожидать, что крыша встречного автомобиля также была бы видна, и следовательно, можно безопасно обгонять. Или, если на вершине холма или на выходе из закрытого поворота, водитель перед Вами перестраивается для обгона, Вы можете принять решение о том, что дорога свободна, и также выходить на обгон. Даже если другой водитель принял неправильное решение, его автомобиль будет служить для Вас своего рода защитным экраном от встречного движения. И, разумеется, дороги, извивающиеся вверх или вниз по склонам гор, часто можно просмотреть на большом протяжении, так что никогда нельзя упускать возможность заметить встречные автомобили и подготовиться оставить для них место, когда наступит момент разъезда.

Ремни безопасности

Хотя ремни безопасности в некоторых случаях были признаны причиной гибели людей, совершенно очевидно, что в статистическом смысле шансы пассажиров закрытого автомобиля избежать повреждений или других последствий серьезной аварии весьма уменьшаются в том случае, если применяются правильно отрегулированные ремни безопасности. Вопреки распространенному мнению, ремни более важны в городском движении, чем на трассе. Лобовое столкновение на скорости 30 миль в час легко может стать фатальным при отсутствии ремня безопасности, но совершенно безопасно, по крайней мере в современных автомобилях, если ремни безопасности пра-

вильно пристегнуты. Однако, шансы на выживание в лобовом столкновении уже на скорости 70 миль в час практически равны нулю, с ремнями или без.

В большинстве гоночных дисциплин обязательны шеститочечные ремни безопасности, прикрепляющие гонщика (а в ралли также и штурмана) к креслу, так что любые перемещения вперед или в сторону исключаются. Вместе с каркасом безопасности в кузовных автомобилях, или с дугами безопасности в открытых автомобилях, они не только обеспечивают максимально возможную защиту, но также максимально возможный комфорт в условиях действия центробежных и тормозных сил, которые могут достигать очень больших значений, особенно при наличии прижимных сил, создаваемых аэродинамическими приспособлениями.

Как стать гонщиком

Карьера гонщика может начинаться разными способами, и истории жизни и восхождения к славе самых знаменитых гонщиков могли бы составить содержание захватывающих книг. Очень немногие из них сразу поднялись к вершинам успеха, – для большинства путь в кокпит гоночного болида был долгим и напряженным.

Большинство гонщиков экстра класса начинали с картинга в детском возрасте, задолго до того, как получить водительские права. Картинг является превосходным и не слишком опасным способом обучения контролю над гоночным автомобилем (которым и является карт, в уменьшенном масштабе), чтобы получить чувство траектории и предела сцепления и обучиться всем тем трюкам, которые делают гонки тем, чем они являются на самом деле. Следующий после картинга наиболее реальный путь роста – гоночные школы, большинство которых содержится за счет спонсоров. Автомобили, на которых обучаются ученики, – это болиды младших «формул», они помогают почувствовать настоящую гоночную атмосферу. К окончанию курса обычно устраиваются соревнования, на которых менее одаренные отсеиваются еще до финала, а шесть кандидатов борются за титул чемпиона года. Чемпион обычно получает гоночный болид и сумму денег, достаточную для полного гоночного сезона. Второй призер соревнований также получает значительную спонсорскую поддержку.

Разумеется, Вы можете поступить в гоночную школу и без опыта езды на карте, но в школе те, кто имеет опыт картинга, имеют значи-

тельное преимущество, поэтому может оказаться, что для окончания школы Вам потребуется больше времени.

Есть и другие пути, один из которых – гонки моноклассов, которых довольно много: как в «формулах» типа «Формула VW», «Формула Форд» или «Формула Опель-Лотус» так и гонки серийных автомобилей типа кубка «Рено-5», кубка «Пежо-309» и других. Для участия в таких гонках не требуется особенной квалификации, и необходимая лицензия выдается национальным комитетом по автоспорту после прохождения медицинской комиссии. Следует подчеркнуть, однако, что участие в кузовных гонках не рекомендуется тем, кто задался целью участвовать в гонках формульных серий с открытыми колесами, потому что:

- 1) вся обстановка совершенно другая;
- 2) формульные болиды гораздо более чувствительны к действиям пилота, чем седаны серийного производства;
- 3) большинство автомобилей серийного производства имеют передний привод и, следовательно, ведут себя совершенно иначе, чем формульные болиды.

Если у Вас нет богатого спонсора, то пройдет много времени, прежде чем Вы окажетесь в кабине пилота гоночного автомобиля на стартовой решетке реальной гонки. Если Вы не располагаете временем или деньгами, Вы получите удовольствие от участия в клубных гонках

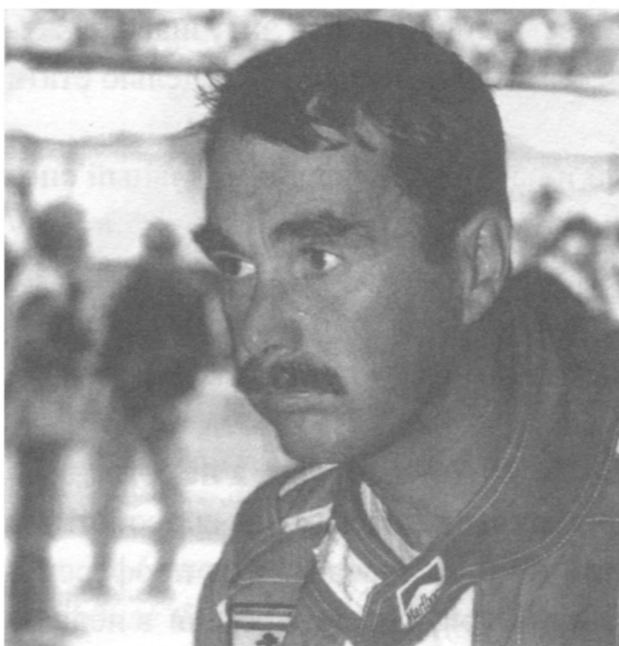


Рис. 71. Тяжелая борьба в гонке «Формула-1» при жаркой погоде – весьма утомительное занятие. Найджел Менселл после Гран-при Испании 1990 г., в котором он финишировал вторым после своего товарища по команде Алена Проста.

или от национальных соревнований типа подъема на холм, в которых всегда предусмотрены классы относительно недорогих автомобилей, более или менее серийных автомобилей и бывших в употреблении гоночных болидов, ставших неконкурентоспособными в международных соревнованиях, но которые еще могут приносить результаты в менее серьезных гонках.

156

Как только Вы получили лицензию, лучшим способом улучшить навыки вождения станет активное участие в гонках. Практика не только незаменима, она дает возможность наблюдать вождение других, более опытных гонщиков. Однако не следует участвовать в гонках, в которых Вы наверняка будете безнадежным аутсайдером. Это лишь принесет разочарование и создаст проблемы. Даже «Формула-3» сейчас стала слишком профессиональной для новичков, если только они ранее не приобрели опыт в других гоночных сериях или в гоночной школе.

