

6. ПОДВЕСКИ НА НАПРАВЛЯЮЩИХ ПРУЖИНЫХ И АМОРТИЗАТОРНЫХ СТОЙКАХ

Если упругие силы передаются вверх в зоне крепления штока, а внизу приходятся на корпус амортизатора, то речь идет о направляющих пружинных стойках. Если же пружина установлена на нижнем рычаге либо с ним соединяется торсион или листовая рессора, такой вариант конструкции называется амортизаторной стойкой. В этом разделе описаны лишь различные исполнения подвесок, а конструкция демпфирующей части" подробно рассмотрена в [30]. В этой книге приведено также множество рисунков передних и задних подвесок; еще 13 рисунков можно найти в [32], где дано, кроме того, определение длины рулевых тяг при направляющих стойках. Другие подвески, применяемые на полноприводных автомобилях, описываются в [33].

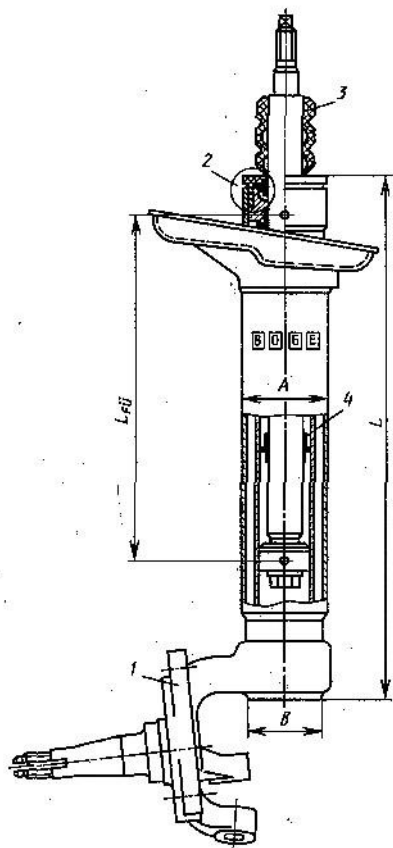
Применявшийся ранее термин «подвеска Макферсона» со временем был заменен термином «подвеска на направляющих и амортизаторных стойках».

6.1. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРУЖИННЫХ СТОЕК

Направляющая пружинная стойка представляет собой дальнейшее развитие подвески на двойных поперечных рычагах (рис. 6.1). Верхний рычаг здесь заменен точкой крепления на брызговике крыла кузова, где опирается шток стойки и пружина подвески. В этой точке воспринимаются силы во всех направлениях, которые, со своей стороны, вызывают нагружение штока на изгиб. Чтобы избежать нежелательных изменений развала и продольного наклона оси поворота, обусловленных податливостью, диаметр штока должен быть увеличен с 11 мм хотя бы до 18 мм; при сохранении прежнего диаметра поршня демпфирование осуществляется по двухтрубной схеме.

Основное преимущество направляющей пружинной стойки состоит в том, что все детали, выполняющие упругую работу и направляющие функции, могут быть объединены в одну монтажную единицу (см.. рис. 1.11). Имеются в виду следующие детали: чашка для опоры нижнего торца пружины, дополнительный упру-

Рис. 6.1. Направляющая пружинная стойка фирмы «Богге», где видны резиновый полый дополнительный упругий элемент 3 (который при ходе сжатия упирается в резбовую крышку 2), буфер отбоя 4 для ограничения хода отбоя и опора 1 подшипника колеса, имеющая неразъемное соединение с корпусом стойки. В стойке могут устанавливаться поршни диаметром 27, 32 и 36 мм и штоки диаметром 20, 22 и 25 мм. Дополнительно обозначены длина демпфирующей части L и направляющая база $L_{дл}$, т. е. расстояние от середины поршня до середины направляющей штока (в дальнейших схемах действия сил это расстояние обозначено $l-o$)



гий элемент (поз. 5 на рис. 6.1) или буфер сжатия, буфер отбоя 4, собственно демпфирующая часть и опора 1 подшипника колеса.

Последняя деталь может жестко соединяться с корпусом посредством сварки или твердой пайки либо иметь разъемное болтовое соединение (рис. 6.2).

Другие преимущества, связанные с подвесками на направляющих стойках:

меньшие усилия в точках крепления E и D к кузову за счет большого расстояния c (см. рис. 1.13);

небольшое расстояние b между точками G и N (см. рис. 6.5);

большие хода подвески;

упразднение трех опорных точек;

лучшая возможность создания передней зоны деформации.

Противостоящие им следующие неизбежные недостатки благодаря проведенным конструктивным мероприятиям в передних подвесках уже явно не проявляются:

неблагоприятные кинематические характеристики (см. разд. 6.2);

восприятие усилий и колебаний брызговиками, т. е. передней частью кузова;

затрудненная изоляция от дорожных шумов (см. разд. 6.6);

меньшая возможность достаточного противодействия продольного крену при торможении (см. рис. 5.5);

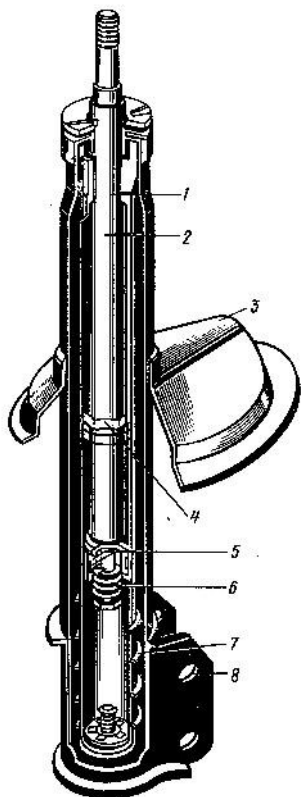


Рис. 6.2. Пружинная стойка фирмы "Монро". Для крепления к опоре подшипника колеса служит кронштейн 8 с двумя щеками. Шток 2 с ограничителем 4 направляется опорной втулкой с тефлоновым покрытием 1. На поршне имеется широкий тефлоновый пояс 5, снижающий трение, что вместе с наклонной установкой пружины уменьшает возможность заклинивания. Наклонное положение пружины задается опорной чашкой 3, приваренной к корпусу стойки. Чтобы получить опору пружины в точке *E* крепления штока на брызговики крыла, чашка 3 должна быть смещена вбок относительно корпуса стойки. Под поршнем расположен демпфирующий клапан 6, а выше поршня — волнистый буфер отбоя из пластмассы. Расстояние между поршнем и буфером обеспечивает выполнение направляющих функций даже при полном ходе отбоя. Эта демпфирующая часть, работающая по двухтрубной схеме, сохраняет работоспособность до -35°C . Пружина 7 должна предотвращать вспенивание амортизаторной жидкости в компенсационной полости

трение между штоком и его направляющей, ухудшающее упругое действие (см. рис. 6.13);

неблагоприятно длинные рулевые тяги при верхнем расположении реечного рулевого механизма (см. рис. 6.7 и 6.42);

большая чувствительность передней подвески к дисбалансу и биению шин (см. [32]);

иногда малый зазор между шиной и демпфирующей частью (рис. 6.3).

Последнее, однако, имеет значение только при переднем приводе, поскольку исключает возможность установки цепей противоскольжения. При ведомых колесах указанный недостаточный зазор не позволил бы лишь установку более широких шин. В случае безусловной необходимости таких шин следует применять колеса с меньшим вылетом e , которые, однако, неблагоприятным образом увеличивают плечо обкатки r_s (см. рис. 1.28 и 6.5).

В течение последних десяти лет направляющие пружинные и амортизаторные стойки получили широкое применение в перед-

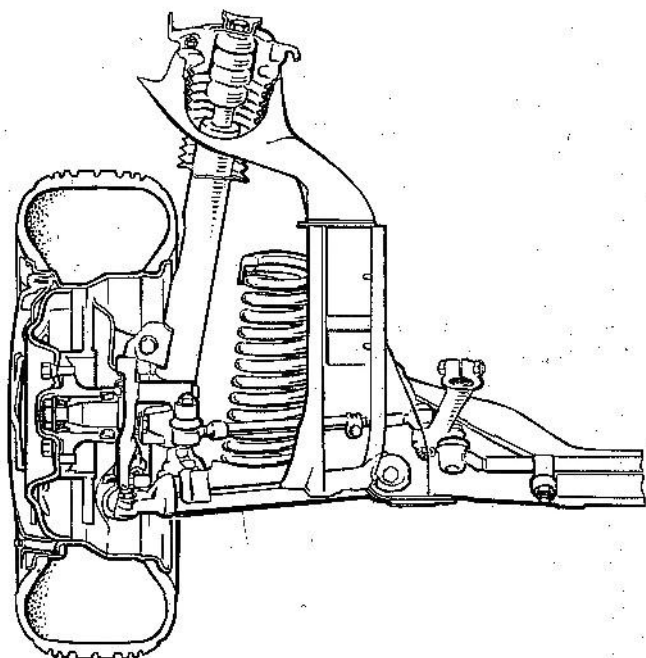


Рис. 6.3. Передняя подвеска автомобилей 230E/300D фирмы «Даймлер-Бенц». Направляющая амортизаторная стойка внизу с помощью болтов соединяется в трех точках с опорой подшипника колеса (показана на рис. 2.49). Средняя часть корпуса стойки вдавлена для установки широких шин при предусмотренном отрицательном плече обкатки (-14 мм). На автомобиле применяются шины 195/65R15 90 H на ободах 6 1/2J×15. Вверху на корпус стойки опирается дополнительный упругий элемент

них подвесках, однако их часто используют и для подвески задних колес переднеприводных автомобилей. Приподнятая из аэродинамических соображений задняя часть кузова позволяет использовать большую направляющую базу между направляющей штока и поршнем.

6.2. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Высокое расположение центра крена W может быть получено только за счет наклона стойки (т. е. нежелательно большого угла σ поперечного наклона оси поворота) или большого наклона нижнего рычага (рис. 6.4). Таким образом, центр крена расположен не выше (как часто полагают), чем в подвеске на двойных поперечных рычагах; более того, при нагружении он опускается в большей степени. Характер кривой изменения колеи

на рис. 6.10 очень наглядно демонстрирует это. На изменение колеи, как и на изменение развала, здесь повлиять труднее, чем при двойных поперечных рычагах (см. рис. 6.9). Изменение развала становится особенно неблагоприятным, если для получения меньшего перераспределения колесных нагрузок на повороте центр крена (например, на переднеприводном автомобиле) должен располагаться спереди низко или же для устойчивости прямолинейного движения желательнее иметь лишь небольшое изменение колеи. Стойка располагается тогда почти вертикально, а нижний рычаг практически не имеет подъема от наружного шарнира к внутреннему (рис. 6.5).

При сохранении высоты h_W центра крена кинематические свойства могут быть улучшены удлинением нижних рычагов до точки D_2 вместо D_1 . Однако такая возможность может быть осуществлена только в задних подвесках, спереди же наибольшую длину рычагов определяет ширина расположенных рядом двигателей и агрегатов.

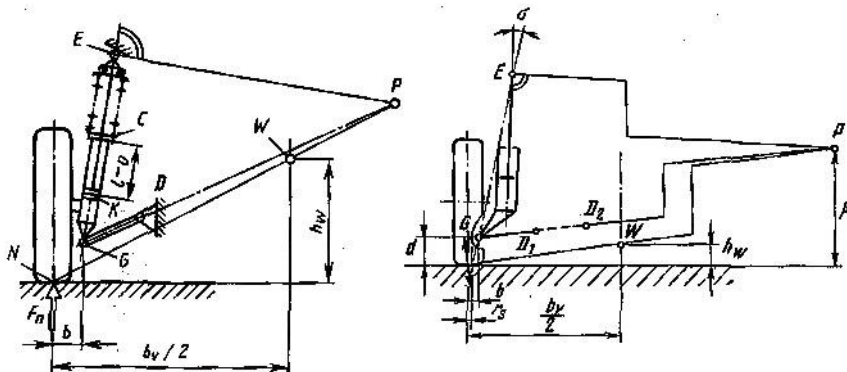


Рис. 6.4. Направляющая стойка с соосной пружиной. Чем больше наклон нижнего рычага GD , тем выше расположены плюс P и центр крена W , который определяется соединением точек P и N . Недостатком данного решения может считаться большое изменение колеи. Приложенная в точке N вертикальная сила F_n дает на плече b момент, который должен восприниматься в стойке двумя скользящими опорами C и K , разнесенными на расстояние l — о

Рис. 6.5. Чем более отвесно установлена пружинная или амортизаторная стойка и чем ближе к горизонтالي положение нижнего рычага GD , тем меньше высота h_W центра крена W , следствием чего является неблагоприятное изменение развала при ходе сжатия. Удлинением нижнего рычага (GD_2 вместо GD_1) можно улучшить кинематические свойства. Для получения малого или отрицательного плеча обкатки r_s , точка G должна быть смещена наружу, в пространство колеса; в результате благоприятно уменьшается плечо b действия вертикальной силы $F_n (b = r_s + dtg\sigma)$. Чем короче отрезок b , тем меньше опасность заклинивания в направляющей и на поршне (силы показаны на рис. 6.13) и меньше силы в опорных точках D , E и G

На положение стойки (а следовательно, на изменение развала и высоту центра крена) оказывает влияние также смещение нижнего направляющего шарнира наружу, в пространство колеса, что можно видеть на примере автомобиля «Ауди 80» (рис. 6.6). Такое решение применяют на все большем числе легковых автомобилей для получения отрицательного плеча обкатки.

Экономичнее всего поручить исполнение функций нижнего направляющего элемента в продольном направлении стабилизатору (рис. 6.7). Однако плечи стабилизатора перемещаются по дуговым траекториям и поэтому при ходах подвески смещают поперечные рычаги подвески вперед или назад в точках крепления 1 (см. рис. 2.73). Эти отклонения в направлении оси X могут быть компенсированы применением длинных плеч стабилизатора. В [31] приводится расчет стабилизатора, показывающий, что это связано с увеличением диаметра, т. е. повышенной массой и стоимостью.

Если стабилизатор расположен перед осью колес, то его спинка для обеспечения требуемого дорожного просвета размещается высоко. Направленные назад плечи стабилизатора опускаются от спинки к концам, что приводит к расположению центра продольного крена O_0 перед осью колес (рис. 6.8). В результате передняя часть кузова при торможении дополнительно подтягивается вниз. Этот недостаток можно было бы устранить размещением стабилизатора, выполняющего и направляющие функции, позади оси колес, что показано на рис. 5.5 на примере подвески с двойными поперечными рычагами. Если стабилизатор не исполняет направляющих функций, как показано, например, на рис. 1.11, он может иметь короткие плечи и при меньшем диаметре — более высокую приведенную жесткость.

