

Дэс Хаммилл

ПОДВЕСКА И ТОРМОЗА

**Как построить и модифицировать
спортивный автомобиль**

**Применимо для всех спортивных автомобилей
с независимой передней подвеской, телескопическими
амортизаторами, винтовыми пружинами подвески
и задней зависимой и независимой подвеской**



VELOCE PUBLISHING PLC
PUBLISHERS OF FINE AUTOMOTIVE BOOKS

УДК 629.314.6
ББК 39.335.52
Д39

Дэс Хаммилл ПОДВЕСКА И ТОРМОЗА.

*Как построить и модифицировать спортивный автомобиль. / Перевод с английского.
- М.: Легион-Автодата, 2009. - 96 с.: ил*

Код (2549)

ISBN 5-88850-228-6 (ЗАО "Легион-Автодата")

ISBN 1-901295-08-7 (Издательство "Veloce Publishing Plc")

Настоящее издание опубликовано издательством "Veloce Publishing Plc" в серии "SPEEDPRO SERIES" под названием "SUSPENSION & BRAKES".

Первое издание в 1999 году. Переиздано и дополнено в 2000 году.

Veloce Publishing Plc., 33, Trinity Street, Dorchester DT1 1TT, England. Fax: 01305 268864

e-mail: veloce@veloce.co.uk/website: <http://www.veloce.co.uk>

Когда заходит разговор о типах подвески и управляемости автомобиля, можно получить довольно много разных советов. К несчастью, многие из них плохие, некомпетентные или устаревшие. В этой книге показано, что регулировки и модификации подвески, рулевого управления и тормозной системы могут быть проделаны действительно хорошо и без привлечения "черной магии", без чего, как многие считают, обойтись невозможно.

Автор, Дэс Хаммилл (Des Hammill) - инженер, имеющий большой опыт работы с подвесками скоростных спортивных автомобилей. В предлагаемой Вашему вниманию книге, в доступной форме, изложены основные положения настройки подвески и тормозов.

Примечание переводчика: в оригинале текста книги используется термин "kit car" (кит-кар), т.е. дословно "автомобиль, собранный из набора запасных частей на несущей конструкции (раме)". В переводе мы не будем уточнять, каким способом создан автомобиль, просто будем говорить о спортивном автомобиле.

© Des Hammill and Veloce Publishing Plc 1999 & 2000

© ЗАО "Легион-Автодата" 2005, 2009

тел. (495) 679-96-63, 679-96-07, 988-26-07

факс (495) 679-97-36

E-mail: Legion@autodata.ru

<http://www.autodata.ru>

www.motorbooks.ru

*Издательство приглашает
к сотрудничеству авторов.*

Лицензия ИД №00419 от 10.11.99.

Подписано в печать 19.03.2009.

Формат 60×90 1/8. Усл. печ. л. 12.

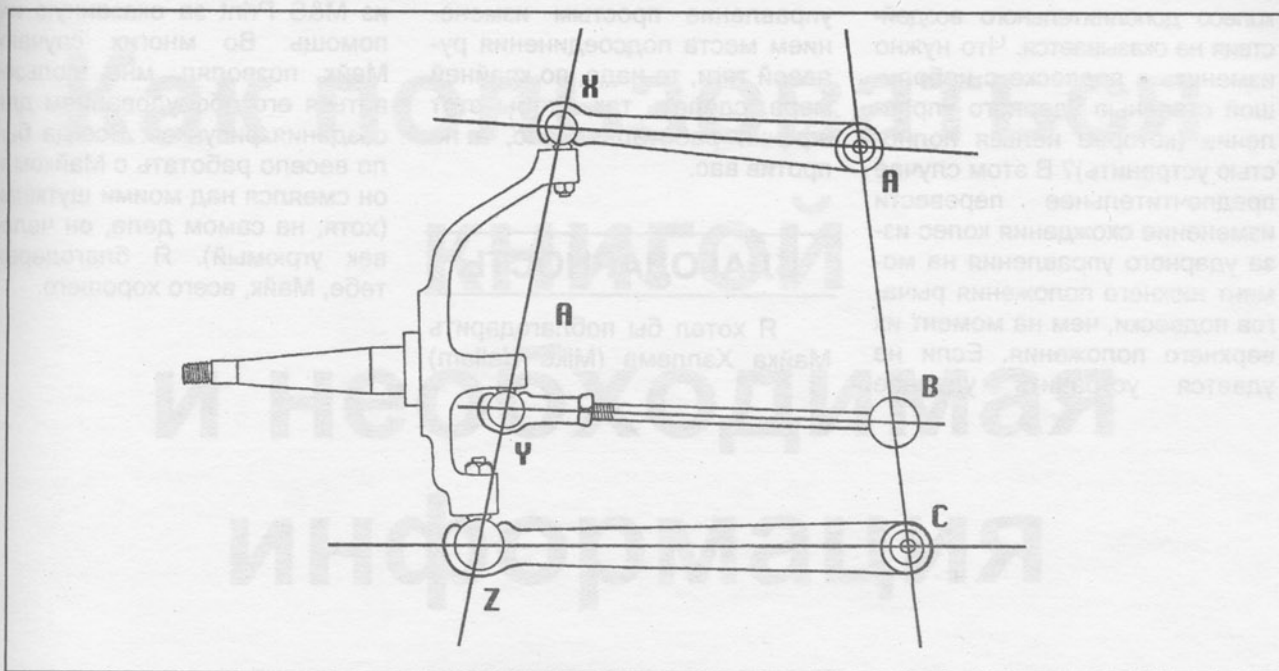
Бумага офсетная. Печать офсетная.