Деньги, потраченные на гоночную школу, не израсходованы впустую. Самые дешевые из них это те, где ученики ездят на собственных автомобилях, которые должны быть довольно быстрыми, для того чтобы курс обучения был полезен. Эти курсы обычно продолжаются два или три дня, которых недостаточно для существенного улучшения навыков, но в течение этого времени можно получить опыт, накапливая который в течение длительного времени, Вы постепенно улучшите навыки вождения.

Школы этого типа предназначены в основном для энтузиастов, желающих улучшить свои навыки в езде, но не задающихся целью стать гонщиками.

Очевидно то, что единственный и на самом деле эффективный способ научиться управлять гоночным автомобилем – это гонки, потому что нигде, кроме гоночной трассы, невозможно вести автомобиль на пределе сцепления по траектории, позволяющей пилоту максимально использовать всю ширину трассы. Удивительно, насколько навыки самых одаренных водителей, не имеющих гоночного опыта, улучшаются посредством гоночной практики. С другой стороны, я не соглашусь с теми, кто скажет, что езда по обычным дорогам не способствует поддержанию водителя в гоночной форме. Правда, те из профессиональных гонщиков, которые проводят три или четыре дня в неделю



Рис 72. В повороте Arnage. Автор демонстрирует свою излюбленную водительскую позицию в победном заезде на Феррари в Ле Мане 1960 г.



Рис. 73. Оливер Гендебин и Пол Фрере после победы на заводском автомобиле Феррари Теста Росса в 24-часовой гонке в Ле Мане, 1960 г.

158 в кокпите гоночного болида, в гонках, на тренировках или тестах автомобиля, гораздо больше пользы получают от отдыха в свободное время, чем если бы они в это время наматывали мили по гражданским дорогам. Но я полагаю, что человека, который тренируется не так часто, использование быстрого автомобиля для дальних поездок по быстрым дорогам, вдали от основного трафика и полицейских радаров, поддержит в необходимой для быстрой езды форме и поможет сохранять правильные оценки тормозного пути и скорости в повороте, а также даст необходимую остроту рефлексов, хотя тормозные и рулевые возможности современных гражданских автомобилей сильно уступают возможностям гоночных болидов.

Однако следует подчеркнуть, что есть огромная разница между быстрой ездой и опасной ездой. Знаменитые гонщики, обычно показывающие совершенно феноменальные средние скорости в пути из пункта А в пункт Б, на дорогах общего пользования очень осторожны, хотя их навыки и рефлексы тренированы на гораздо более высоких скоростях и более строгих условиях, чем те, которые имеют место на гражданских дорогах. Их жажда скорости и их потребность к самовыражению вполне удовлетворяется их гоночной активностью в полностью контролируемых условиях и с минимумом случайного риска. Они не видят причин искать приключений – на перекрестках, в закрытых поворотах или при обгоне. Кроме того, если Вы находитесь в числе гонщиков мирового класса, очень мало смысла соревноваться с неизвестным водителем семейного седана или даже спортивного автомобиля, которых встретите на дороге.

Что следует и что не следует делать

Что следует делать:

Помните, что никакая книга не сможет научить Вас всем аспектам гонок. Нет адекватной замены посещению квалифицированной гоночной школы и изучению вождения в контролируемых безопасных условиях.

Начинайте выступать в максимально доступном классе, чтобы оценить Ваши возможности по сравнению с другими участниками и тратить деньги по минимуму, если не будет никакой надежды на приличное место.

Если Вы сами не занимаетесь подготовкой своего автомобиля, проводите как можно больше времени с механиками, которые готовят автомобиль для Вас, чтобы получить как можно больше знаний об его устройстве. В любом автомобиле есть слабые места, и лучше всего знать, где они находятся, чтобы управлять своим автомобилем соответственно. Это может помочь Вам определить какие-либо неисправности по звуку двигателя или поведению автомобиля на трассе и принять решение, следует ли продолжать дальнейшее движение.

Следите за тем, что другие делают перед гонкой, и слушайте то, что они говорят, особенно если они опытнее Вас. Отыскивайте интересные наработки в их автомобилях. Это послужит Вам полезной подсказкой.

Если Вы являетесь своим собственным менеджером, записывайте подробно все условия тренировок и гонок: время на кругу, расход топлива, настройки автомобиля, передаточные числа, давление в ши-

нах, вид топлива и масла, давление и температуру масла, температуру воды и так далее и тому подобное. Эти заметки могут быть весьма полезны в дальнейшем, особенно когда Вы возвращаетесь на ту же самую трассу с тем же автомобилем, или с другим, очень похожим на него.

160

Перед началом тренировок и перед стартом гонки убедитесь, что в боксах присутствует кто-либо, кому известна Ваша группа крови и резус-фактор.

Носите легкую, узкую обувь. Это поможет Вам точно работать с педалями.

Заранее выясните, где находится кнопка включения системы пожаротушения.

Убедитесь, что Ваша посадка за рулем полностью Вас устраивает, особенно если это длительная гонка. Ничем нельзя пренебрегать для создания по-настоящему комфортных условий. Если необходимо, для предотвращения ушибов, используйте подкладки.

Заранее выясните, где находится выключатель зажигания, и как им пользоваться в том случае, если по каким-то причинам дроссельная заслонка не будет закрываться.

Если идет или собирается дождь, пришейте небольшой кусочек кожи к обратной стороне перчаток, чтобы протирать стекло шлема.

Если Вы чувствуете, что двигатель сломался или не может быть своевременно запущен перед прогревочным кругом, поднимите вверх руку, чтобы администрация гонки и гонщик позади Вас поняли, что Ваш автомобиль не может двигаться, и действовали соответственно.

Если Ваш двигатель не оснащен ограничителем числа оборотов, очень легко перекрутить его на первых сотнях ярдов после старта, когда вблизи вас будут другие автомобили и Вы вряд ли сможете распознать звук своего двигателя среди общего шума. Будьте очень внимательны, это может Вам дорого обойтись, не считая проигранной гонки.

Во время гонки пытайтесь ехать чуть быстрее, чем можете.

Очень внимательно следите за следами масла, которые могут быть оставлены на трассе другими автомобилями.

Если начинается дождь, сбросьте скорость в достаточной мере, чтобы не рисковать. Затем постепенно добавляйте скорость, пока не адаптируетесь к новому состоянию дороги.

Смотрите в зеркала заднего вида так часто, как это возможно. В шпильках оборачивайтесь назад, чтобы более точно оценивать дистанцию до Ваших преследователей.

Выучите значение различных флагов, и следите за ними в течение гонки.

Запомните, что обгон под желтым флагом строго запрещен и может привести к дисквалификации.