Как описывается в разд. 6.3, вертикальная сила F_n и упругая сила F_F образуют пару сил, вызывающую небольшую деформацию штока и верхней опоры (точка E). За счет этого развал

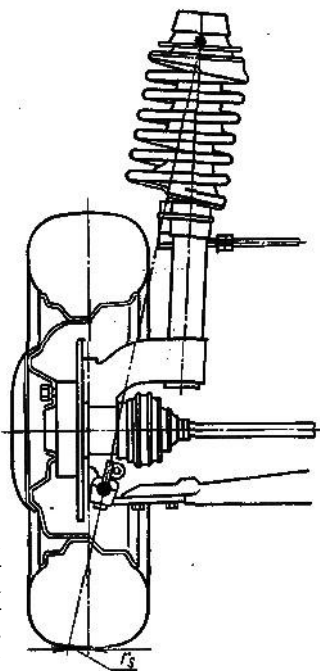


Рис. 6.6. Передняя подвеска автомобиля «Ауди 80» с отрицательным плечом обкатки $r_s = -17$ мм и почти вертикальной демпфирующей частью. Верхняя опора пружины расположена concentricно с демпфирующей частью стойки, а сама пружина установлена с наклоном, чтобы уменьшить силы между направляющей и штоком, которые могут привести к заклиниванию (см. рис. 6.15)

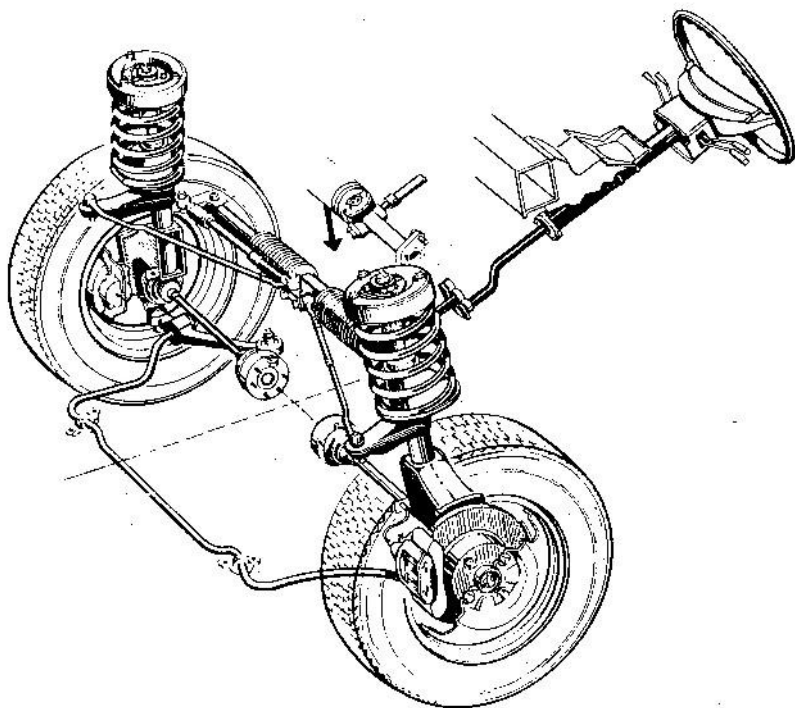


Рис. 6.7, Подвеска передних ведущих колес на пружинных стойках автомобилей «Ауди 100/200». Жесткое качение радиальных шин воспринимается резиновыми опорами, показанными на рис. 2.76 и установленными в нижних поперечных рычагах; во внутренние втулки вставлены плечи стабилизатора. Для предотвращения изменения схождения при ходах подвески при высоко-расположенном реечном рулевом механизме необходимо центральное крепление рулевых тяг. Положение этих тяг в соответствии с поперечными рычагами, направленными косо назад, может привести к благоприятному эласто-кинематическому изменению схождения при торможении и разгоне (см. [32])

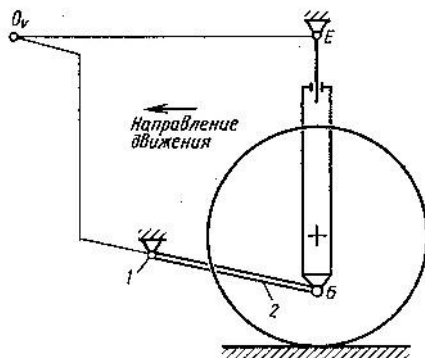


Рис. 6.8. Чтобы не уменьшать дорожный просвет и угол свеса спереди, находящаяся перед осью колес спинка 1 стабилизатора должна быть расположена высоко. Тогда плечи 2 стабилизатора, выполняющие и функции продольных направляющих элементов, опускаются к местам соединения с поперечными рычагами. В результате возникает центр продольного крена, расположенный перед осью, что приводит к дополнительному подтягиванию вниз передней части кузова при торможении. Если бы речь шла о задней оси, то такое положение центра продольного крена было бы благоприятным

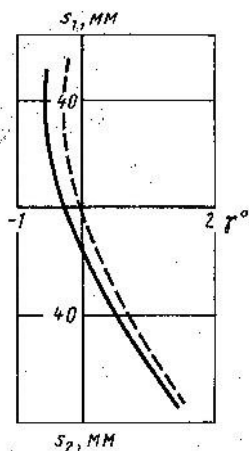


Рис. 6.9. Угол развала в зависимости от хода сжатия s_1 и хода отбоя s_2 , замеренный на автомобиле «Фольксваген-поло» с пружинами подвески и без них. В конструктивном положении разница составляет 15° :
 — с пружинами; - - - без пружин

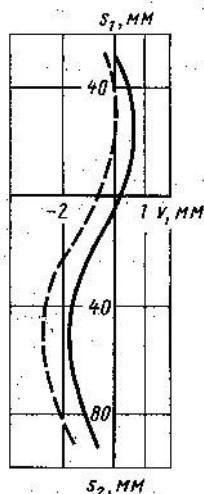


Рис. 6.11. Изменение схождения (на оба колеса), замеренное на автомобиле «Фольксваген-поло»; форма кривых с пружинами и без пружин практически одинакова:
 — с пружинами; - - - без пружин

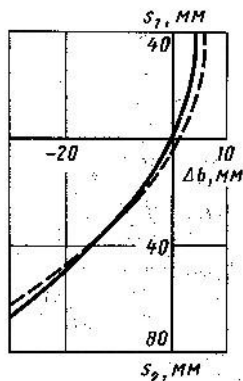


Рис. 6.10. Кривая изменения колеи, полученная на автомобиле «Фольксваген-поло» без пружин, лишь немного отличается от кривой, замеренной с пружинами, однако в конструктивном положении имеет несколько иной наклон, указывающий на более низкий центр крена при наличии пружин:
 — с пружинами; - - - без пружин

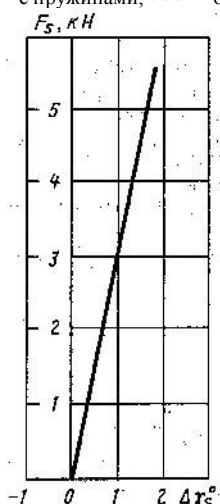


Рис. 6.12. Изменение развала $\Delta\gamma_s$ передних колес автомобиля «Фольксваген-поло» под действием боковой силы F_s , приложенной в контакте колеса с дорогой и направленной снаружи. Диаметр штока стойки 20 мм, деформация колеса не учитывалась

при установленных пружинах во всем диапазоне хода подвески меньше, чем без пружин (рис. 6.9). Несколько другое положение получает кривая изменения колеи (рис. 6.10), которая показывает, что на автомобиле в комплектном состоянии центр крена расположен несколько ниже. На автомобиле «Фольксваген-поло» реечный рулевой механизм расположен высоко и позади оси колес; выше-названные податливости приводят к тому, что при установке пружин колеса поворачиваются в направлении положительного схождения (рис. 6.11, см. также рис. 5.13—5.17 и [32]).

Изменение развала под действием боковых сил на повороте, приложенных в точке контакта колеса, меньше, чем в подвеске на двойных поперечных рычагах. Массовые обследования, выполненные в лаборатории шасси Высшего технического училища г. Кёльна, дали следующую среднюю величину (при исключении податливости диска колеса): $\Delta\gamma_s = 22'$ на 1 кН боковой силы (рис. 6.12). В подвесках на двойных поперечных рычагах это значение несколько выше: $25'$.

6.3. СИЛЫ И ТРЕНИЕ

Когда колесо совершает ход сжатия или отбоя, то неподвижно соединенный с опорой подшипника колеса рабочий цилиндр демпфирующего элемента перемещается относительно поршня и штока. Если упругим элементом служат продольные торсионы, поперечная рессора или в верхней опорной точке фиксируется только шток (см. рис. 6.3 и 6.47), а не пружина подвески, то при повороте руля происходит относительное вращение, которое уменьшает или почти полностью устраняет трение в направляющей штока и на поршне. Пружины должны при этом иметь возможность поворота на легкоподвижной верхней опоре, в противном случае в результате их деформации в них появились бы дополнительные напряжения изгиба и возник бы возвратный момент. Если пружина установлена соосно с амортизатором, то как в статике, так и при прямолинейном движении без внешних воздействий в точке крепления к кузову E действует поперечная сила F_{Fy} (рис. 6.4 и 6.13). Она вызывает на поршне реакцию F_{Ky} того же направления, а на направляющей штока — приблизительно вдвое большую силу $F_{Cy} = F_{Fy} + F_{Ky}$. Поршень имеет большой диаметр, что обуславливает малое давление на поверхности, и, кроме того, скользит в амортизаторной жидкости; шток же имеет меньший диаметр и испытывает большую боковую нагрузку. Чем больше F_{Cy} , тем больше сила трения F в направляющей; соответственно возрастает и требуемое для ее преодоления изменение нагрузки на колесо.

Силу F_{Cy} легко рассчитать по размерам, обозначенным на рис. 6.13, массе m_v приходящейся на ось, и неподрессоренной массе

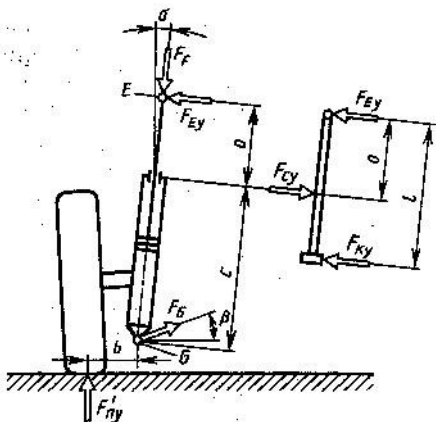


Рис. 6.13. Если пружина (усилие F_F) и направляющий шарнир G расположены соосно с амортизатором, то в точке крепления E пружинной стойки к кузову имеется поперечная сила F_{Ey} продолжительного действия. Она вызывает реакции в направляющей F_{Cy} и на поршне F_{Ky} , при этом $F_{Cy} = F_{Ey} + F_{Ky}$

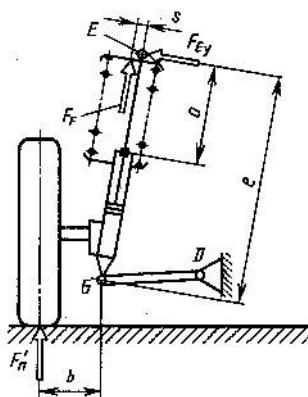


Рис. 6.14. За счет смещения пружины на величину s к колесу можно уменьшить или вовсе устранить силу F_{Ey} , а с ней и трение в демпфирующей части стойки. В результате улучшается реакция подвески на малые дорожные неровности

m_{uv} . Вертикальная сила F'_n в Ньютонах: $F'_n = (m_v - m_{uv})/2g$,

$$F_{Cy} = F'_n \frac{b}{c + o} \frac{l}{l - o}$$

отсюда . Чем длиннее сама пружинная стойка

(т. е. размер c) и чем короче размер b , тем меньше будет сила F_{Cy} . Однако размер b складывается из двух отрезков: $dtg\sigma$ и r_s (рис. 6.5), т. е. малое или отрицательное плечо обкатки позволяет уменьшить силу F_{Cy} .

Кроме того, это усилие, грозящее заеданием, можно ограничить за счет смещения пружины к колесу (рис. 6.14). Если s — взаимное смещение осей пружины и амортизатора и F_F — усилие пружины, то уравнение имеет вид:

$$F_{Cy} = F'_n \frac{b}{c + o} \frac{l}{l - o} - F_F \frac{s}{l - o}.$$

Отсюда можно вычислить требуемую величину смещения s ; подробности содержатся в [31].

Если пружина подвески установлена с наклоном относительно оси амортизатора (рис. 6.15, 6.2 и 6.6), так что ось ее проходит через точку M пересечения линии действия вертикальной силы F_n и продолжения линии GD , соединяющей точки поворота рычага, то сила F_{Ey} в точке крепления E для рассматриваемого нагрузочного состояния полностью исчезает. Вместе с ней исчезает

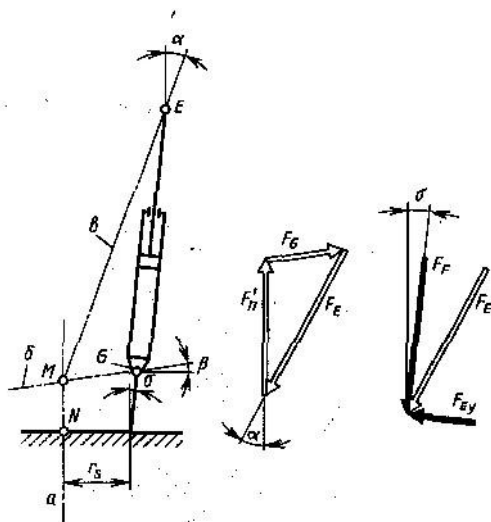


Рис. 6.15. Графическое определение силы F_E в точке крепления E к кузову пружинной стойки. Линия a действия вертикальной силы F'_n и продолжение прямой b , проведенной через точки G и D поворота рычага, пересекаются в точке M . Путем соединения точек M и E получается направление b силы F_E и угол α относительно вертикали. На схеме все силы изображаются в масштабе с учетом их величины. Сила $+F_E$ действует на нижнюю чашку пружины, размещенную с наклоном на корпусе амортизатора; верхняя чашка на брызговике крана нагружается реакцией $-F_E$. Разложение с учетом угла σ дает F_F и составляющую F_{Ey} , которая в рассматриваемом положении подвески устраняет трение в стойке

и сила F_C , так что трение в направляющей приближается к нулю.

При переднем приводе в точке контакта колес кроме вертикальной и боковой сил присутствует еще тяговая сила F_a . Как показано на рис. 5.2, эту силу нужно рассматривать приложенной к оси поворота ниже центра колеса; сила F''_a вызывает в точке E , а также в направляющем шарнире G реакции F_{Ex0} и F_{Gx0} . За счет смещения пружины назад можно в некотором диапазоне скоростей (при вполне определенной тяговой силе) почти полностью устранить силу F_{Ex0} , также вызывающую трение в направляющей и на поршне. На рис. 6.16 приведены силы, действующие в статике в передней подвеске автомобиля «Фольксваген-поло», имеющей вынос колеса вперед — n_t и угол продольного наклона оси поворота $\tau=2^\circ 20'$. Пружина смещена на расчетное расстояние u относительно обеих вертикальных сил F'_n и F_{Gz} , чтобы получить пару горизонтальных сил F_{Ex1} и F_{Gx1} . Вторая из этих сил складывается с уже имеющейся на направляющем шарнире силой F_{Gx0} ; сила же F_{Ex1} при скорости около 100 км/ч компенсирует действие противоположно направленной силы F_{Ex0} . При этой скорости в точке E практически отсутствуют продольные силы, вызывающие трение, а вместе с этим и силы на поршне K и в направляющей C .

Тормоз на этом автомобиле — наружного расположения (в колесе) и при его срабатывании в точке E возникает составляющая F_{Ex2} (рис. 6.17), которая совпадает по направлению с тормозной силой и при торможении с небольшой интенсивностью обеспе-

20 мм и более практически не находят применения на крупносерийных автомобилях.