Тираж 1000 экз. Заказ № 771

Отпечатано в ГУП МО "Коломенская
типография". 140400, МО, г. Коломна,
ул. III Интернационала, д. 2а

Замечания, советы из опыта эксплуатации и ремонта автомобилей, рекомендации и отзывы о наших книгах Вы можете направить в адрес издательства: 115432, Москва, ул. Трофимова, д. 16 или по электронной почте: notes@autodata.ru Готовы рассмотреть предложения по размещению рекламы в наших изданиях.

Издание находится под охраной авторского права. Ни одна часть данной публикации не разрешается для воспроизведения, переноса на другие носители информации и хранения в любой форме, в том числе электронной, механической, на лентах или фотокопиях. Несмотря на то, что приняты все меры для предоставления точных данных в руководстве, авторы, издатели и поставщики руководства не несут ответственности за отказы, дефекты, потери, случаи ранения или смерти, вызванные использованием ошибочной или неправильно преподнесенной информации, упущениями или ошибками, которые могли случиться при подготовке руководства.



Основное требование для подвески, в которой отсутствует ударное управление, это то, что опоры рычагов подвески "А" и "С" и шарнир рулевой рейки "В", располагаются на одной линии (колеса в положении прямолинейного движения). Центры шаровых шарниров ступицы под установку верхнего и нижнего рычагов подвески и рулевой тяги должны быть установлены, как показано на рисунке (то же в горизонтальной плоскости).

Очень важно, чтобы углы продольного наклона оси поворота были равны с обеих сторон автомобиля (исключение составляют трековые автомобили, едущие по трассе с односторонними поворотами).

Угол поперечного наклона оси поворота (King pin inclination KPI)

Хотя современные автомобили не имеют поворотного шкворня как такового, конструкция поворотного кулака такова, как будто шкворень есть и имеет свои углы продольного и поперечного наклона. Настоящий шкворень, вокруг которого поворачивается колесо, применялись на неразрезных мостах довольно давно. Многие создатели гоночных автомобилей, предназначенных для гонок по овалному треку, все еще применяют неразрезную балку переднего моста и, соответственно, устанавливают настоящий шкворень. Такая конструкция имеет в этом приложении неко-

торые преимущества перед другими типами подвески, хотя и является "старомодной". Итак, хотя шкворня как такового может и не быть, термины продольный и поперечный наклоны шкворня все еще остаются в употреблении.

Примечание переводчика: приведенные рассуждения о терминологии актуальны в английском оригинале. В англоязычной литературе по автомобилестроению термин "king pin inclination" (поперечный наклон шкворня) получил законное сокращение KPI, которое никто не собирается изменять. Мы же в переводе отказались от терминов "продольный наклон шкворня" и "поперечный наклон шкворня", заменив их на термины "продольный наклон оси поворота колеса" и "поперечный наклон оси поворота колеса" соответственно.

В частности, поперечный наклон оси поворота определяет статический развал колес.

Поскольку поперечный наклон относительно трудно регулировать, обычно для регулировки динамического развала применяется изменение продольного угла оси поворота.