Выучите правила, в первую очередь те, которые являются особенными для данной гонки. Очень важно точно знать процедуру старта и число людей, которые могут заниматься автомобилем во время пит-стопа.

В ночь перед гонкой ложитесь спать пораньше, и если Вы нервничаете, примите успокаивающее, чтобы хорошо выспаться.

Заранее приезжайте на место соревнований. Вероятно, что движение будет затруднено, и страх опоздания заставит Вас нервничать еще сильнее.

Убедитесь в том, что у Вас есть все необходимые пропуска в парк.

Если Вы не знаете трассы, постарайтесь вовремя прибыть для того, чтобы проехать несколько кругов на гражданском автомобиле до того, как начнется первая тренировочная сессия. Это позволит Вам получить больше пользы от времени, отведенного для официальных тренировок, и Вы будете меньше раздражать тех, кто уже знает трассу. Не забывайте во время ознакомления искать вероятные места вылета с трассы.

Исходя из длины трассы и средней скорости, достигнутой быстрее автомобилями на тренировках, вычислите приблизительную продолжительность гонки. Тогда взгляд на часы даст Вам весьма точное представление о том, на каком этапе находится гонка в данный момент. Если Вы не в числе лидеров гонки, имеет большой смысл подсчитать, когда лидеры опередят Вас на круг, так чтобы Вы смогли бы уделить особенное внимание пропуску их вперед, когда они Вас догонят. Это хороший способ стать популярным среди быстрых пилотов.

О чем необходимо помнить:

Не следует гоняться или тренироваться где-либо, кроме специально отведенных гоночных трасс.

Избегайте употребления алкогольных напитков в период тренировок и гонки.

Перед гонкой не переешайте.

Не забывайте носить с собой свою гоночную лицензию.

Всегда используйте новое или совершенно непоцарапанное защитное стекло шлема. Если ожидается дождь, не забывайте обрабатывать его составом против запотевания.

Не забывайте внимательно следить за расходом топлива и износом резины во время тренировок.

Не ждите до последнего момента с запуском двигателя.

Не стойте слишком долго на стартовой линии с выжатым сцеплением.

Не забывайте правильно настраивать зеркала перед стартом.

Не забывайте информировать менеджера команды или персонал автодрома о Вашей группе крови и резусе: это может спасти Вам жизнь в случае аварии.

Не забывайте читать правила гонки и убедитесь, что Вам известны все особенности правил этой конкретной гонки.

Не ждите до последнего момента с выездом вашего автомобиля на стартовую позицию.

Не опускайте защитное стекло шлема слишком рано в ожидании старта, оно может запотеть.

Не забывайте сообщить людям, ответственным за сигналы, информацию какого содержания Вы особенно заинтересованы получать.

Не преграждайте траекторию быстреешим гонщикам, но после того, как они Вас обгонят, старайтесь следовать за ними как можно дольше и наблюдать за их техникой вблизи: таким способом Вы можете узнать много полезного для себя.

Не принимайте на веру все то, что говорят гонщики. Даже самые опытные из них могут говорить лишь то, что они думают о своих действиях. Если кто-то из них говорит Вам, как он проходит поворот на автомобиле, похожем на Ваш, никогда не пытайтесь делать то, что он говорит, без постепенного подхода к выполнению приема. Если он говорит Вам, что тормозит на знаке «150 м» перед поворотом, начинайте

с «250», затем «200» и только затем постепенно уменьшайте дистанцию, если Вы видите, что это реально может быть сделано. Гонщики обычно думают, что достигли ориентира, когда видят его под углом 45 градусов к средней линии, а не тогда когда реально его проходят, а это две большие разницы. В дополнение к этому, их инстинкт самосохранения заставляет их нажимать на тормоза на долю секунды раньше, чем этого требует ситуация.

Делать то, что говорит другой гонщик, без последовательных попыток и проб, – это скорейший путь к аварии.

Если Вы решите изменить свою траекторию в быстром повороте, никогда не делайте этого не попробовав новую траекторию на слегка сниженной скорости, чтобы видеть, действительно ли она лучше старой. Она может оказаться хуже, и в этом случае Вы будете только рады, что снизили скорость. Только благодаря удаче мне удалось избежать чудовищной аварии на скорости около 100 миль в час из-за несоблюдения этого правила на одной из моих первых гонок.

Не забывайте, что в стороне от нормальной траектории сцепление покрытия трека значительно ниже.

Не переключайте передачи без необходимости. Любое переключение передач обходится Вам приблизительно в один корпус автомобиля, так что может оказаться лучше оставаться на повышенной передаче, чем переключаться вниз для кратковременного выигрыша в ускорении, а затем переключаться вверх снова. В случае сомнения всегда оставайтесь на повышенной передаче, Вы поедете быстрее и уменьшится износ автомобиля.

Не двигайтесь быстрее, чем это необходимо для достижения наилучшего результата, на который Вы в принципе можете надеяться, в то же время сохраняйте разумный запас преимущества над ближайшим конкурентом. Разумеется, это может означать, что Вам придется ехать в полную силу все время!

Перед гонками на длинные дистанции никогда не ешьте плотно и как можно больше отдыхайте. Перед тем как возобновить гонку, выясните, какую позицию Вы занимаете и как далеко впереди или позади Вас едут главные конкуренты.

При встрече с напарником не забывайте информировать его о любых замеченных неполадках в автомобиле, особенно если это касается

тормозов. Также сообщите об этом менеджеру команды и инженеру. Никогда не носите одежду из нейлона или материалов, которые могут расплавиться при пожаре.

Влияние уклона дорожного полотна и нагрузки на шину на максимальную скорость в повороте

Примем, что для данного радиуса кривой центробежная сила F_c равна весу автомобиля W . В этом случае, если боковые компоненты, создаваемые этими двумя силами, должны уравновесить друг друга, как это происходит, когда автомобиль движется по правильной траектории в повороте с уклоном, угол уклона должен быть равен 45 градусам.

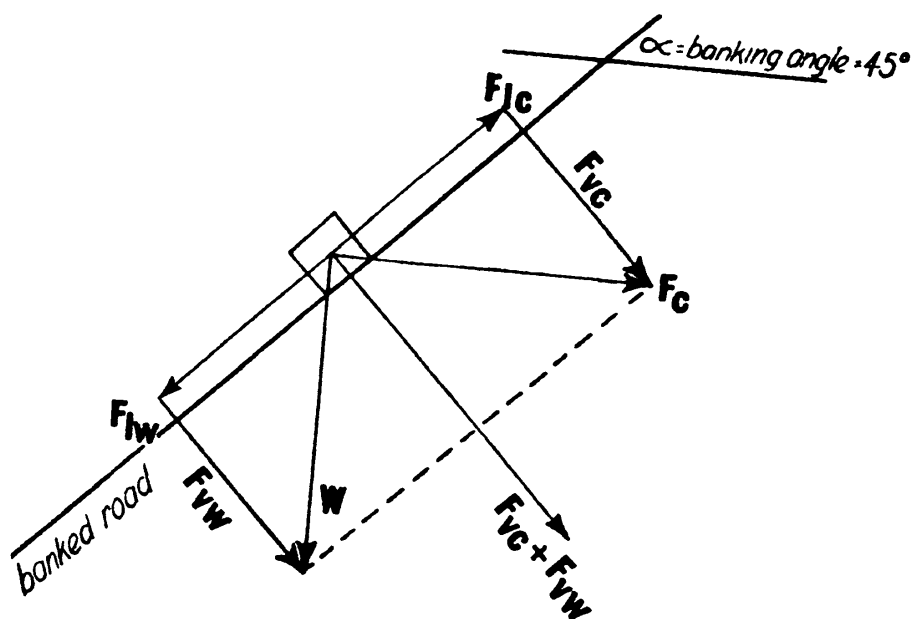


Рис. 74.