Фирма «Бильштайн» решила эту проблему просто, установив амортизатор в перевернутом состоянии в несущий корпус 12 стойки

(рис. 6.18). Рабочий цилиндр 3 скользит своей наружной поверхностью — шлифованной, с твердым хромовым покрытием и допуском $h7$ — в двух опорных втулках 6, имеющих тефлоновое покрытие и закрепленных в корпусе 12. Обе эти втулки установлены на определенном расстоянии друг от друга, которое важно для направляющих функций и не изменяется при ходах сжатия и отбоя (в отличие от двухтрубной стойки). Пространство между втулками заполнено специальным пластичным смазочным материалом, чтобы обеспечить не только смазывание, но и передачу тепла к корпусу 12. На рисунке хорошо видно уплотнение 5 цилиндра 3, резиновый защитный кожух 2, вставленный в канавку на цилиндре, и верхний

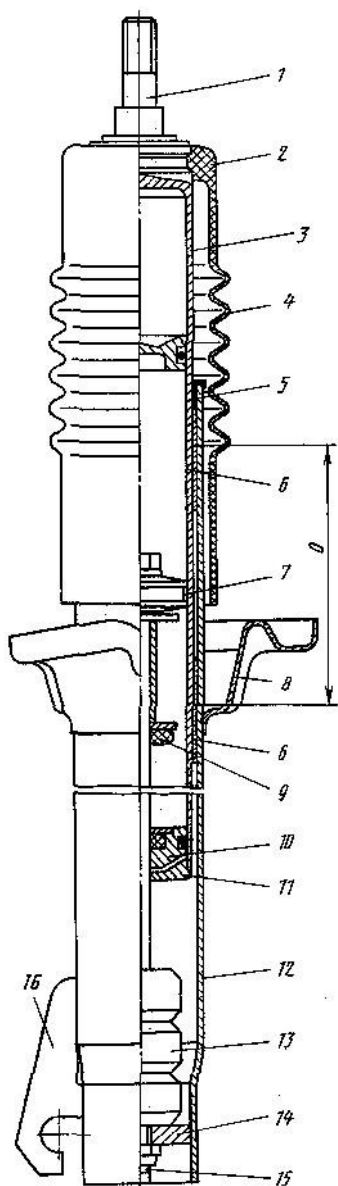


Рис. 6.18. Однотрубная пружинная стойка, разработанная фирмой «Бильштайн» для автомобиля «Форд-эскорт». Резиновый защитный кожух 2 должен быть возможно более длинным, чтобы хромированная и точно обработанная поверхность цилиндра 3 не обнажалась даже при полном ходе отбоя. Однако уже при средних ходах этот кожух упирается в дно чашки 8 пружины, так что для предотвращения деформаций при полном ходе сжатия предусмотрены гофры 4. Стойка крепится путем зажима в отверстии опоры подшипника колеса, поэтому она в нижней части обжата с определенным допуском. К стойке приварен кронштейн 16. Полуциркулярная выемка радиусом 6,5 мм служит для прохода стяжного болта, а также для центрирования, поэтому она должна иметь строго определенное положение относительно чашки пружины на виде сверху и регламентированное расстояние от нее

штырь крепления 1, проходящий через опору стойки. Нижний конец корпуса обжат, и в него вставлено приварное доньшко 14, служащее для закрепления штока 15 и опоры дополнительного упругого элемента 13, надетого на шток. При ходе сжатия этот элемент упирается в крышку 11, защищающую узел 10 направления и уплотнения штока. Плоский буфер отбоя 9 через втулку опирается на поршень, уплотненный относительно цилиндра тефлоновым кольцом 7.

Обе направляющие втулки 6 передают моменты, вызванные вертикальными, боковыми и продольными силами в контакте колеса с дорогой, через очень жесткий корпус 12 (труба сечением 40×2 мм) на кузов. Момент инерции этого сечения составляет 4,32 см⁴; в сравнении с этим штоки, применяемые обычно в двухтрубных стойках, имеют такой момент инерции:

Диаметр штока, мм	18	20	22	25
Момент инерции, см ⁴	0,514	0,784	1,15	1,91

Изменения продольного наклона оси поворота и развала колес, обусловленные податливостью, зависят при однотрубных стойках, в частности, от расстояния *о* между опорными втулками 6; на автомобиле «Форд-эскорт» длина этого отрезка ограничивается тем, что под стойками расположены трансмиссионные шарниры равных угловых скоростей. Фирма «Альфа-ромео» на автомобиле «Альфа 33» располагает эти шарниры позади пружинных стоек (рис. 6.19), продолжив стойки далеко вниз для получения благоприятной направляющей базы *о*. Нижние несущие шарниры крепятся к опорам подшипника колеса примерно на высоте центра колеса, так что такая конструкция, пожалуй, не имеет кинематических недостатков (см. также рис. 6.64, автомобиль «Субару джус-ти»).

При подвеске ведомых передних и задних колес пружинные или амортизаторные стойки могут простираться ниже центра колеса, что обеспечивает большое расстояние между опорными втулками.

6.5. РАЗДЕЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ОПОРЫ ПОДШИПНИКА КОЛЕСА И ДЕМПФИРУЮЩЕЙ ЧАСТИ

Фирма «Альфа-ромео» на автомобиле «Альфа 33» решила еще одну проблему, которая больше касается ремонта: разделение собственно стойки и опоры подшипника колеса (см. рис. 6.19). Если, как показано на рис. 1.11 и 6.1, обе эти части жестко соединены сваркой или пайкой высокотемпературным припоем, то при потере демпфирования приходится заменять весь узел (а он недешев) либо применять описанные в [30] вставные патроны. При встраивании патронов в стойки может ухудшаться охлаждение амортизаторной жидкости, кроме то-

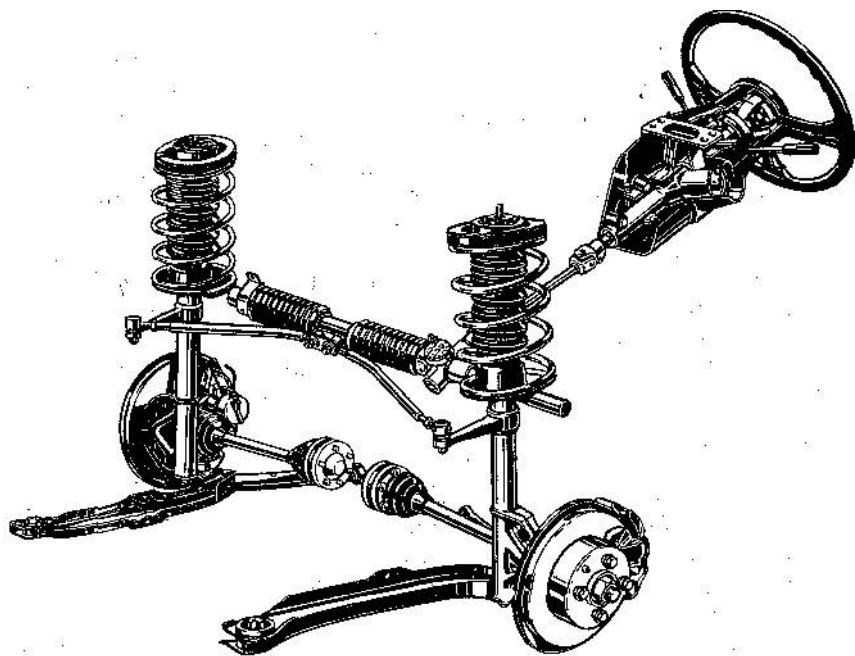


Рис. 6.19. Передняя подвеска модели 33 фирмы «Альфа-ромео». Резиновые опоры на передних концах продольных штанг служат для компенсации жесткого качения радиальных шин. Размещение пружинных стоек перед осью колес хотя и обеспечивает преимущество большой направляющей базы, однако связано с недостатком большого кинематического вылета оси поворота. Крепление стойки к опоре подшипника колеса осуществляется четырьмя болтами. Рулевой механизм расположен за осью колес, а косые на виде сверху рулевые тяги крепятся к поворотным рычагам, направленным вперед

го, более тонкий в этом случае шток имеет меньшую жесткость. Если же патроны устанавливаются серийно заводом—изготовителем автомобиля, то это не связано ни с какими недостатками, а замена в случае ремонта получается недорогой (см. рис. 6.42).

Однако наиболее экономичным представляется все же раздельная конструкция опоры подшипника колеса и демпфирующей части: принцип, который находит все больше сторонников. К примеру, фирма *NSU* применила его на модели «Ro 80» еще в 1967 г. Корпус амортизатора может иметь внизу определенный допуск для зажима в отверстии опоры подшипника колеса. В таких случаях правильное взаимное расположение по высоте и углу обеспечивается боковой выдавкой или приварным кронштейном (рис. 6.20).

Вторая возможность соединения — крепление с помощью двух-четырех сквозных болтов. Эти болты прижимают щеки приварен-

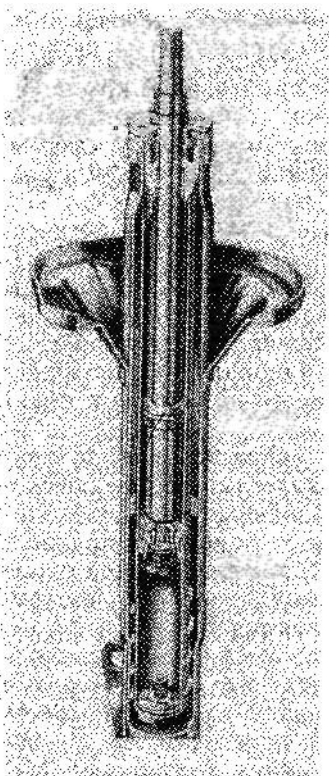


Рис. 6.20. Газонаполненная двухтрубная пружинная стойка фирмы «Монро»; видны специальный уплотнительный комплект в направляющей штока и поднятый относительно поршня буфер отбоя. Корпус внизу обжат и имеет точный допуск для получения надежного клеммового соединения с опорой подшипника колеса. Правильное взаимное положение обеспечивается приварным кронштейном

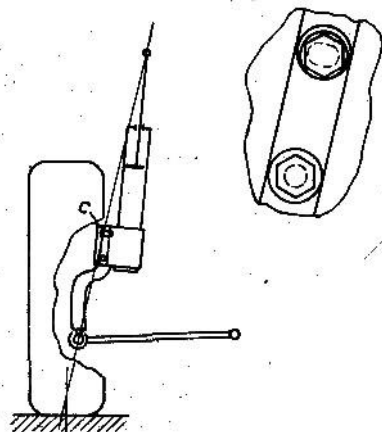


Рис. 6.21. На автомобилях «Гольф I» и «Сирокко» фирмы «Фольксваген» регулировка развала осуществлялась в месте соединения опоры подшипника колеса с пружинной стойкой с помощью эксцентрика верхнего болта С; нижний болт служил при этом осью поворота

ного к нижней части корпуса стойки U-образного кронштейна к соответствующей выступающей вверх части опоры подшипника колеса. Вариант болтового соединения амортизаторной стойки можно видеть на рис. 2.48, 6.3 и 6.47. Фирма «Фольксваген» на мод. «Гольф I» и «Сирокко» 1974 года выпуска предусматривала в щеках стойки и в опоре подшипника колеса смещенные на 90° удлиненные отверстия (рис. 6.21) для регулировки развала в этом месте; диапазон корректировки составлял $\pm 1^\circ$. Однако при этом невозможно изменить более важный для прямолинейного движения и возврата руля поперечный наклон оси поворота; при наличии отклонений на кузове этот угол может получить различные значения слева и справа. Вероятно, по этой причине фирма «Фольксваген» на модели «Гольф II» 1983 года выпуска отказалась от такого решения.

6.6. ВЕРХНЯЯ ОПОРА ПЕРЕДНИХ ПОДВЕСОК

В верхней точке крепления E между направляющей пружинной или амортизаторной стойкой и брызговиком крыла кузова должна быть предусмотрена изоляция, чтобы предотвратить передачу на кузов дорожных шумов, которые могут там усилиться. Требуемая для этого резиновая опора должна быть мягкой в осевом направлении, но малоподатливой в радиальном, чтобы под воздействием продольных и боковых сил не возникали эластические изменения кинематики. Этим требованиям удовлетворяет изготавливаемая фирмой «Боге» опора с большим объемом резины (рис. 6.22), которая воспринимает вертикальные силы (в направлении Z), работая на сдвиг: линейная вначале характеристика после 7 кН переходит в прогрессивную. В направлениях движения (F_x) и в поперечном (F_y) резина нагружается на сжатие и имеет малую податливость.

Поскольку передние колеса являются управляемыми, то пружинные стойки поворачиваются вместе с колесами. Чтобы обеспечить требуемую для возврата колес легкоподвижность, необходимы подшипники качения, на которые может опираться пружина подвески вверх или вниз. Дешевле всего закрепить в этой опоре и шток; при такой конструкции, называемой связанной, демпфирующая часть стойки и пружина поворачиваются вместе с колесом.

Как указывалось в разд. 6.3, за счет поворота штока (и поршня) относительно рабочего цилиндра можно уже при небольших поворотах руля уменьшить или вовсе устранить трение, способствующее заклиниванию. Конструктивно это преимущество обеспечивается тем, что поворотная опора создается только для пружинка штоки крепятся отдельно от подшипников качения и пруж-

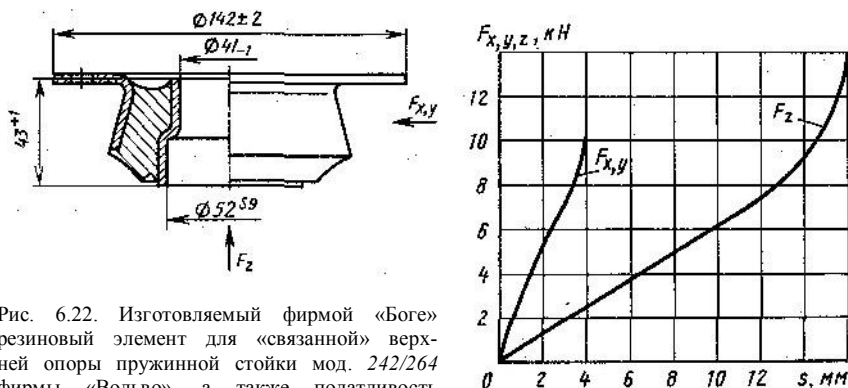


Рис. 6.22. Изготавливаемый фирмой «Боге» резиновый элемент для «связанной» верхней опоры пружинной стойки мод. 242/264 фирмы «Вольво», а также податливость его под действием осевых (F_z) и радиальных ($F_{x,y}$) сил. Верхняя чашка этой опоры соединяется болтами с брызговиком крыла кузова

жин непосредственно в резиновых опорах. Такой раздельной конструкции всегда следует отдавать предпочтение, хотя она и обуславливает повышенные затраты, особенно при косом расположении пружин.

6.6.1. Верхняя связанная опора для пружинных стоек

Показанная на рис. 6.22 резиновая опора устанавливается на автомобиле «Вольво-242/264»; в нее монтируется заправленный долговечным смазочным материалом радиальный шариковый подшипник (рис. 6.23). В отверстии внутреннего кольца крепится шток, а в нижний торец этого кольца упирается чашка пружины. Вероятно, было бы дешевле соединить резиновую часть опоры путем вулканизации с наружным кольцом. Такое решение показано на рис. 6.24. Оно отличается меньшим числом деталей, более простым монтажом, большей допускаемой нагрузкой и при некоторых обстоятельствах лучшим шумопоглощением.

Верхние чашки указанных опор крепятся с помощью болтов; в отличие от этого, на автомобиле «Фольксваген-гольф II» комплексная верхняя опора запрессовывается на главном конвейере в коническое отверстие брызговика 5 крыла кузова (рис. 6.25). Наружный слой резины 3 обеспечивает плотную посадку, а отбортовка 4 — требуемый упор в вертикальном направлении. Натянутое на чашку 1 резиновое кольцо 2 при полном ходе отбоя колеса упирается в брызговик 5, обеспечивая требуемое ограничение.