Ударное управление (Bump steer)

Ударное управление возникает, когда одно или оба передних колеса изменяют свое схождение под действием неровностей дороги. Это приводит к потере курсовой устойчивости автомобиля ("вилянию") при неподвижном рулевом колесе. Проблемы ударного управления могут быть почти всегда устранены регулировками геометрии подвески или модификацией отдельных компонентов.

Ударное управление может дать небольшое улучшение в прохождении поворотов, связанное с уменьшением схождения внутреннего колеса (имеет место крен кузова и зависание колеса). На внешнее

Глава 3. Геометрия подвески

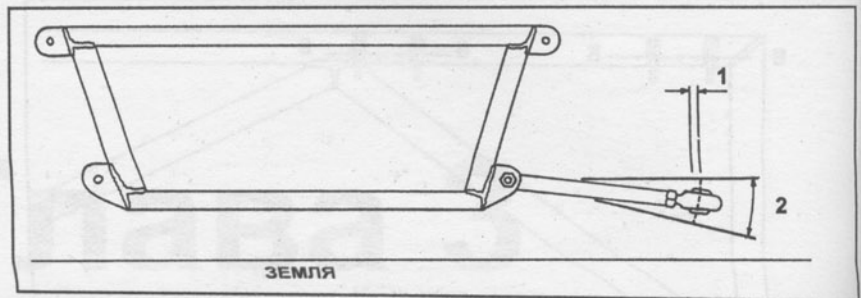
чения подвески). В среднем ход подвески спортивных автомобилей лежит в диапазоне 60...100 мм, но, поскольку центры точек крепления рычагов лежат на линии, параллельной земле, эффективное плечо поперечного рычага остается почти постоянным при всех условиях движения. Такой тип конструкции подвески не имеет реальных недостатков.

Некоторые типы передней подвески конструируются так, чтобы линия центров опор рычага была не параллельна земле. Обычно точка крепления рычага на шасси выше центра шарового шарнира на 6...17 мм. Преимущество такой конструкции в том, что при прохождении поворота (при наличии крена кузова) плечо нижнего рычага с одной стороны автомобиля удлиняется, а с другой стороны укорачивается. Это означает, что с одной стороны автомобиля низ шины выталкивается наружу, а с другой стороны втягивается внутрь,

что приводит к изменению контакта колеса относительно дороги. К недостатку такой конструкции можно отнести то, что при движении по прямой дороге с волнообразным покрытием во время хода сжатия подвески колеса приобретают дополнительный отрицательный развал. При ходе отбоя отрицательный развал колес уменьшается, но в положительный переходит редко. Нужно избегать разновысокости мест крепления нижнего поперечного рычага более 19 мм.

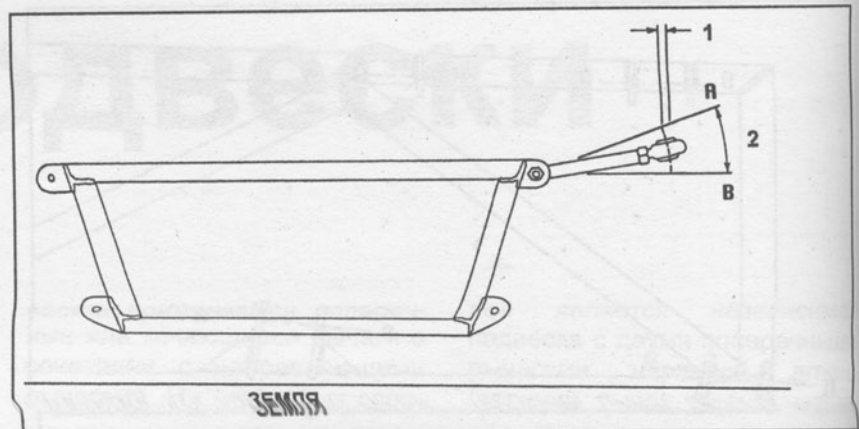
ВЕРХНИЙ ПОПЕРЕЧНЫЙ РЫЧАГ ПОДВЕСКИ

По возможности центры точек крепления верхних рычагов к шасси должны располагаться выше центров шаровых опор на ступице колеса.