Мы имеем:

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

где v – скорость автомобиля в футах в секунду, r – радиус кривизны траектории. Но мы приняли, что $F_c = W$, и $W = mg$, где m – масса автомобиля, а g – ускорение силы тяжести.

Для того чтобы F_c равнялась W , должно быть

$$\frac{mv^2}{r} = mg \text{ and } \frac{v^2}{r} = g$$

Таким образом,

$$v^2 = rg$$

В этих обстоятельствах сила, с которой автомобиль действует на дорожное полотно, равна

$$F_{vc} + F_{vw} = F_c \sin \alpha + W \sin \alpha = \sin \alpha (F_c + W).$$

В нашем случае $\alpha = 45^\circ$, $F_c = W$ и мы имеем

$$F_{vc} + F_{vw} = 0.71 \times 2W = 1.42W.$$

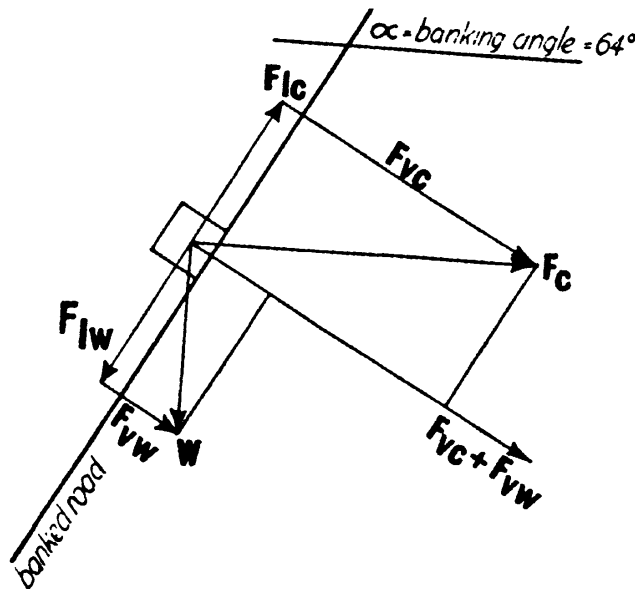


Рис. 75.

Влияние уклона дорожного полотна
и нагрузки на шину на максимальную скорость в повороте

Полная сила, с которой автомобиль действует на дорогу, превышает его собственный вес в 1,42 раза.

Теперь примем, что скорость автомобиля увеличена до такой степени, что центробежная сила F_c равна удвоенному весу автомобиля: $F_c = 2W$, и вычислим угол уклона дорожного полотна, который требуется для равенства F_{lw} и F_{lc} . Мы имеем

167

$$\cos \alpha = \frac{F_{lc}}{F_c}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_{lw}}{W}$$

Поскольку $F_c = 2W$ и $F_{lw} = F_{lc}$, имеем

$$\cos \alpha = \frac{F_{lw}}{2W}, \text{ and } \sin \alpha = 2 \cos \alpha$$

Отсюда следует, что

$$\sin^2 \alpha = 4 \cos^2 \alpha \quad (1)$$

По определению,

$$\sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha \quad (2)$$

Вычитая (2) из (1), будем иметь

$$4 \cos^2 \alpha - 1 + \cos^2 \alpha = 0, \text{ or } 5 \cos^2 \alpha = 1$$

Таким образом,

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{5} = 0.20,$$

$$\cos \alpha = \sqrt{0.20} \cong 0.45$$

и $\alpha = 64$ градуса.

Таким образом, для взаимного равновесия боковых сил, действующих на автомобиль, если центробежная сила F_c вдвое превышает его собственный вес, угол уклона должен составлять 64 градуса к горизонту.

Поскольку $F_c = 2W = 2mg$,

$$\frac{v^2}{2r} = g \text{ and } v^2 = 2rg$$

и поскольку $g = 32,18 \text{ фут/с}^2$

$$v^2 = 64.36r, \text{ and } v = \sqrt{64.36r} \text{ ft./sec.}$$

$$v^2 = 19 \cdot 6r, \text{ and } v = \sqrt{19 \cdot 6r}$$

На этой скорости и при правильном угле уклона $\alpha = 64$ градуса компонента центробежной силы, действующая перпендикулярно поверхности дороги, равна

$$F_{vw} = F_c \sin \alpha = 2W \sin \alpha \cong 1.8W$$

а компонента веса, действующая перпендикулярно поверхности дороги, равна

$$F_{vw} = W \cos \alpha \cong 0.45W$$

Полная сила, с которой автомобиль действует на дорогу, равна

$$F_{vc} + F_{vw} = W(2 \sin \alpha + \cos \alpha) = 2.25W$$

т.е в 2,25 раза больше, чем собственный вес автомобиля в описанных условиях. Это условие достигается на скорости приблизительно 230 фут/с (157 миль в час).

Влияние прижимной силы на максимальную скорость в повороте

Пренебрегая аэродинамическими факторами, можно считать, что скорость, с которой любой автомобиль в теории способен пройти любой заданный поворот, зависит лишь от двух параметров: радиуса кривизны и коэффициента сцепления колес с поверхностью дороги. Максимально возможная скорость в повороте достигается, когда центробежная сила, действующая на автомобиль, равна силе сцепления, которая определяется произведением веса автомобиля на коэффициент сцепления μ . Этот предел не зависит от веса автомобиля, поскольку центробежная сила и сцепление прямо пропорциональны весу автомобиля.

Если r – радиус кривой в метрах, v – скорость автомобиля в метрах в секунду, w – вес автомобиля и m – масса автомобиля в кг ($w = mg$, где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения), центробежная сила равна

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{w \cdot v^2}{g \cdot r} \text{ (kg)} \quad (1)$$

и отсюда

$$v = \sqrt{\frac{r \cdot F_c}{m}} \text{ (m/s)} \quad (2)$$

Предел сцепления достигается, когда центробежная сила равна $F_c = \mu W$; максимально возможная скорость в повороте определяется очень простой формулой

$$v_{lim} = \sqrt{r \cdot g \cdot \mu} \text{ (m/s)}$$

170

Это справедливо до тех пор, пока сцепление остается постоянным вне зависимости от скорости автомобиля, что на самом деле бывает редко не только благодаря возможным вариациям свойств поверхности дороги (которыми мы в данном случае будем пренебрегать, принимая, что поверхность идеальна и имеет постоянные сцепные свойства), но также за счет аэродинамической подъемной силы.