На рис. 6.26 показана опора, устанавливаемая на легком грузовике «Рено-трафик». Она отличается тем, что при небольшой податливости передает большие силы, обеспечивая хорошую шумоизоляцию. Резиновый элемент выполнен в форме полушария и поэтому имеет (как видно по характеристикам) требуемую высокую жесткость в боковом и продольном направлениях. Другие решения показаны на рис. 1.11 и 6.42.

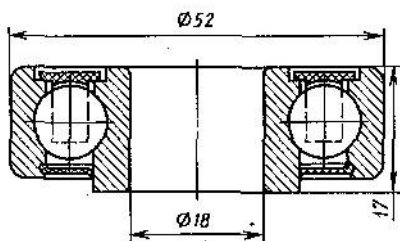


Рис. 6.23. Подшипник верхней опоры мод. 242/264 фирмы «Вольво». Кольца этого радиального шарикового подшипника с двусторонним уплотнением, изготавливаемого фирмой FAG, получены без снятия стружки

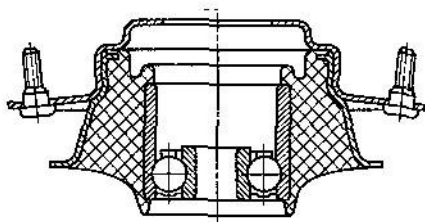


Рис. 6.24. Верхняя опора пружинной стойки, разработанная фирмой SKF, с закрытым радиальным шарикоподшипником, заправленным долговечным смазочным материалом. Демпфирующий резиновый элемент непосредственно привулканизован к уширенному наружному кольцу

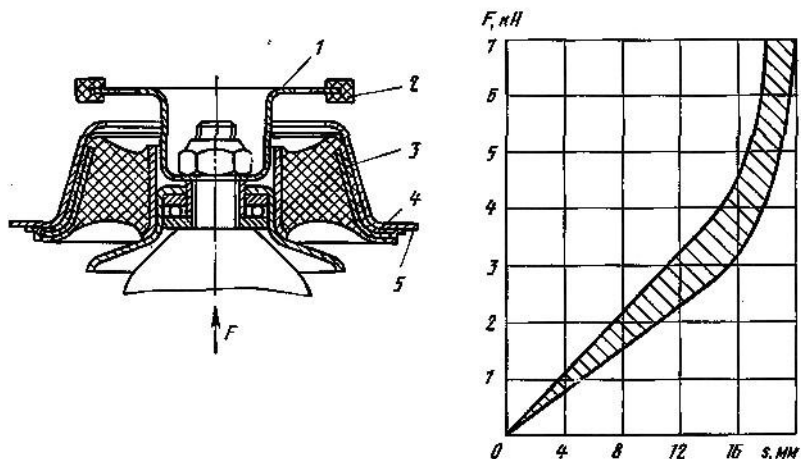


Рис. 6.25. Верхняя опора пружинной стойки автомобилей «Гольф» и «Джетта II» фирмы «Фольксваген»; вулканизированная резиновая часть изготавливается фирмой «Лемфёрдер метальварен». Характеристика жесткости этой резинометаллической детали при ходе сжатия подвески вначале остается линейной, а в основной рабочей зоне — между 3 и 4 кН — становится сильно прогрессивной. Заштрихована область разброса значений

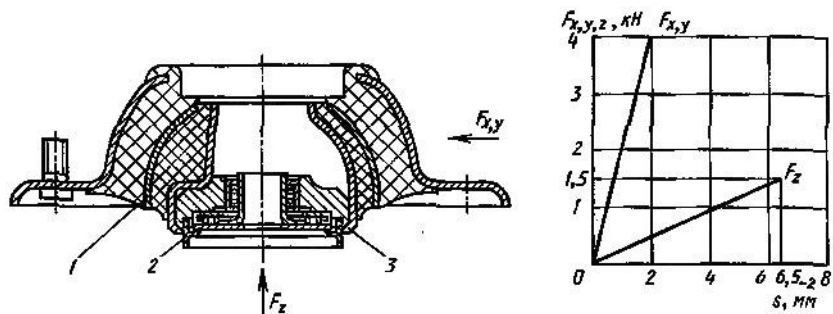


Рис. 6.26. Верхняя опора пружинной стойки легкого грузового автомобиля «Рено-трафик». Как показывают характеристики, эта резинометаллическая деталь производства фирмы «Лемфёрдер метальварен» имеет в направлениях X и Y высокую жесткость, которая достигается конструкцией и расположением промежуточного элемента 1, а также жесткостью резины. Вставленный снизу игольчатый подшипник фирмы «Наделла», заправленный долговечным смазочным материалом, воспринимает силы во всех направлениях. Он удерживается отбортовкой 3 и уплотняется резиновым кольцом 2

6.6.2. Верхняя раздельная опора для пружинных стоек

Резиновые опоры должны быть выполнены таким образом, чтобы усилия от пружины и от амортизатора воспринимались раздельно; на рис. 6.27 показана такая опора, устанавливаемая фирмой «Вольво» на мод. 740/760. Через посадочные поверхности упорного шарикоподшипника пружина подвески нагружает на сжатие резиновую часть 5. Шток крепится в отверстии 1 и осуществляет нагружение средней части резинового элемента чистым

Рис. 6.27. Экономичный в изготовлении опорный узел автомобилей мод. 740/760 фирмы «Вольво». Усилия пружины передаются через упорный шарикоподшипник и резиновый слой 5 на кузов. В отверстии 1 закрепляется шток, который нагружает среднюю часть резинометаллической детали на сдвиг. При слишком больших усилиях демпфирования на коде отбоя ограничение перемещения осуществляется верхним

упором 2, если же силы на ходе сжатия превышают определенную величину, то происходит упор выпуклой нижней шайбы 6. За счет различной формы армирующих вставок 3 и 4 и применения резиновых смесей из двух компонентов с различной твердостью по Шору обеспечено взаимное согласование отдельных элементов опоры

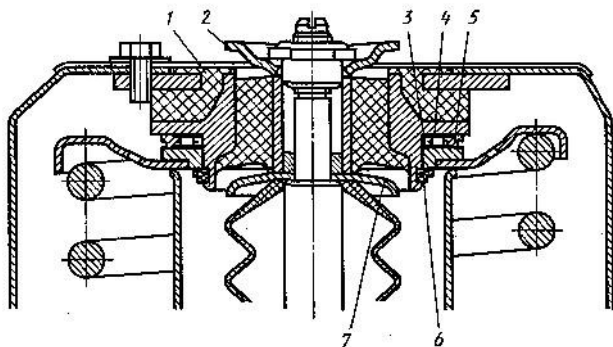
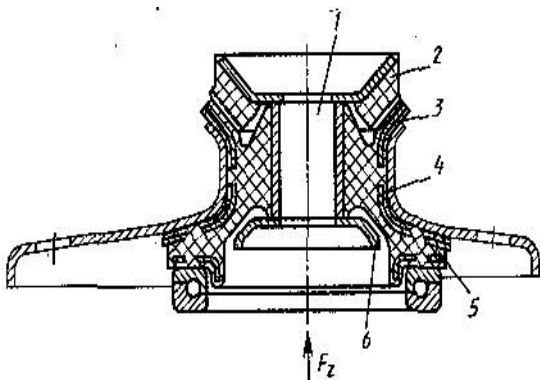


Рис. 6.28. Компактная по высоте верхняя опора пружинной стойки автомобиля «Пежо 604». Упорный игольчатый подшипник производства фирмы «Наделла» имеет высоту всего 3,6 мм и состоит из двух колец 3 и 4 и уплотнения 5. В радиальном направлении осуществляется скользящая передача силы; уплотнение этого места выполняет находящееся ниже указанного подшипника качения уплотнительное кольцо 6, расположенное в канавке. Шайба 2, установленная сверху на штоке, служит ограничителем и при значительном возрастании усилий отбоя в амортизаторе упирается в резиновую часть 1; нижняя шайба 7 передает силы при включении в работу буфера сжатия или большом усилии демпфирования в этом направлении

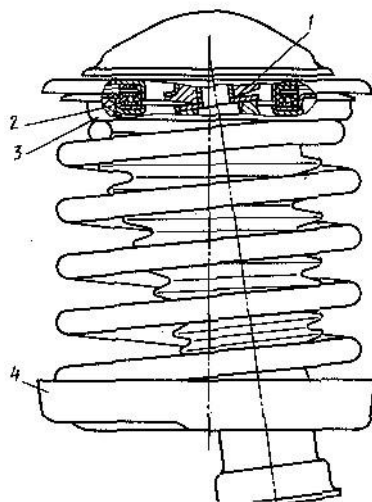


Рис. 6.29. «Раздельная» верхняя опора пружинной стойки на мод. 100/200 фирмы «Ауди». Шток закрепляется в резиновой опоре 1 и не поворачивается вместе с колесом. Чашка 3 пружины опирается на упорный шарикоподшипник 2. Для осуществления кривой установки пружины ее нижняя чашка 4 смещена наружу. Подвеска показана на рис. 6.7

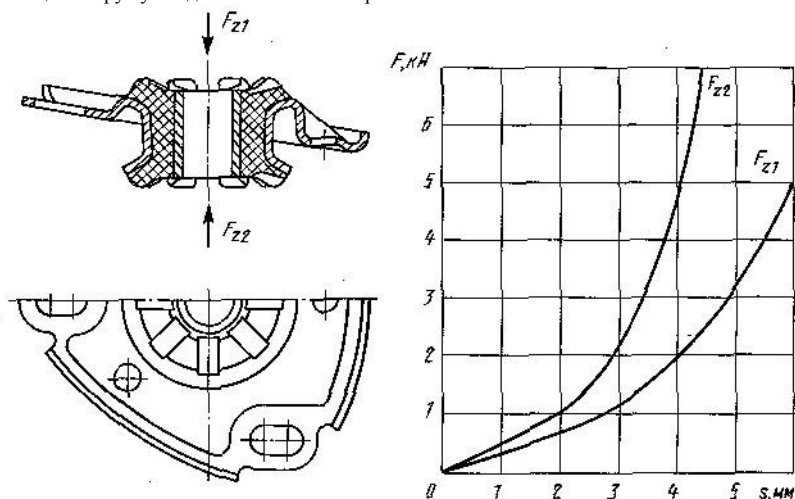


Рис. 6.30. Опора амортизатора мод. 100/200 фирмы «Ауди», изготавливаемая фирмой «Лемфёрдер металварен». Шток закрепляется в отверстии, а удлиненные отверстия в наружной детали служат для регулировки развала и продольного наклона оси поворота. Кривые на графике показывают, что эта резинометаллическая деталь под действием сил при ходе сжатия обнаруживает меньшую податливость, чем под действием сил демпфирования при отбое. Дополнительный упругий элемент на этой подвеске контактирует с демпфирующей частью стойки

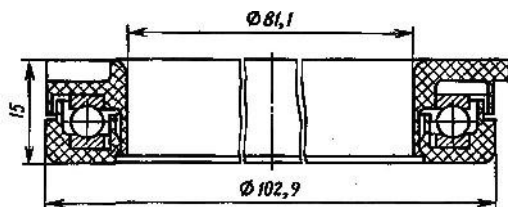


Рис. 6.31. Упорный шарикоподшипник мод. 100/200 фирмы «Ауди», изготавливаемый фирмой FAG. Оба кольца обрабатываются без снятия стружки, а шариковые дорожки дополнительно уплотняются для получения высокой поверхностной твердости. Пластмассовые детали скрепляют этот подшипник с полным заполнением шариками и заправленный смазочным материалом, а также компенсируют неплоскостность опорных поверхностей и осуществляют уплотнение

сдвигом. Эта средняя часть имеет значительно меньшую жесткость (соотношение с указанной частью 5 примерно 1:30). Требуемое в связи с этим ограничение перемещений осуществляется при ходе отбоя упором 2, при ходе сжатия — сидящей на штоке шайбой 6. Аналогичное устройство имеет верхняя опора автомобиля «Пежо 604» (рис. 6.28), только здесь усилия пружины воспринимает игольчатый подшипник с долговечным смазочным материалом. Более сложной получается вся опора при косо́й установке пружины, т. е. под углом к оси штока (рис. 6.29 и 6.39). Шток в таких случаях может быть установлен в отдельной резиновой опоре, а пружина — иметь поворотную опору вверх или вниз (рис. 6.30—6.32). Последнее решение применяет фирма «Рено» на мод. 9 и 11. За счет буфера сжатия 3 (см. рис. 6.32), охватывающего корпус 7 стойки, и большого диаметра верхней чашки 1 эта конструкция позволяет удлинить демпфирующую часть стойки, т. е.

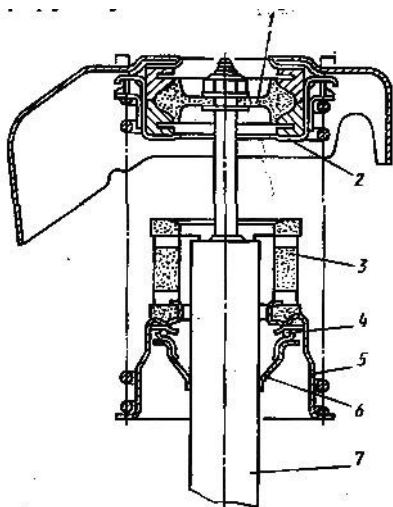


Рис. 6.32. На мод. 9 и 11 фирмы «Рено» радиальный шарикоподшипник 4 фирмы SNR установлен между нижней опорной чашкой 5 пружины и опорой 6, приваренной к корпусу 7 стойки. Представленный в разрезе дополнительный упругий элемент 3 удерживается внутренним кольцом чашки 5 и при ходе сжатия упирается через держатель 2 в брызговик крыла кузова. Шток соединен сверху с чашкой 1, которая имеет небольшую высоту, но большой внешний диаметр, обеспечивающий малую податливость в поперечном направлении и допускающий максимальное приближение корпуса амортизатора к месту крепления штока при ходе сжатия

уменьшить показанный на рис. 6.13 отрезок o и снизить таким образом силу $F_{C\phi}$, способствующую заклиниванию.

6.6.3. Верхняя опора для амортизаторных стоек

Амортизаторные стойки не несут на себе пружину, так что здесь требуется только шумоизолирующее крепление штока. Фирма «Даймлер-Бенц» на автомобилях 190/190E переместила внутреннюю часть опоры вверх и смогла за счет этого увеличить направляющую длину амортизаторной стойки, следствием чего является уменьшение трения, способствующего заклиниваний (рис. 6.33, 6.34 и 6.47).