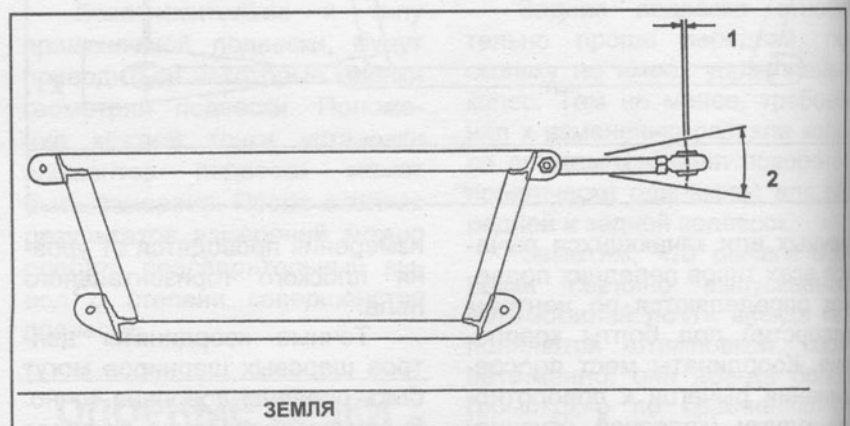
При сжатии подвески эффективное плечо нижнего рычага увеличивается, при отбое - уменьшается. Причина в том, что точка крепления рычага к шасси выше центра шарового шарнира на ступице.

1 - изменение эффективной длины рычага,
2 - угол качания рычага.



Верхний рычаг подвески наклонен относительно линии центров шасси крепления верхних рычагов (высота подвески). При этом имеет место максимальное изменение эффективного плеча верхнего рычага при полном ходе подвески (А-В).

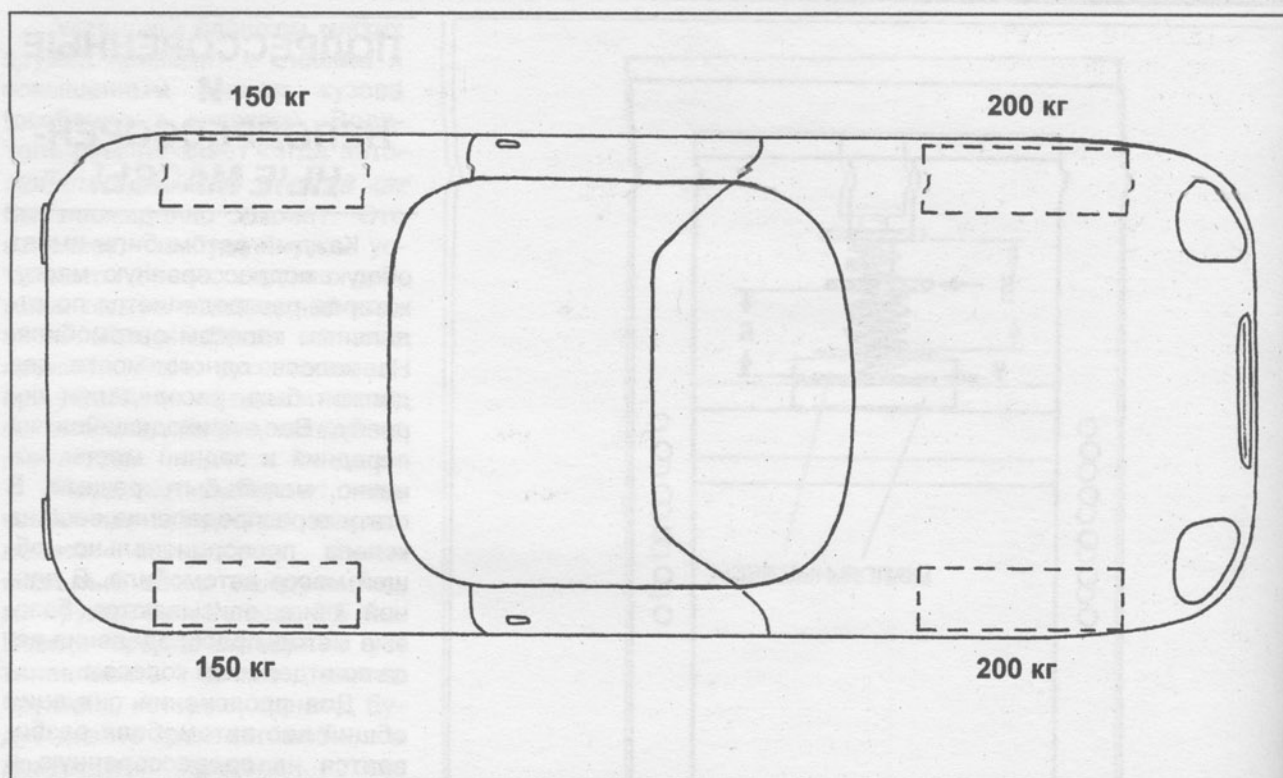
1 - изменение эффективного плеча рычага,
2 - угол качания рычага.