Благодаря этим аэродинамическим силам, а также и другим факторам, не учитываемым формулами (типа конструкции шин, характеристик подвески, расположения центра масс и так далее), реально возможная скорость в повороте может в той или иной степени отличаться от теоретической. Однако, принимая коэффициент сцепления шин $\mu = 0.85$ или 0.9 , что характерно для хороших современных шин на хорошем асфальте, большинство современных автомобилей могут развивать центробежные ускорения (боковые g) где-то между $0,8$ и $0,9 g$.

На прижимной силе – в мир высоких скоростей

До конца шестидесятых годов скорости формульных болидов в поворотах были лишь немного выше, чем у лучших дорожных спортивных автомобилей. Преимущество достигалось за счет более низкого расположения центра тяжести, более управляемых подвесок и лучшего сцепления гоночных шин, которое для дорожных автомобилей не требуется. Однако, сомнительно, чтобы болиды «Формулы-1» и спортивных прототипов до 1967–68 гг. могли поворачивать при боковых ускорениях более чем $1,1 g$. Радикальное изменение наступило тогда, когда болиды стали оснащаться спойлерами и антикрыльями и когда Колин Чепмен стартовал на Лотусе 78, – первом «крылатом» автомобиле. Использование ground-эффекта в нем позволяло развивать гигантскую прижимную силу при сравнительно малом лобовом сопротивлении.

Влияние прижимной силы НА МАКСИМАЛЬНУЮ СКОРОСТЬ В ПОВОРОТЕ

FIA пыталась ограничить использование аэродинамических приспособлений для прекращения головокружительного роста скоростей в поворотах посредством ограничения площади антикрыльев, фартуков и требования плоского днища между передней и задней осью. Но факт остается фактом – современные гоночные болиды не только не испытывают подъемной силы, как большинство дорожных автомобилей, но и буквально прижимаются к дороге за счет невидимой аэродинамической прижимной силы, которая на скорости около 300 км/ч (186 миль в час) может вдвое превышать их собственный вес.

171

Гоночные шины также подверглись гигантскому прогрессу: улучшилось их строение, резина стала гораздо мягче, а увеличенный размер обеспечивает большее пятно контакта с дорожной поверхностью. На сегодняшний день $\mu = 1,7$ – типичное значение коэффициента сцепления.

Для иллюстрации влияния современных шин и огромной прижимной силы, создаваемой ground-эффектом и антикрыльями, вопреки ограничениям FIA, мы рассмотрим случай современного болида класса «Формула-1», на котором прижимная сила достигает 1300 кг на скорости 300 км/ч (186 миль в час). Это совершенно типичное значение, заявляемое рядом производителей. Мы также примем, что коэффициент сцепления колес с дорогой постоянен и равен $\mu = 1,7$. Минимальный вес такого болида без топлива равен 500 кг; мы примем, что с полупустыми баками и гонщиком реальный вес болида равен 700 кг.

В этом случае вес важен, поскольку центробежная сила продолжает быть прямо пропорциональна весу автомобиля, сцепление пропорционально полной силе, действующей на дорогу, то есть весу автомобиля плюс прижимной силе, а последняя растет пропорционально квадрату скорости автомобиля.

Зная, что предел сцепления достигается, когда центробежная сила сравнивается с силой сцепления, максимально возможная скорость в повороте по траектории данного радиуса кривизны достигается заменой в формуле (2) F_c на $F_d + W$, что дает

$$v_{limit} = \sqrt{\frac{r(W + F_d) \cdot \mu}{m}}$$

Принимая прижимную силу равной 1300 кг (2866 фунтов) на скорости 300 км/ч (83,33 м/с или 180,4 миль в час) и зная, что все аэродинамические силы пропорциональны квадрату скорости относительно воздуха, мы получим:

172

Прижимная сила на 300 км/ч (83,3 м/с или 186,4 миль в час): 1300 кг.

Прижимная сила на 250 км/ч (69,44 м/с или 155,3 миль в час): 904 кг.

Прижимная сила на 200 км/ч (55,5 м/с или 124,3 миль в час): 578 кг.

Прижимная сила на 150 км/ч (41,67 м/с или 92,2 миль в час): 325 кг.

Прижимная сила на 100 км/ч (27,78 м/с или 62,1 миль в час): 144 кг.

Для $\mu = 1,7$ максимальная скорость в повороте на абсолютно горизонтальной дороге может быть получена из формулы (4):

Радиус кривизны 50 м: $v = 32,5 \text{ м/с} = 117 \text{ км/ч} = 72,7 \text{ миль в час}$.

Соответствующее боковое ускорение 2,15 g.

Радиус кривизны 100 м: $v = 54,8 \text{ м/с} = 197 \text{ км/ч} = 122,4 \text{ миль в час}$.

Соответствующее боковое ускорение 3,07 g.

Радиус кривизны 150 м: $v = 86,4 \text{ м/с} = 311 \text{ км/ч} = 193,2 \text{ миль в час}$.

Соответствующее боковое ускорение 5,04 g.

Эти данные лишь показывают, чего следует ожидать от данной конфигурации антикрыльев, но их настройки можно изменить под каждую конкретную трассу. На медленных трассах угол атаки антикрыльев можно увеличить для усиления прижимной силы при всех скоростях, а на очень быстрых трассах его необходимо уменьшить, чтобы не проиграть в максимальной скорости и ускорении на высоких скоростях. Также следует помнить, что при движении автомобиля в повороте, поток воздуха уже не строго параллелен продольной оси автомобиля, и это немного уменьшает эффективность приспособлений, создающих прижимную силу.

Огромное сцепление, создаваемое прижимной силой, также улучшает тормозные возможности автомобиля. В гражданских автомобилях максимальное замедление, которого можно ожидать, в результате действия тормозов и сопротивления воздуха, составляет порядка 1 g. Сопротивление воздуха на высоких скоростях увеличивается, но преимущество, получаемое при этом, обычно нивелируется уменьшен-

Влияние прижимной силы на максимальную скорость в повороте

ным сцеплением в результате действия подъемных сил. В гоночных болидах и сопротивление воздуха и прижимная сила растут пропорционально квадрату скорости, причем тормоза достаточно эффективны сами по себе, и тормозное замедление оказывается даже выше, чем боковое ускорение на высоких скоростях. На скорости около 280 км/ч (примерно 175 миль в час) замедление может быть в четыре раза больше, чем на гражданском автомобиле.