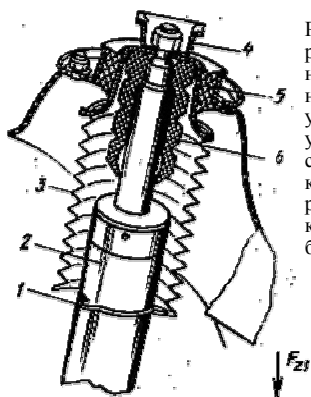


Рис. 6.33. На автомобилях «Мерседес 190/190E» резиновая опора 5 служит для изоляции от дорожных шумов; одновременно в ее внутреннем, вытянутом вверх колпаке размещается дополнительный упругий элемент 6. Такая конструкция позволяет увеличить направляющую базу амортизаторной стойки 2. Для защиты штока служит чехол 3, который вверху держится на закраине колпака опоры. При ходе сжатия чехол садится вниз на кольцо 1. Деталь 4 служит упором при очень больших усилиях демпфирования на ходе отбоя

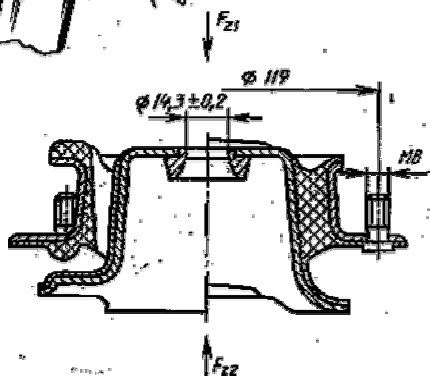
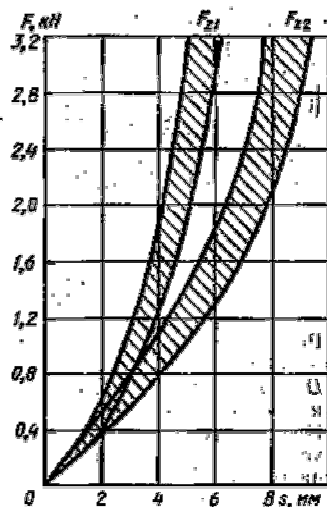


Рис. 6.34. Верхняя опора амортизаторной стойки автомобиля «Мерседес 190/190E». Коническое отверстие предназначается для базирования штока. Усилия демпфирования при отбое выше, чем в направлении сжатия, и, как показывают кривые упругости, под действием первых (F_{z1}) податливость резинового элемента меньше, чем вследствие F_{z2}



6.7. ПЕРЕДНЯЯ ПОДВЕСКА НА ПРУЖИННЫХ СТОЙКАХ

6.7.1. Пружинная подвеска ведомых колес

На рис. 1.11 показана передняя подвеска автомобиля «Опель-сенатор»: обычная на сегодняшний день конструкция для легковых автомобилей классической компоновки с маятниковым стабилизатором и направленными вперед продольными штангами, воспринимающими тормозные силы. Опоры этих штанг изолируют кузов от жесткого качения радиальных шин. Фирма БМВ на автомобилях 3-й серии переложила эту задачу на серповидный рычаг 6 (рис. 6.35, 2.30). Этот рычаг в точке *D* подвешен на шаровом шарнире, а задний конец рычага установлен в резиновой опоре 3 с боковой податливостью.

На рис. 6.36 показана применяемая фирмой БМВ на автомобилях 7-й серии подвеска со сдвоенными шарнирами. Она имеет косо установленные и смещенные к колесу пружины, опирающиеся вверху на трехточечный шариковый подшипник. Силы в боковом направлении воспринимаются внизу поперечными рычагами 1, а продольные — двумя направленными косо вперед штангами 2.

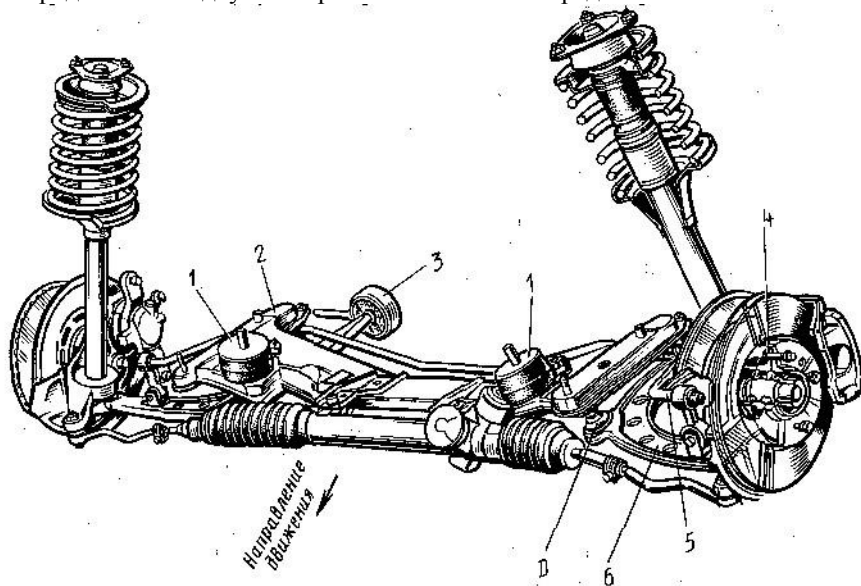


Рис. 6.35. Передняя подвеска автомобилей БМВ 3-й серии с плечом обкатки + 10 мм и серповидными нижними рычагами 6. Эти рычаги в передних точках *O* с помощью шаровых шарниров крепятся к поперечине 2, несущей также И рулевой механизм, а сзади установлены в опорах 3 с боковой податливостью. Привулканизованные резиновые элементы этих опор имеют определенную упругую жесткость и воспринимают жесткое качение шин серии 60. Хорошо видно косо расположение пружин, крепление стабилизатора 5 к серповидным рычагам 6, двухрядные шарикоподшипники 4 второго поколения и опоры 1 двигателя

Как можно видеть на рис. 6.37, точки 3, 4 шарнирного крепления штанг 1, 2 на виде сверху разнесены. Продолжение этих штанг определяет с обеих сторон положение мнимого полюса G , через который проходит ось поворота и который позволяет получить небольшое положительное плечо обкатки (13 мм) и разместить вентилируемый тормозной диск большого диаметра. Последний может размещаться здесь близко к стойке, не требуя (как при ведущих колесах) наличия большого вылета колеса; в результате и масса, и стоимость конструкции снижаются.

Как показано на рис. 6.37 справа, при повороте колеса на угол δ многозвенник с шарнирами $D_1, D_2, 3, 4$ обеспечивает смещение мнимой точки G в сторону от колеса в положение G' (размер b , рис. 6.5). При этом незначительно уменьшается угол поперечного наклона оси поворота (на величину $\Delta\sigma$, рис. 6.38), но увеличивается плечо обкатки r_s и прежнее плечо r_n вертикальной силы возрастает до r'_n . В результате получается более благоприятный возврат руля (обусловленный как наружным, так и внутренним колесом) уже при малых углах поворота и улучшение устойчивости прямолинейного движения. С 1981 г. эта подвеска применяется и на автомобилях БМВ 5-й серии, а позже — и 6-й.

Передние опоры D_1 (см. рис. 6.37) штанг 2 выполнены с продольной податливостью для изоляции кузова от жесткого качения устанавливаемых радиальных шин 195/70VR14 или 205/70VR14. Задние шаровые шарниры 3 штанг 2 расположены выше, чем шарнирные точки D_1 . За счет этого получается центр продольного крена O_v расположенный позади оси, что увеличивает противодействие продольному крену при торможении (см. рис. 5.5).

6.7.2. ПРУЖИННАЯ ПОДВЕСКА ВЕДУЩИХ КОЛЕС

На переднеприводных автомобилях под стойкой необходимо иметь место для прохода полуоси (рис. 6.39, 2.139, 2.140 и 2.142). Это может привести к уменьшению важного для направляющих свойств размера l —о (см. рис. 6.13), вследствие чего возрастают способствующие заклиниванию силы F_{Cy} и F_{Ky} в направляющей и на поршне и увеличивается сила трения. Показанное на рис. 6.19 решение, когда стойка размещается рядом с шарниром полуоси, хотя и позволяет получить большую направляющую длину, но обходится дороже.

Впервые направляющая пружинная стойка была применена на автомобиле «Пежо-204» в 1965 г., годом позже — на автомобилях «Форд-12/15M/P6», в 1967 г. — на «Ауди-НСУ Ro-80» и в 1969 г. — на «Фиат-128». Подлинный «прорыв» произошел в начале 70-х годов: практически все новые переднеприводные автомобили стали оснащаться такой подвеской, чаще всего с косо установленной пружиной и смещенным к колесу нижним направляющим шарниром (см. рис. 6.6). Последняя мера понадобилась для получения отрицательного плеча обкатки.

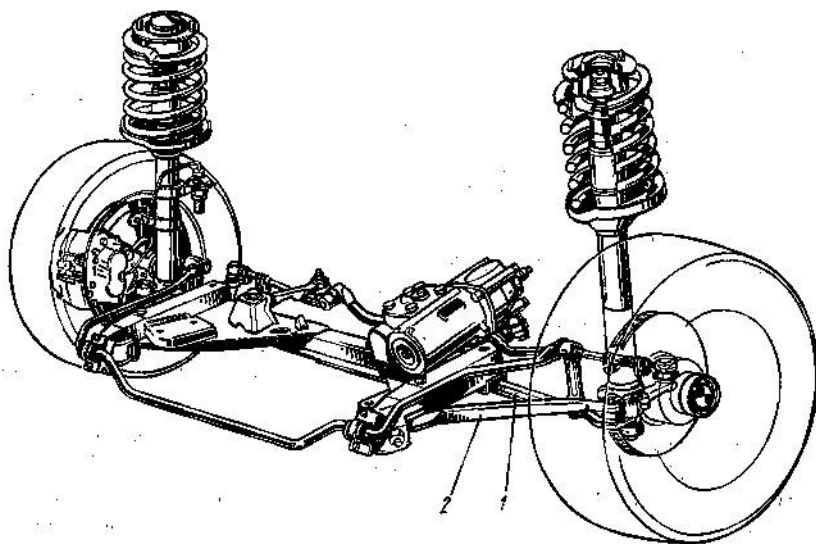


Рис. 6.36. Подвеска со сдвоенными шарнирами автомобилей БМВ 7-й серии, с выносом колес и с поперечиной, на которой установлен рулевой механизм с усилителем фирмы ZF, имеющим переменный коэффициент усиления. Дисковые колеса $6\frac{1}{2} J \times 14H2-B$ центрированы по центральному отверстию; ход подвески составляет 198 мм. Косое положение направленных вперед продольных штанг 2 обуславливает поворот колес в сторону положительного схождения при торможении

нии

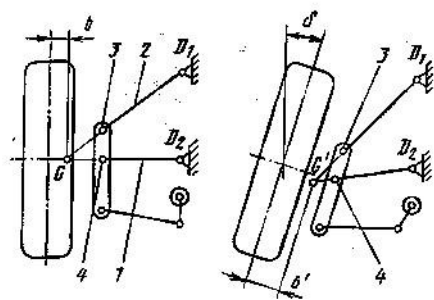


Рис. 6.37. В передней подвеске автомобилей БМВ 7-й серии полюс G на продолжении звеньев D_13 и D_24 является кинематической точкой вращения, расположенной на оси поворота колеса. Как показано справа, при повороте колеса эта точка в виде G' отодвигается от колеса, вследствие чего отрезок b увеличивается до b' и возрастает плечо обкати r_s

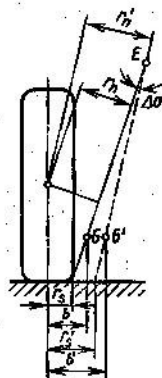


Рис. 6.38. Если увеличивается отрезок r_s в плоскости дороги, то таким же образом изменяется и плечо r_n вертикальной силы, вследствие чего усиливается «весовой возврат руля» и улучшается устойчивость прямолинейного движения. Здесь колесо имеет развал 0° , поэтому вертикальная сила проходит через центр колеса

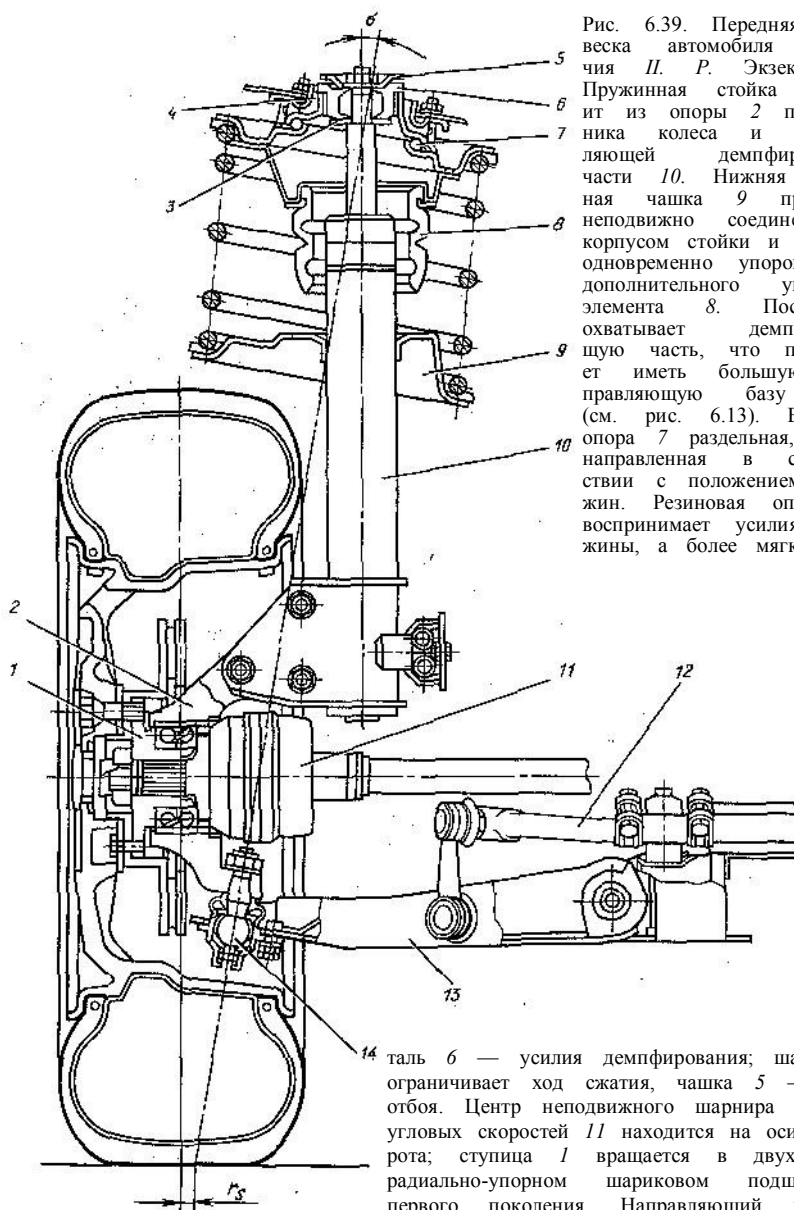


Рис. 6.39. Передняя подвеска автомобиля «Лян-чя И. Р. Экзекутиве». Пружинная стойка состоит из опоры 2 подшипника колеса и направляющей демпфирующей части 10. Нижняя опорная чашка 9 пружины неподвижно соединена с корпусом стойки и служит одновременно упором для дополнительного упругого элемента 8. Последний охватывает демпфирующую часть, что позволяет иметь большую направляющую базу 1—0 (см. рис. 6.13). Верхняя опора 7 раздельная, косо-направленная в соответствии с положением пружин. Резиновая опора 4 воспринимает усилия пружины, а более мягкая де-

таль 6 — усилия демпфирования; шайба 3 ограничивает ход сжатия, чашка 5 — ход отбоя. Центр неподвижного шарнира равных угловых скоростей 11 находится на оси поворота; ступица 1 вращается в двухрядном радиально-упорном шариковом подшипнике первого поколения. Направляющий шарнир 14 вставлен в коническое отверстие опоры 2

подшипника колеса и прикреплен болтами к поперечному рычагу 13; соединение со стабилизатором 12 осуществляется жесткими шаровыми шарнирами. Показаны угол поперечного наклона оси поворота σ и плечо обкатки r_s (здесь небольшое положительное)

Технически интересную и недорогую конструкцию пружинной стойки имеет автомобиль «Фиат-панда» (рис. 6.40). К поперечному рычагу 2 крепится продольная штанга 9, которая передним концом через кронштейн опирается на кузов; резиновая опора 1 изолирует кузов от жесткого качения радиальных шин. Направляющий шарнир 11 запрессован в опору 8 подшипника колеса, изготовленную из листового материала. К верхней части опоры 8 крепится промежуточная деталь 7, которая в виде накладки охватывает демпфирующую часть стойки и соединяется болтами с поворот-