Верхний рычаг подвески параллелен линии центров шасси крепления верхних рычагов (высота подвески). При этом имеет место минимальное изменение эффективного плеча верхнего рычага при полном ходе подвески.

1 - изменение эффективного плеча рычага,
2 - угол качания рычага.

Глава 4. Пружины подвески и амортизаторы



Общий вес автомобиля 880 кг. 400 кг неподрессоренной массы действует на передний мост и 300 кг на задний. Далее вес распределяется поровну между колесами одного моста, т.е. на каждое переднее колесо приходится 200 кг, на каждое заднее 150 кг. Компоненты неподрессоренных масс в сумме составляют 180 кг. Поддрессоренная масса никогда не равна полной массе автомобиля.

энергии колебаний в тепловую (в настоящее время за счёт жидкостного трения). Ход амортизатора всегда должен слегка превышать полный ход подвески.

При выбранной высоте подвески амортизатор в статике должен находиться в середине полного хода. Это делается по понятным причинам: амортизатор должен иметь равные хода отбоя и сжатия в соответствии с ходами подвески. При покупке амортизаторов всегда проверяйте соответствие его хода Вашим требованиям. Если имеющийся амортизатор в статике находится не на середине хода (при правильной геометрии подвески), нужно соответствующим образом переместить верхнюю или нижнюю опоры амортизатора, как это сделать, решается отдельно в каждом конкретном случае.

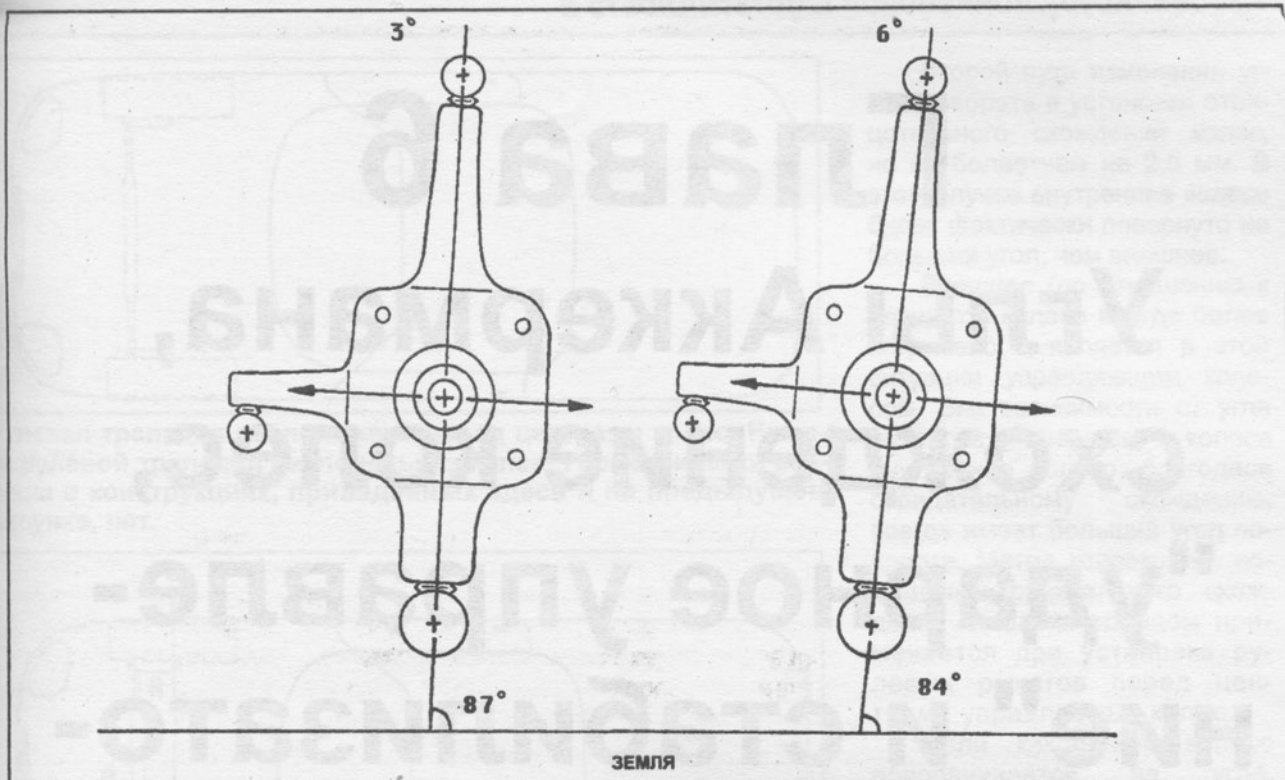
Все примеры, приводимые в данной книге, относятся к телескопическим амортизаторам, но, как уже отмечалось, назначение любого типа амортизатора одно и то же, поэтому все рассуждения будут верны и для других типов амортизаторов.