На фоне таких результатов скорости поворота даже лучших гоночных автомобилей для дорожных гонок выглядят весьма скромно, как следует из таблицы. В ней принято, что дорожный автомобиль не имеет подъемной силы (что является большим исключением) и что он едет на современных высококачественных шинах, коэффициент сцепления которых на сухом асфальте равен 0,9.

Радиус кривой	Гоночный автомобиль	Дорожный автомобиль
50 м	73 мили в час	47 миль в час
100 м	122 мили в час	66,5 миль в час
150 м	193 мили в час	81,4 мили в час

Приложение III

**Влияние полного привода
на поворачиваемость**

Для анализа характеристик поворачиваемости полноприводного автомобиля мы исключаем все факторы, влияющие на поворачиваемость, кроме привода на все колеса. Следовательно, мы будем принимать, что при отсутствии передаваемого трансмиссией момента автомобиль обладает полностью нейтральной поворачиваемостью. Следовательно, углы увода передней и задней оси равны, и мы примем, что масса автомобиля поровну распределена между передней и задней осями.

Когда колесо свободно катится (без передачи крутящего момента), его сцепление с дорожной поверхностью равно произведению нагрузки на колесо и коэффициента трения μ :

$$F_{ad} = \mu \cdot Load$$

Также известно, что сила, приложенная к колесу под прямым углом к его плоскости, вызывает боковой увод колеса, и угол увода увеличивается с ростом боковой силы. Чем больше угол увода, тем меньше запас сцепления, доступный для противодействия боковым силам.

Угол увода (и следовательно, запас сцепления) зависит от боковой силы, действующей перпендикулярно плоскости колеса, и ведущей силы, передаваемой колесами данной оси.

Боковая сила и ведущая сила связаны между собой формулой:

$$\text{Доступное сцепление} = \sqrt{\mu P_{axle}^2 - F_d^2}$$

где P_{axle} – вес, приходящийся на ось, и F_d – ведущая сила.

Отсюда следует, что запас сцепления зависит от:

1. Ведущей силы;
2. В случае передних колес заднеприводного автомобиля, где ведущая сила всегда направлена вдоль продольной оси автомобиля, также от ее компоненты, действующей перпендикулярно к плоскости передних колес, которые, в свою очередь, составляют некоторый угол с продольной осью автомобиля.

В случае заднеприводного или полноприводного автомобиля характеристики поворачиваемости зависят от обоих этих факторов. В переднеприводных автомобилях только первый фактор играет роль.

Кривые доступного запаса сцепления были вычислены для автомобиля с основными характеристиками, подобными Ауди Кваттро для угла поворота передних колес 7 и 24 градуса, коэффициент сцепления $\mu = 0,83$ и $\mu = 0,3$.

Можно видеть из кривых на рисунках, что для данного значения ведущей силы полноприводный автомобиль имеет больший запас сцепления передних колес, чем переднеприводный во всех наиболее вероятных ситуациях. Это значит, что он менее склонен к недостаточной поворачиваемости.

В результате перераспределения веса при разгоне заднеприводной автомобиль также склонен к недостаточной поворачиваемости, если угол поворота передних колес большой, и ведущая сила не слишком велика. Большие ведущие силы снижают тенденцию к недостаточной поворачиваемости, и иногда приводят к избыточной поворачиваемости под тягой. Чем короче колесная база и чем выше центр тяжести, тем больше автомобиль склонен к недостаточной поворачиваемости, и тем больше мощности требуется для создания избыточной поворачиваемости.

Большинство автомобилей с постоянным полным приводом оснащены каким-либо механизмом, который автоматически жестко связывает передние и задние пары колес в случае пробуксовки. На поверх-

176 ностях с плохим сцеплением типа льда или грунта это дает водителю возможность проходить поворот в управляемом заносе. Четыре колеса следуют в направлении, определяемом двумя силами: боковой силой и ведущей силой. Это объясняет, почему даже при скольжении всеми колесами передние колеса остаются повернутыми в направлении поворота, если только водителю не приходится отруливать обратно для исправления сделанной ошибки.

Для читателей, заинтересованных в вычислениях:

1. Запас по боковому сцеплению

$$\Delta F_L = \sqrt{\mu F_L^2 - F_d^2}$$

2. ΔF_L в заднеприводном автомобиле:

$$\text{Передняя ось: } \Delta F_{Lf} = \mu P_f - \frac{F_d \times h}{W} - F_d \sin \alpha$$

$$\text{Задняя ось: } \Delta F_{Lr} = \sqrt{\left(\mu P_r + \frac{F_d \times h}{W}\right)^2 - F_d^2}$$

3. ΔF_L в переднеприводном автомобиле:

$$\text{Передняя ось: } \Delta F_{Lf} = \sqrt{\left(\mu P_f + \frac{F_d \times h}{W}\right)^2 - F_d^2}$$

$$\text{Задняя ось: } \Delta F_{Lr} = \mu P_r + \frac{F_d \times h}{W}$$

4. ΔF_L в полноприводном автомобиле:

$$\text{Передняя ось: } \Delta F_{Lf} = \sqrt{\left(\mu P_f - \frac{F_d \times h}{W}\right)^2 - \frac{F_d^2}{4}} - \frac{F_d}{2} \sin \alpha$$

$$\text{Задняя ось: } \Delta F_{Lr} = \sqrt{\left(\mu P_f + \frac{F_d \times h}{W}\right)^2 - \frac{F_d^2}{4}}$$

177

Разность $\Delta F_{Lf} - \Delta F_{Lr}$:

положительная = недостаточная поворачиваемость;

отрицательная = избыточная поворачиваемость.