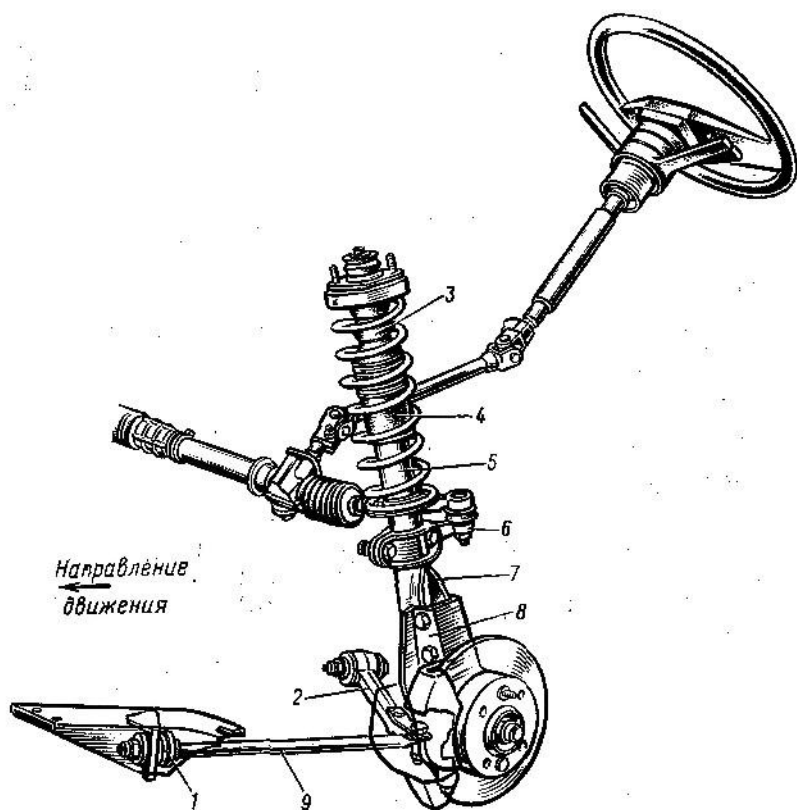


Рис. 6.40. Левая сторона передней подвески автомобиля «Фиат-панда»: пример экономичной конструкции направляющей пружинной стойки. Листовая опора 8 подшипника колеса и поворотный рычаг 6 имеют со стойкой 5 простое болтовое соединение. Дополнительный упругий элемент 3, образующий одну деталь с эластичным защитным кожухом 4, установлен на штоке. Шестерня рулевого механизма смещена относительно рулевой колонки к середине автомобиля, чтобы можно было с торцев ввернуть в рейку внутренние шарниры рулевых тяг. Резиновая опора направленной вперед продольной штанги воспринимает жесткое качение радиальных шин

ным рычагом 6. Правая сторона этой подвески показана на рис. 6.41, а подшипник колеса и шарнир равных угловых скоростей в разрезе — на рис. 2.145.

В [32] приводится определение длины рулевых тяг при подвеске на направляющих пружинных и амортизаторных стойках. За счет низкого расположения рулевого механизма и бокового прикрепления шарниров рулевых тяг к зубчатой рейке (см. рис. 6.35) можно предотвратить нежелательное кинематическое изменение схождения. Если рулевое управление расположено высоко (чего едва ли можно избежать на переднеприводных автомобилях, см. рис. 6.40), а боковое прикрепление тяг должно быть сохранено, чтобы не увеличивать затрат, то изменение схождения при ходах отбоя и сжатия колес останется неустранимым. В любом случае желательно, все же предусмотреть центральное крепление рулевых тяг (рис. 6.42 и 6.7).

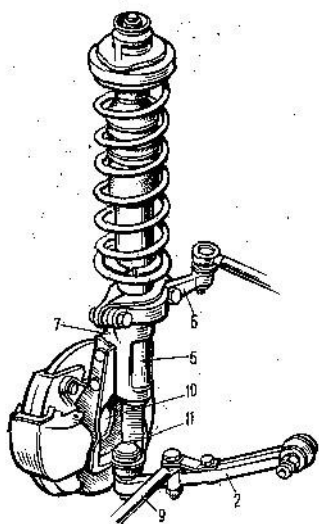


Рис. 6.41. Правая сторона передней подвески автомобиля «Фиат-панда». В отверстие 10 вставляется показанный на рис. 2.145 радиально-упорный шарикоподшипник третьего поколения. Остальные обозначения — см. рис. 6.40

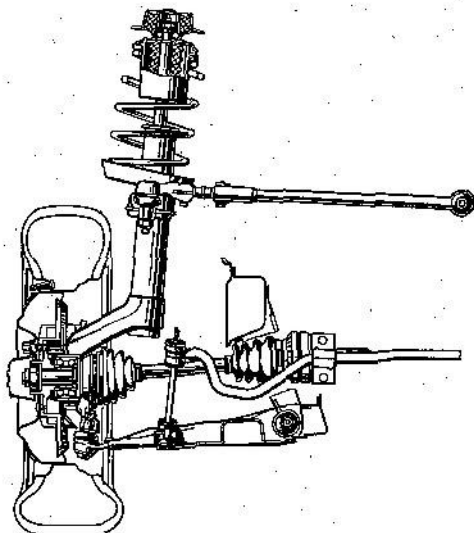


Рис. 6.42. Передняя подвеска автомобиля «Опель-кадет E» с коническими пружинами прогрессивного действия и рулевыми тягами центрального крепления (которое требуется для исключения нежелательных изменений схождения при ходе колес). Корпус демпфирующей части стойки имеет неразъемное соединение с опорой подшипника колеса, однако фирма «Опель» предусматривает серийную установку вставных патронов, которые легко заменяются при ремонте. На связанную верхнюю опору с подшипников качения передаются усилия как от пружины, так и от амортизатора

6.7.3. Гидропневматическая подвеска ведущих колес

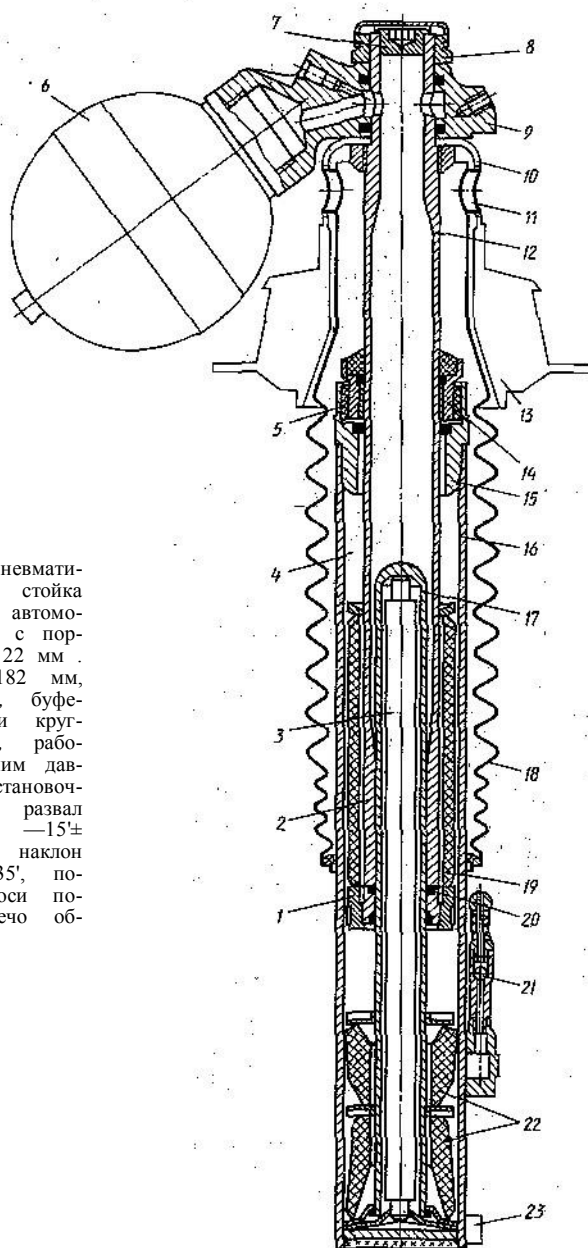
Автомобиль «Ситроен ВХ» стал первым (и пока единственным) автомобилем на гидропневматических упругих стойках (рис. 6.43); всю упругую работу совершает газообразный азот, находящийся в круглом ресивере 6 под давлением 55 бар. Мембрана разделяет газ и жидкость (масло), служащую для передачи усилий (см. также рис. 5.37).

Круглый ресивер 6 ввернут в переходник 9, который закреплен гайкой 8 на рабочем цилиндре 12; герметичное закрытие обеспечивается резьбовой пробкой 7. Масло нагружает полый поршень 17, который через опорный шток 3 передает усилие далее на приварное доннышко корпуса 16 стойки. Поршень 17 направляется в рабочем цилиндре 12 с помощью довольно протяженного и очень точного направляющего участка 2, ниже которого размещается уплотнение 20. Этот поршень нагружается в осевом направлении. Для предотвращения любого перекоса и, как следствие, нарушения легкоподвижности усилия при ходе сжатия передаются через головку поршня. Такая мера позволяет уменьшить поперечную силу (в радиальном направлении) и за счет этого снизить в стойке трение, способствующее заклиниванию.

Резьбовое кольцо 1 служит нижней крышкой описанного уплотнительно-направляющего комплекта; по наружной поверхности этого кольца надето пластмассовое кольцо, скользящее внутри трубы 16. Деталь 1 и направляющая 14 воспринимают моменты боковых и продольных сил; значительное расстряние между этими опорами и большой диаметр обеспечивают уменьшение давления и связанное с этим дальнейшее снижение трения, способствующего заклиниванию. В связи с большим моментом инерции сечения прогиб рабочего цилиндра 12 под действием боковых сил маловероятен, так что обусловленные податливостью изменения развала в значительной мере исключаются (см. рис. 6.12).

На резьбовом кольце 1 установлен буфер отбоя 19; при ходе отбоя колеса эта эластичная и сравнительно длинная деталь упирается в резьбовую крышку 15, в верхней части которой установлена направляющая 14. Для уменьшения трения внутри ее имеется тефлоновое кольцо, а для точного направления даже при небольших прогибах рабочего цилиндра внешнее центрирование осуществляется эластичным кольцом 5. Сверху на направляющей 14 расположена грязесъемная двухкромочная манжета; находящиеся ниже два кольца круглого сечения осуществляют уплотнение рабочего цилиндра. Дополнительно все детали охватываются гофрированным чехлом 18, имеющим два отверстия 11 для прохода воздуха; эти отверстия имеют отбортовку, входящую во внутреннюю часть 10 резиновой опоры. Как можно видеть на рис. 6.44, эта часть 10 передает все силы от стойки на резиновую опору 13, которая кре-

Рис. 6.43. Гидропневматическая упругая стойка передней подвески автомобиля «Ситроен ВХ» с поршнем 17 диаметром 22 мм и общим ходом 182 мм, буфером отбоя 19, буфером сжатия 22 и круглым ресивером 6, работающим с внутренним давлением 55 бар. Установочные параметры: развал $0^{\circ} \pm 30'$, сходжение $-15' \pm 15'$, продольный наклон оси поворота $2^{\circ} \pm 35'$, поперечный наклон оси поворота 12° и плечо обкатки минус 8 мм



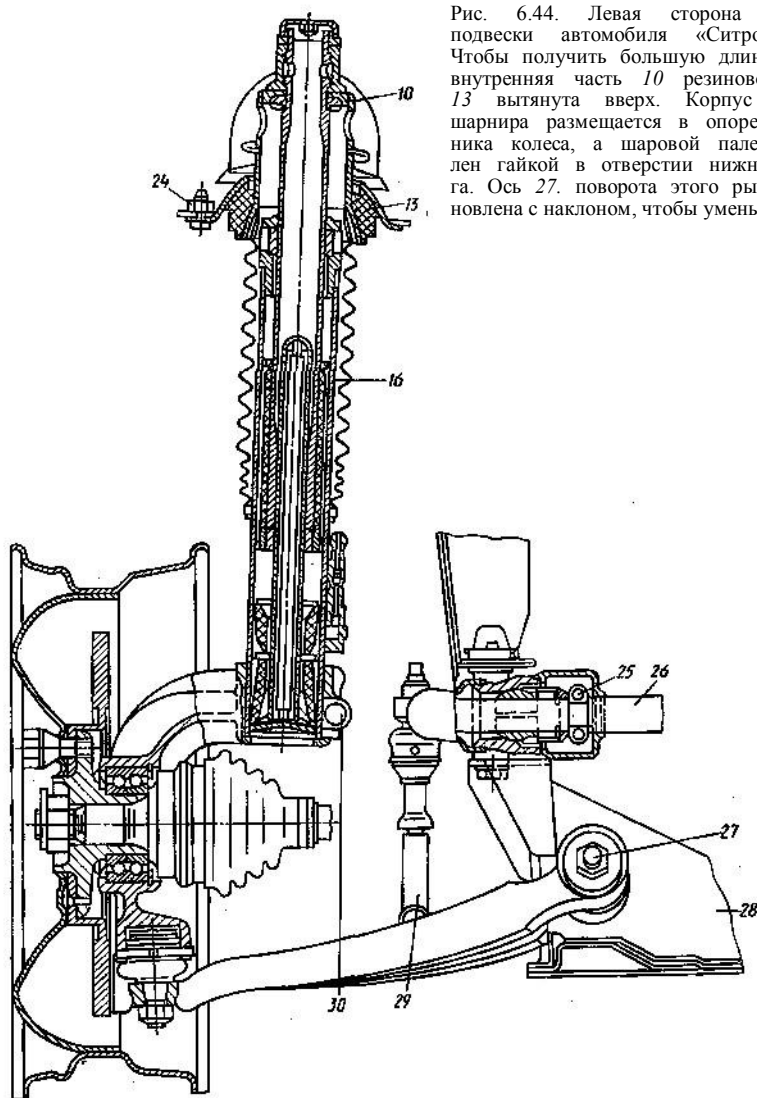


Рис. 6.44. Левая сторона передней подвески автомобиля «Ситроен ВХ». Чтобы получить большую длину стойки, внутренняя часть 10 резиновой опоры 13 вытянута вверх. Корпус нижнего шарнира размещается в опоре подшипника колеса, а шаровой палец закреплен гайкой в отверстии нижнего рычага. Ось 27. поворота этого рычага установлена с наклоном, чтобы уменьшить

как приподнимание передка при разгоне, так и опускание при торможении (см. также рис. 2.61). Жесткость составляет $9,4 \text{ Н/мм}$ и частота собственных колебаний 48 мин^{-1} без нагрузки и 50 мин^{-1} при допустимой нагрузке. Подвеска очень мягкая и для ограничения бокового крена кузова применен стабилизатор 26 диаметром 22,5 мм с короткими плечами (135 или 145 мм) и неподатливыми шарнирами (как на рулевых тягах) на стойке 29, соединяющей его с нижним рычагом. Сферическая опора спинки стабилизатора на поперечине 28 подвески также малоподатлива; она поджимается в наружном направлении пружиной, удерживаемой скобой 25

пится тремя болтами 24 на брызговике крыла кузова. Внизу упругая стойка установлена в отверстии опоры подшипника колеса; зажимной болт 30 обеспечивает надежное закрепление, а приварной кулачок 23 — правильное взаимное положение.