При жестких амортизаторах машина не будет управляться так хорошо, как она может, поскольку колеса не будут отслеживать профиль дороги, а вы будете чувствовать каждую кочку. Между слишком большой и слишком малой степенью демпфирования лежит очень узкая зона золотой середины. Амортизаторы управляют скоростью изменения положения кузова (например, креном), но полностью это перемещение не удерживают, чаще встречаются случаи отсутствия управления. Многие типы амортизаторов не имеют регулировок и

часто слишком мягкие для установки на спортивный автомобиль.

Амортизаторы устанавливаемые на большинство спортивных автомобилей, имеют простой узел регулировки характеристики, например регулировочный винт. В каждом случае изготовитель амортизатора приводит инструкцию по проведению регулировок характеристик демпфирования.

Если амортизатор имеет регулировки, сначала установите минимальное сопротивление перемещению штока для обеспечения наиболее плавного движения автомобиля с наилучшими характеристиками управляемости. Установите все четыре амортизатора с минимальным сопротивлением. Проверьте соответствие хода амортизатора ходу подвески и проведите тестовые заезды. Затем уста-



Сравнение ступиц с разными углами продольного наклона оси поворота.

ностью, по крайней мере должна проходить по внутреннему краю шины, однако управляемость автомобиля лучше, когда эта точка лежит по центру пятна контакта.

Избегайте устанавливать колёса со слишком большим отрицательным вылетом. Заметим, что современные спортивные автомобили имеют колёса с большим положительным вылетом.

Взаимосвязь между продольным и поперечным углами наклона оси поворота

Эти два геометрических фактора тесно между собой связаны, поскольку при данном угле поворота рулевого колеса передние колеса изменяют свой развал при изменении любого из указанных факторов. Например, если автомобиль поворачивает вправо, левое переднее колесо приобретает дополнительный отрицательный развал, правое же колесо

теряет отрицательный развал иногда вплоть до положительного. В противоположном повороте изменение углов развала меняет направление. Поведение подвески можно отслеживать в стационарных условиях: пусть кто-нибудь вращает рулевое колесо, а Вы наблюдайте за изменением положения колес относительно пола.

Комбинация углов продольного и поперечного наклона оси поворота может привести к желаемому закону изменения динамического развала колес. Например, если ступица имеет 9 градусов поперечного наклона оси поворота при 6 градусах продольного наклона, при данном угле поворота рулевого колеса развал увеличивается сильнее, чем при комбинации 12 градусов поперечного и 3 градусах продольного наклона. Однако, регулировать продольный наклон легче, чем поперечный.

Желаемый закон изменения развала колес при данном угле поперечного наклона оси

поворота может быть получен регулировкой только продольного наклона. Как только Вы уясните основной принцип работы подвески, Ваш взгляд на геометрию передней подвески никогда не будет оставаться постоянным: чем больше будет получено знаний и опыта, тем интереснее будет проводить изменения настроек подвески.

На взаимосвязь углов наклона оси поворота колеса будет накладывать свое влияние крен кузова. Чем больше крен кузова, тем сильнее меняется развал колес в совершенно ненужном направлении. Восстановление баланса может быть направленным: либо установить более жесткие пружины подвески, либо стабилизаторы поперечной устойчивости, либо более жесткие амортизаторы.

Динамическая взаимосвязь изменений углов наклона оси поворота колеса, углов установки рычагов подвески, развала и крена кузова очень сложная, поэтому довольно трудно понять полностью работу подвески.