Обозначения: P_f – вес, приходящийся на переднюю ось

P_r – вес, приходящийся на заднюю ось

F_d – ведущая сила

F_L – боковая сила

h – высота центра масс

W – колесная база

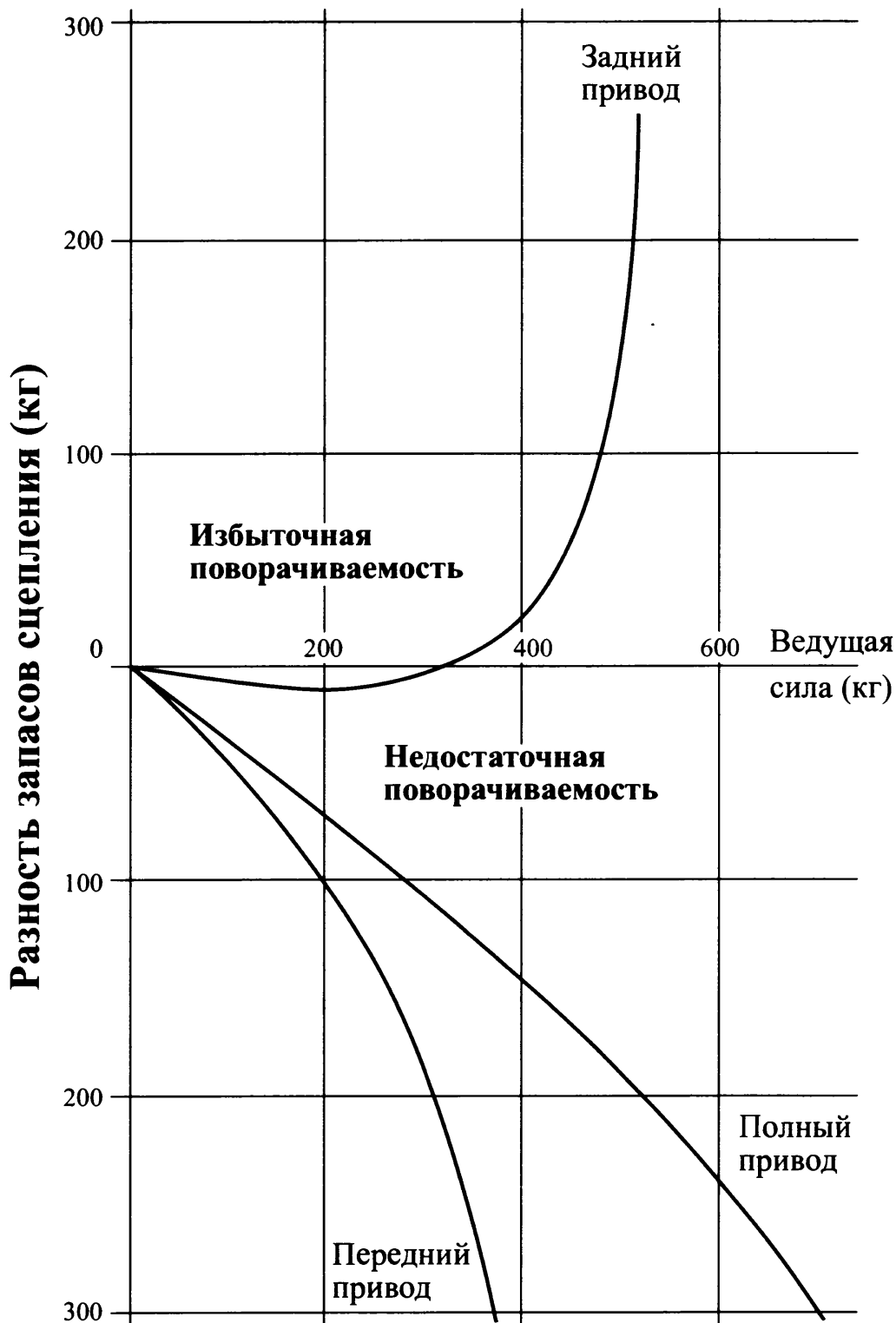
μ – коэффициент сцепления

α – угол поворота передних колес

Угол поворачиваемости (Асфальт, $\alpha = 7^\circ$, $\mu = 0,8$)

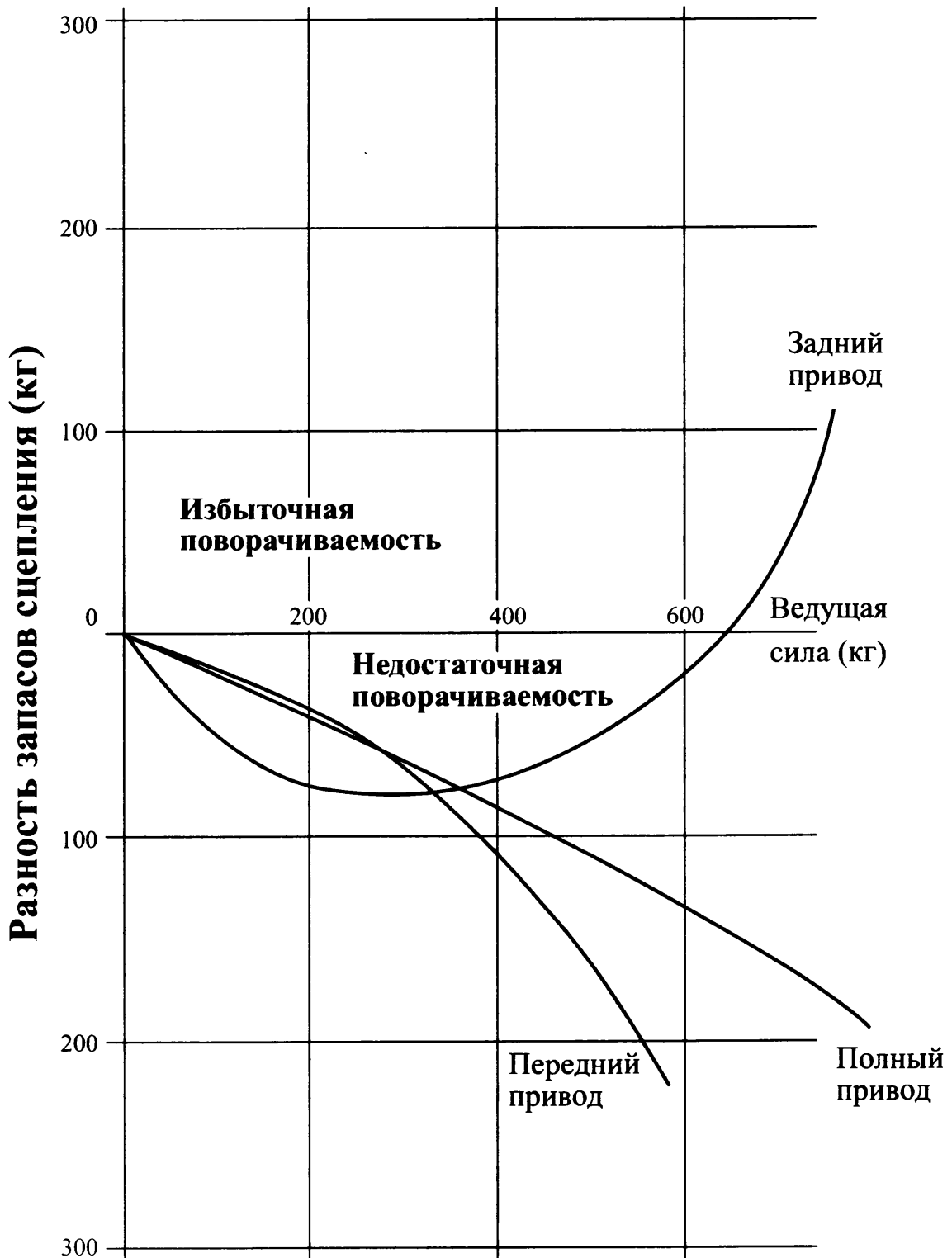
Полный вес автомобиля	1200 кг
Вес на переднюю ось	600 кг
Вес на заднюю ось	600 кг
Высота центра масс	0,4 м
Колесная база	2,5 м