Если колесо совершает ход сжатия 77 мм от нормального положения, то буфер сжатия 22 приходит в контакт с резьбовым кольцом 1. При каждом ходе сжатия во внешней полости 4 возникает избыточное давление, которое через обратный клапан 21 выжимает жидкость, просочившуюся через уплотнение 20 поршня, в контур возврата утечек.

При повороте руля опора подшипника колеса вращается вместе с корпусом 16, а последний — вместе с полым поршнем 17. Корпус 16 и поршень 17 поворачиваются относительно закрепленного в резиновой опоре 13 рабочего цилиндра 12, что приводит к уменьшению трения в вертикальном направлении.

6.7.4. Подвеска ведущих колес с двухступенчатым подпрессориванием

В 1984 г. на «Галант-ройял» фирмы

европейском рынке появился автомобиль «Мицубиси»: переднеприводный автомобиль, имеющий сзади подвеску со связанными рычагами и спереди подвеску на направляющих пружинных стойках. В отличие от остальных конструкций, здесь в обеих подвесках внутри пружин размещен частично несущий пневматический упругий элемент. Он состоит из вспомогательной полости и пневматического диафрагменного баллона, который обкатывается по корпусу стойки и имеет внутри обычный резиновый дополнительный упругий элемент (рис. 6.45).

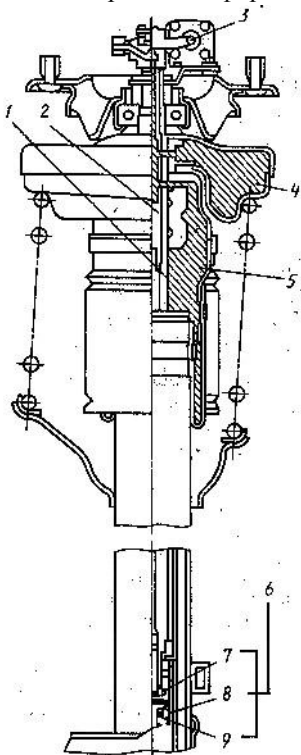


Рис. 6.45. Автомобиль «Галант-ройял» фирмы «Мицубиси»: разрез по пружине и узлу пневматического подпрессоривания. Амортизатор работает по двухтрубной схеме; между основным и вспомогательным клапанами находится постоянный дроссель, который перекрывается поворотным золотником при переключении с «мягкой» регулировки на «жесткую». Тогда амортизаторная жидкость дополнительно протекает через вспомогательный клапан и демпфирование повышается на 150%:

1 — шток; 2 — управляющая штанга; 3 — элемент управления; 4 — вспомогательная полость; 5 — пневмобаллон; 6 — клапан амортизатора; 7 — основной клапан; 8 — байпасный клапан; 9 — вспомогательный клапан

В верхней части этого узла смонтирован электропневматический клапан, который может переключать подрессоривание с «мягкой» регулировки на «жесткую». При резких поперечных кренах кузова или при интенсивном разгоне, либо внезапном торможении сенсор приводит в действие этот клапан и в доли секунды осуществляется поворот управляющей штанги, размещенной внутри полого штока. С помощью золотника штанга перекрывает постоянный дроссель в клапане амортизатора, а также перекрывает соединение между вспомогательной полостью и упругим пневмобаллоном. Теперь упругая работа совершается только этим баллоном, так что при «жесткой» регулировке жесткость подвески возрастает приблизительно на 50 %, вследствие чего уменьшаются боковые и продольные крены кузова. Этому способствует и повышение демпфирования, составляющее примерно 15 %.

Переключение с «мягкой» регулировки на «жесткую» может происходить автоматически или же осуществляться вручную.

Описанное частично несущее пневматическое подрессоривание обеспечивает еще одно преимущество: регулирование уровня и опускание кузова при скорости свыше 90 км/ч с целью уменьшения сопротивления воздуха.

6.7.5. Пневматическая подвеска ведущих колес

На рис. 6.46 показана направляющая упругая стойка производства фирмы «Фихтель и Закс» с пневмобаллоном фирмы «Континенталь». При ходах колеса этот баллон обкатывается по корпусу 17 стойки; по своей конструкции он аналогичен шине. Оболочка имеет каркас, служащий силовым элементом, и внутренний воздухонепроницаемый слой. Она крепится на корпусе 17 стойки и на корпусе 6 пневмоэлемента. Такая конструкция занимает места не более, чем обычная пружина подвески. Внутреннее рабочее давление составляет от 8 до 15 бар, и для предотвращения соскакивания или неплотности были предусмотрены буртики 4. Внутри корпуса 6, на штоке 18 установлен дополнительный упругий элемент 7. При ходе сжатия колеса он входит в контакт со стаканом 5, вставленным в корпус 17 для защиты гидравлической части. Сам амортизатор работает по двухтрубной схеме; нагружение столба жидкости в компенсационной полости 19 осуществляется давлением в пневмобаллоне, что предотвращает вспенивание амортизаторной жидкости. Чтобы предотвратить попадание этой жидкости на немаслостойкий внутренний слой диафрагменного баллона 13, под стаканом 5 предусмотрена улавливающая полость 3 для утечек, а ниже ее — дополнительный клапан 1. Отверстие 2, идущее от самой низкой точки, гарантирует полный слив; чтобы обеспечить выравнивание давления, между пневмоэлементом и компенсационной полостью 19 имеется соединительное отверстие 12 со

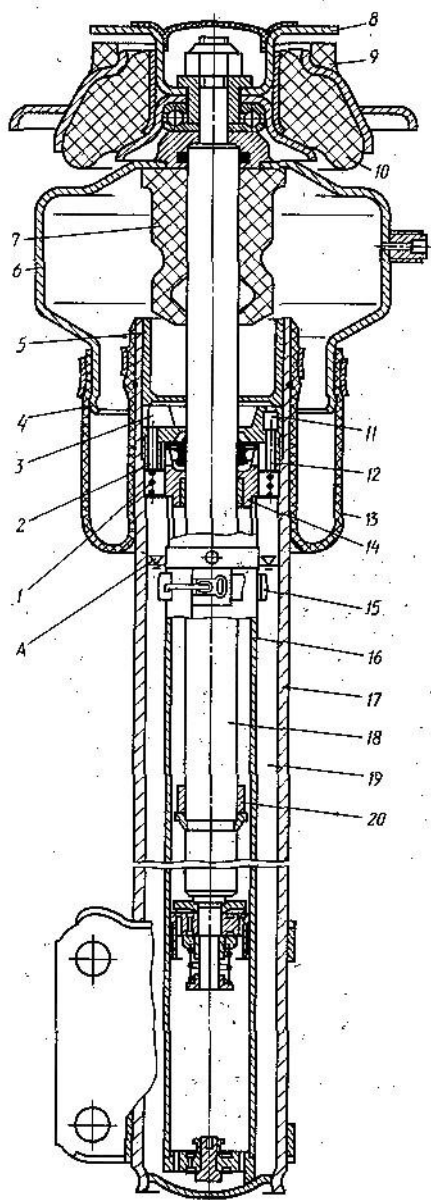


Рис. 6.46. Направляющая упругая стойка передней подвески, аналогичная установленной на экспериментальном легковом автомобиле 3-й серии фирмы «Фольксваген». Пневматическая подвеска обеспечивает постоянную частоту колебаний кузова ($n=60 \text{ мин}^{-1}$) и зависящее от нагрузки демпфирование, а кроме того, изменение высоты, регулирование уровня и опускание кузова с целью снижения сопротивления воздуха. Хорошо видны «связанная» верхняя опора стойки, резиновая подушка 10 и детали 8, 9 ограничения хода отбоя:

A — уровень амортизаторной жесткости

вставленной в него воздухопроницаемой пробкой 11 из металлокерамики. Трение в направляющей 14 штока снижено за счет тефлоновой втулки, выше которой размещено обычное уплотнение. Буфер отбоя 20 установлен на штоке. При увеличении нагрузки повышается давление в пневмоэлементе. Благодаря отверстию 12 (драселированному металлокерамической пробкой) возрастет и внутреннее давление в амортизаторе.

Трубчатая пружина 15, работающая по принципу манометрической трубки, перекрывает постоянный дроссель в рабочем цилиндре 16 и обеспечивает таким образом повышение демпфирования в зависимости от нагрузки. Более подробно это рассматривается в [30].

6.8. ПЕРЕДНЯЯ ПОДВЕСКА НА АМОРТИЗАТОРНЫХ СТОЙКАХ

6.8.1. Преимущества и недостатки

Направляющая амортизаторная стойка в передней подвеске обладает по сравнению с пружинной стойкой рядом преимуществ:

- не требуется подшипник качения в качестве опоры, так как пружина размещается рядом с амортизаторной стойкой;

- при повороте руля поршень поворачивается в цилиндре и шток — в направляющей. За счет этого уменьшается трение, способствующее заклиниванию;

- пружины можно разместить со смещением к середине, вблизи лонжеронов основания кузова; с этим связана возможность создания благоприятной зоны деформации. Торсионы могут соединяться с рычагами в месте внутренних опор этих рычагов;

- сокращение занимаемого пространства по ширине позволяет получить более просторное подкапотное пространство, а меньшая высота конструкции — опущенный, благоприятный в аэродинамическом отношении передок;

- при той же высоте автомобиля получается большая направляющая длина; дополнительный упругий элемент или буфер сжатия может быть размещен внутри резиновой опоры;

- уменьшается масса неподрессоренных частей;

- улучшается ремонтпригодность: без снятия пружины можно заменить амортизаторную стойку, а отсоединив с одного конца эту стойку,— поменять пружину.

Этим преимуществам противостоят, однако, следующие недостатки:

- повышенная стоимость;

- трение, способствующее заклиниванию, может быть лишь уменьшено, но не устранено полностью;

- нижний несущий шарнир должен воспринимать силы во всех направлениях;

- рычаг и его внутренние опоры дополнительно нагружены вертикальными силами.

В результате этого заставить амортизаторную стойку реагировать на малые дорожные неровности труднее (что требует и больших затрат), чем направляющую пружинную стойку, хотя способствующие заклиниванию силы, ухудшающие плавность хода, могут быть уменьшены за счет уменьшения расстояния b (рис. 6.5), что вполне возможно при амортизаторной стойке.

6.8.2. Пружинная подвеска

На рис. 6.3 показана передняя подвеска мод. 200D/300E, а на рис. 6.47— мод. 190/190E фирмы «Даймлер-

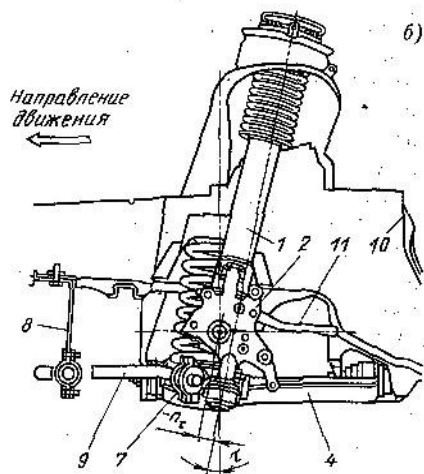
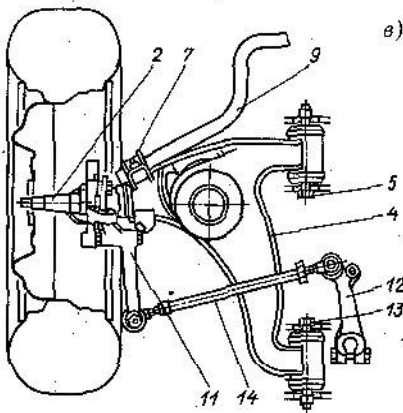
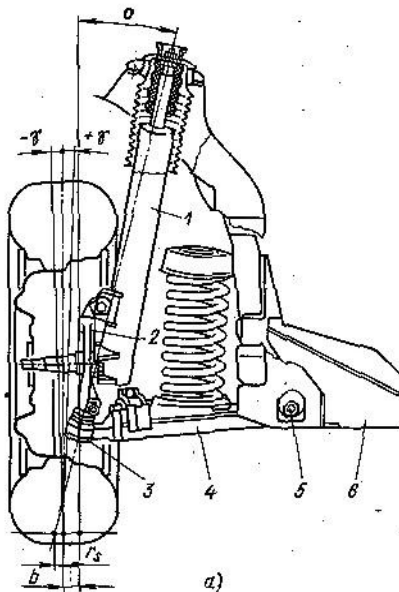


Рис. 6.47. Левая сторона передней подвески на амортизаторных стойках автомобиля «Мерседес 190/190Е».

Большая направляющая база и малое расстояние b обеспечивают небольшое трение между поршнем и цилиндром, а также штоком и направляющей. Цилиндрическая пружина установлена на поперечном рычаге 4, а вверх опирается через приварную чашку на лонжерон 10 (в основании кузова), который в этом месте связан поперечиной 6 с правой стороной. Плечи показанного на рис. 2.17 стабилизатора 9 через резиновые опоры 7 крепятся к рычагам 4; два податливых 8 осуществляют крепление спинки стабилизатора к кузову. Здесь обозначены вынос колеса, углы развала и продольного наклона оси поворота, а также плечо обкатки $r_s = -14$ мм. Поворотом эксцентриковых болтов 5 и 13 в одном направлении можно регулировать развал, а их поворотом в

противоположном направлении — продольный наклон оси поворота. Значение последнего угла хотя довольно большое ($\tau = 10^\circ 10'$), зато обеспечивает благоприятное расположение центра продольного крена (см. рис. 5.5) и связанную с этим 20 %-ную компенсацию продольного крена при торможении. Другие данные подвески в конструктивном положении; развал $\gamma = 0^\circ 30'$; схождение $\delta = +25'$; общий ход подвески $s_g = 200$ мм; высота центра крена $h_{ov} = 106$ мм; передаточное отношение от колеса к пружине ($i_F = 2,1$; передаточное отношение от колеса к амортизатору $i_D = 1,02$; плечо продольной силы $r_a = 56$ мм; вылет оси поворота $r_k = 28$ мм; угол, определяющий продольное смещение колеса при ходе подвески, $2^\circ 12'$; неподдресоренные массы $m_{ov} = 58,5$ кг. Эта подвеска легче, чем на сравнимых легковых автомобилях. Подробное описание газонаполненной амортизаторной стойки дается в [30]; а — вид сзади; б — вид сбоку; в — вид сверху; А — направление движения; γ — развал; σ — поперечный наклон оси поворота; $-n_T$ — вынос колеса; 1 — амортизаторная стойка; 2 — опора подшипника колеса; 3 — несущий шарнир; 5 — эксцентриковый болт передней опоры (регулировка развала); 11 — поворотный рычаг; 12 — сошка рулевого управления; 13 — эксцентриковый болт задней опоры (регулировка продольного наклона оси поворота); 14 — левая тяга

Бенц». Не показанный здесь дисковый тормоз с плавающей скобой и поперечный наклон оси поворота $\sigma=13^{\circ}34'$ позволили сместить несущий шарнир 3 в пространство колеса и получить отрицательное плечо обкатки 14 мм, а также укоротить отрезок b . Кроме того, амортизаторная стойка 1 придвинута вплотную к опоре подшипника колеса и соединяется с ней в трех точках болтами. Стабилизатор 9 в точке 7 закреплен хомутиком на нижнем рычаге 4; требуемая компенсация изменения длины при ходах подвески осуществляется качающимся кронштейном 8. Последний выполнен из пружинной стали, обладает податливостью в продольном направлении, но оказывает требуемое сопротивление воздействию вертикальных сил. Детально эта подвеска изображена на рис. 2.8, 2.48, 2.49, 2.52, 2.67, 2.126, 6.33 и 6.34.