178



Угол поворачиваемости (Снег, грунт, $\alpha = 24^\circ$, $\mu = 0,3$)

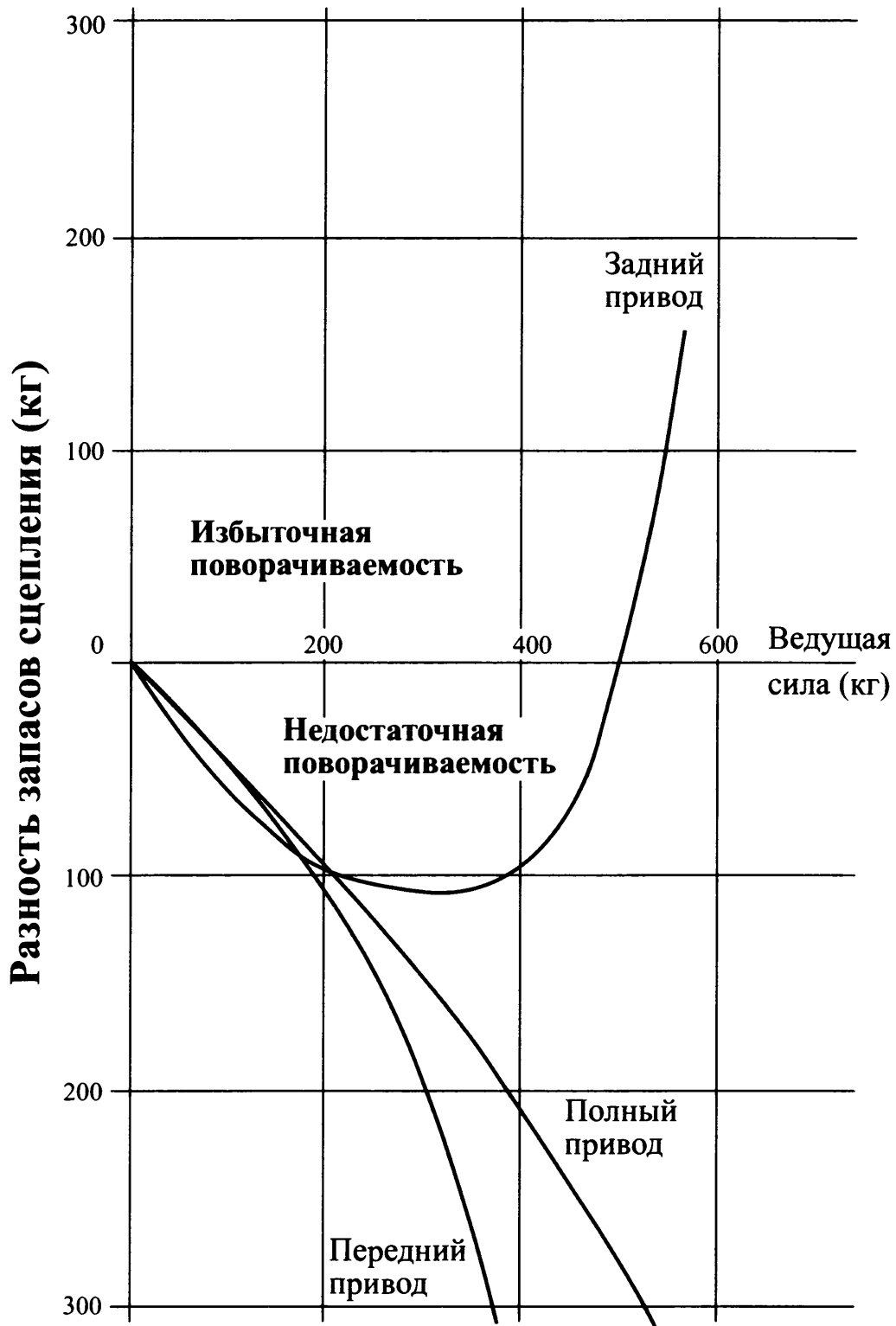
Полный вес автомобиля	1200 кг
Вес на переднюю ось	600 кг
Вес на заднюю ось	600 кг
Высота центра масс	0,4 м
Колесная база	2,5 м



Угол поворачиваемости (Асфальт, $\alpha = 24^\circ$, $\mu = 0,8$)

Полный вес автомобиля	1200 кг
Вес на переднюю ось	600 кг
Вес на заднюю ось	600 кг
Высота центра масс	0,4 м
Колесная база	2,5 м

180



Об авторе

Пол Фрере родился в 1917 г. Учился в Брюсселе на инженера. Гоночную карьеру начал в 1946 г. участием в мотогонках, но вскоре перешел в автогонки. Впервые стартовал в 24-часовой гонке в Спа в 1948 году на довоенном MG PV-типа, финишировав четвертым в своем классе и пятнадцатым в общем зачете. В своей блестящей карьере Фрере одиннадцать раз занимал первые места в гонках серийных автомобилей в Спа на таких автомобилях как Панхард, Олдсмобиль, Крайслер, Альфа-Ромео, Ягуар, Астон Мартин и Порше.



В Милле Миглиа, 1953 г., пилотируя Крайслер, Фрере был первым в туринг-классе объемом более двух литров. Также в 1953 г. в Ле Мане он был первым в классе 1500 и пятнадцатым в общем зачете. В 1955 г. в Ле Мане он был вторым в общем зачете и первым в своем классе на Астон Мартине. В том же году он был четвертым в Гран-при Бельгии на Феррари Формулы-1 и был объявлен чемпионом Бельгии этого года. В 1956 г. Фрере был седьмым в мировом чемпионате.

Фрере был постоянным участником гонок Ле Ман: в 1957 г. приехал четвертым в общем зачете на Ягуаре, первым в классе и четвертым в общем зачете на Астон Мартине в 1958 г. (Порше 1500) и вторым в общем зачете (Астон Мартин) в 1959. Он завершил свою гоночную карьеру в 1960 г. первым местом в Ле Мане на Феррари вместе с Оливером Гендебиным, первым местом в Гран-при Африки (Cooper) и первым местом в гонке спортивных автомобилей в Спа (Порше).

В течение всей своей гоночной карьеры Фрере вел журналистскую деятельность, а с 1946 г. пишет статьи на автомобильные и технические темы, используя свой опыт гонщика и инженера. И до сих пор, будучи редактором европейского отделения журнала Road and Track, он верен своей старой любви к журналистике и гонкам.

Список рекомендуемых материалов

Книги

182

Ayrton Senna *Ayrton Senna's Principles of Race Driving*

Alain Prost *Competition Driving*

Carrol Smith *Drive to Win*

Carrol Smith *Tune to Win*

Piero Taruffi *The Technique of Motor Racing*

Skip Barber *Going Faster*

Видео

Gilbert Pednault *Drive to Win*

Skip Barber *Going Faster*