6.8.3. Торсионная подвеска

Чтобы получить мягкую подвеску с жесткостью $c_0 = 23,3$ Н/мм, фирма «Фиат» применяла на мод. 130,

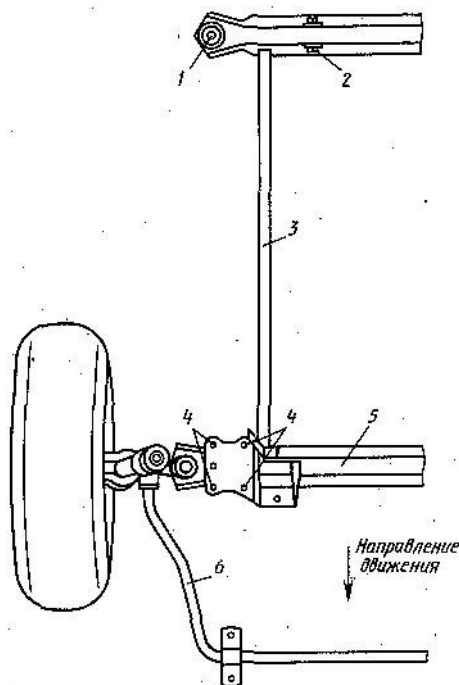


Рис. 6.48. Передняя подвеска комфортабельного легкового автомобиля высокого класса «Фиат 130». Буфера отбоя и сжатия упираются в поперечные рычаги; брызговики крыльев воспринимают здесь только усилия демпфирования

выпускавшейся с 1970 по 1977 гг., длинные торсионы 3 (рис. 6.48). Общий ход подвески составлял 160 мм, что на сегодняшний день следует считать недостаточным для автомобиля такого класса. Концы торсионов 3 закреплялись в поперечине (рис. 6.49, позиции общие с рис. 6.48), которая в точках 1 через резиновые шумоизолирующие подушки 8 соединялась с кузовом (см. также рис. 5.27—5.29).

С помощью шестигранника 2 можно было через эксцентрик 7 регулировать высоту кузова. Для облегчения сборки, связи нижних рычагов и восприятия передней опоры двигателя служила поперечина 5 подвески, которая в точках 4 крепилась болтами к основанию кузова. Продольные силы воспринимались расположенным перед осью колес стабилизатором 6.

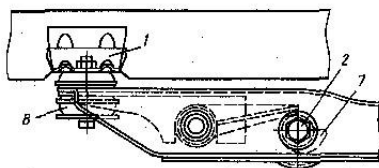


Рис. 6.49. Поворотом шестигранныка 2 на автомобиле «Фиат 130» можно с помощью эксцентрика 7 регулировать высоту кузова

В 1964 г. фирма «Порше» выпустила мод. 911 с торсионной передней подвеской. Малое пространство, занимаемое амортизаторными стойками по ширине, позволило на этом заднемоторном автомобиле увеличить багажник. Жесткое подрессоривание и уменьшенная нагрузка на переднюю ось позволили применить короткие торсионы, которые уместились внутри продольных трубок, к которым приварены треугольные рычаги. В передней подвеске ведущих колес на автомобиле «Хонда-цивик», в отличие от «Порше-911», продольные трубки продолжены назад (рис. 6.50). Амортизаторные стойки 6 установлены в отверстия опор подшипника колес; снизу в эти опоры вставлены несущие шар-

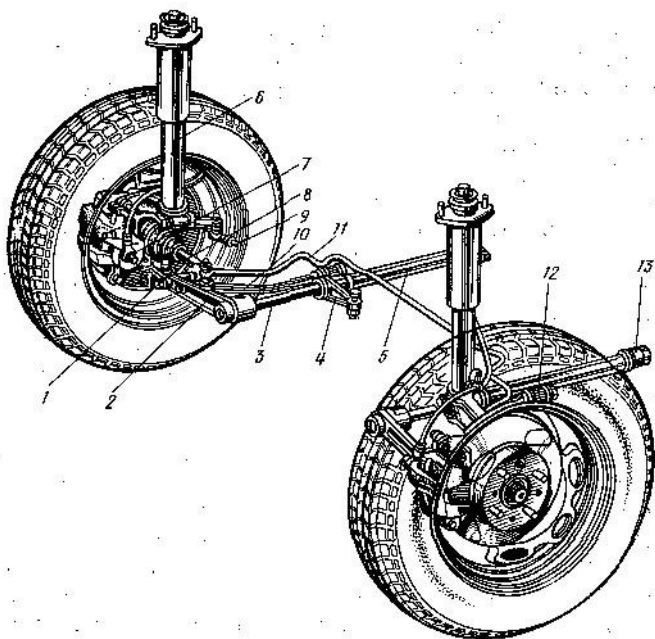


Рис. 6.50. Передняя подвеска автомобиля «Хонда-цивик» с торсионами, имеющими устройство для регулирования высоты кузова. Под амортизаторными стойками проходят полуоси 8. Стабилизатор 11 опирается на направляющие рычаги 10; на рисунке видны рулевые тяги 9 заднего расположения и тормозной суппорт 7. Установочные данные: схождение 0 ± 3 мм, развал $0^\circ \pm 1^\circ$, продольный наклон оси поворота $2^\circ 20' \pm 1^\circ$, плечо обкатки минус 5 мм

ниры 1. Указанные шарниры опираются на направляющие рычаги 10, которые соединены болтами с консолями 2. Они изготовлены из стальной полосы, жесткой на изгиб в вертикальном направлении, но податливой в продольном. Под действием сил сопротивления качению и тяговых эта плоская консоль проявляет податливость, чтобы задняя направляющая опора 12 могла воспринимать жесткое качение радиальных шин. Торсионы 3, имеющие на обоих концах мелкошлицевый профиль, размещены в трубках 5, которые установлены задним торцом в скользящей опоре 13, а спереди снабжены рычагами 4. Болты в этих рычагах служат для регулирования высоты кузова. Торсионы 3 закреплены спереди в консолях 2, т. е. упругую работу выполняют совместно эти торсионы и трубки 5. Преимуществами этой конструкции можно считать малую монтажную высоту и небольшую податливость при осуществлении направляющих функций.

6.9. ЗАДНИЕ ПОДВЕСКИ НА НАПРАВЛЯЮЩИХ ПРУЖИННЫХ И АМОРТИЗАТОРНЫХ СТОЙКАХ

6.9.1. Конструктивные особенности

Наряду с подвесками со связанными рычагами направляющие пружинные и амортизаторные стойки получили распространение в задних подвесках переднеприводных автомобилей. В отличие от передних подвесок, здесь:

отсутствует подшипник качения в верхней опоре;

могут быть применены более длинные, почти до середины автомобиля, поперечные штанги, обуславливающие более благоприятное изменение схождения и развала, а также меньшее опускание центра крена при нагружении (см. рис. 5.3 и 6.5);

наружные точки штанг могут быть значительно смещены в пространство колеса и за счет этого получены небольшие размеры b (см. рис. 6.13 и 6.47);

багажник может быть опущен, а при амортизаторных стойках еще и расширен;

за счет жесткости резиновых элементов и соответствующего расстояния между точками крепления тяг к опоре подшипника колеса (точки 5 и 6 на рис. 6.51) необходимо предотвращать нежелательный эластичный поворот колес.

За счет соответствующего взаимного положения обеих поперечных штанг можно осуществить эластокинематическое изменение схождения под действием боковых и тормозных сил. Продольные силы почти на всех задних подвесках с направляющими стойками воспринимаются специальными штангами, которые на передних концах имеют резиновые опоры с прогрессивной характеристикой упругости для изолирования кузова от жесткого качения радиальных шин (см. рис. 2.79). Эта продольная податливость

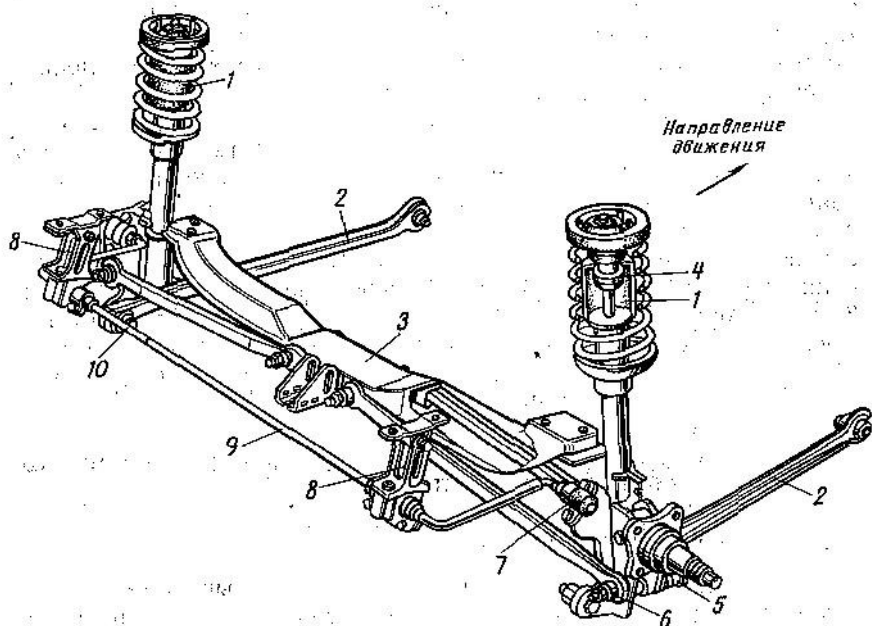


Рис. 6.51. Задняя подвеска на пружинных стойках автомобиля «Лянчун-дельта» с поперечными штангами одинаковой длины, закрепленными на поперечине 3 близко к середине и изготовленными из профилированного листового материала. Для обеспечения устойчивого прямолинейного движения нужно возможно большее расстояние между точками 5 и 6 на опоре подшипника колеса. Точки крепления 10 продольных штанг 2 расположены позади центров колес, как и точки крепления 7 стабилизатора 9. Спинка стабилизатора через кронштейн 8 шарнирно закреплена на кузове. Буфер сжатия 4 упирается здесь в стойку сверху и прикрыт кожухом 1. Крепление всего узла к кузову осуществляется с помощью поперечины 3

приводит к тому, что под действием тормозных сил колеса несколько смещаются назад. Когда поперечные рычаги расположены на виде сверху косо (рис. 6.52), то на колесе может возникнуть небольшой угол δ_h положительного схождения, если тормозная сила F_b на плече r_b не образует поворотный момент противоположного, направления (рис. 6.53). Фирма «Мазда» предусматривает такую установку рычагов на мод. 323. Фирма «Тоёта» на всех переднеприводных автомобилях смещает параллельные поперечные штанги дальше назад (рис. 6.54), чтобы подвеска способствовала недостаточной поворачиваемости под действием боковых сил. При движении на повороте в точках контакта колес возникают повышенные силы сопротивления качению F_{Rk} , которые смещают поперечный рычаг 2 и штангу 3 немного назад (рис. 6.55) вследствие податливости эластичных опор в точках крепления продольных штанг 1. Скошенные теперь детали 2 и 3 дополнительно нагружаются боковыми силами: наружное на повороте

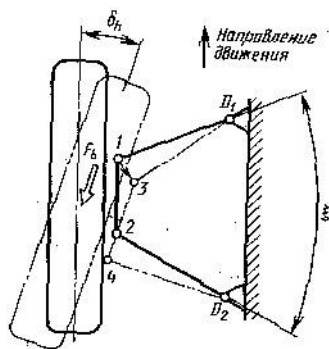


Рис. 6.52. Если в задней подвеске на пружинных или амортизаторных стойках опоры не показанных здесь продольных штанг имеют податливость, а поперечные штанги установлены со взаимным углом скоса E («угол стреловидности»), то колесо под действием тормозной силы F_b смещается назад. Внешняя точка передней поперечной штанги описывает дугу относительно опорной точки D_1 на кузове и, смещаясь из положения 1 в положение 3, тянет за собой внутрь опору подшипника колеса. Задняя внешняя точка вращается вокруг D_2 , перемещаясь при этом наружу (из положения 2 в положение 4). Оба эти перемещения вместе привели бы к появлению небольшого угла положительного схождения δ_h , если бы отсутствовал момент $M_b = F_b r_b$ обратного направления

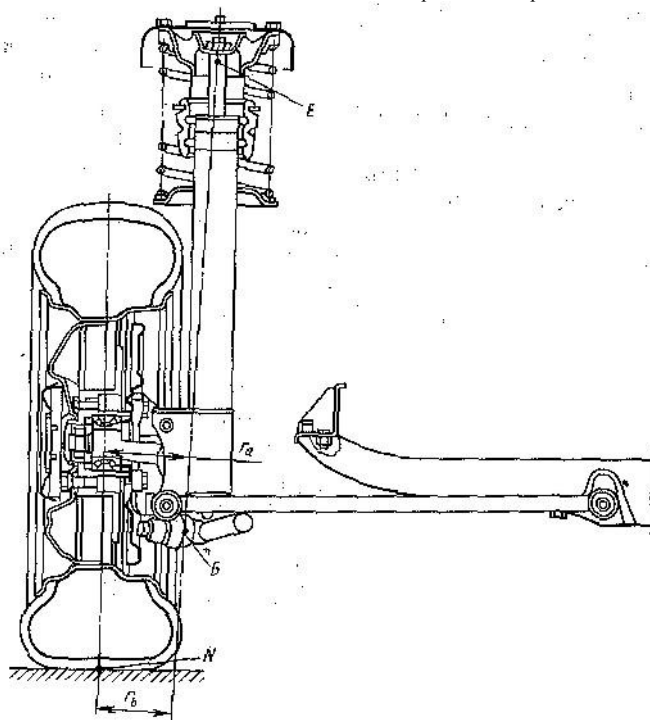
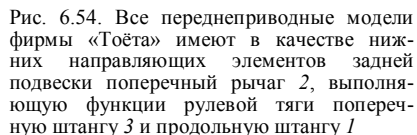


Рис. 6.53. На виде сзади «плечо тормозной силы» для задней подвески есть расстояние от точки N до продолжения прямой EG . Вверху положение точки E определяется центром места крепления штока, внизу точка G есть точка крепления продольной штанги к опоре подшипника колеса. «Плечо продольной силы» r_a относится к центру колеса. Чем дальше в пространство колеса может быть вдвинута точка G , тем меньше будут r_b и r_a , а вместе с ними и моменты, поворачивающие колеса в направлении отрицательного схождения. Здесь имеются в виду момент тормозной силы $M_b = F_b r_b$ или момент сил сопротивления качению F_R либо составляющей F_{Gx} боковой силы: $M_R = F_R r_a$ или $M_R = F_{Gx} r_a$ (см. рис. 5.1 и 5.2)



колесо — силой F_{sa} и внутреннее — силой F_{si} . Эти силы, смещенные на величину n_R сноса реакции (обусловленного деформацией шины), приложены позади центра колеса; как указано в [30], n_R составляет от 10 до 40 мм и уменьшается с ростом скорости движения на повороте (т. е. с увеличением углов увода шины). Таким образом, небольшие при медленном движении на повороте боковые силы приложены с большим смещением назад, они на 70 % нагружают слегка скошенный поперечный рычаг 2 и на 30 % — штангу 3. Опоры рычага 2 упруго деформируются и наружное заднее колесо слегка поворачивается в направлении положительного схождения (рис. 6.56). На внутреннем колесе сила F_{si} направлена изнутри наружу, и на нем возникает отрицательное схождение. Если водитель увеличивает скорость, то расстояние между опорами продольной штанги 1 еще больше увеличивается; кроме того, возрастают углы увода и отрезки n_R уменьшаются.

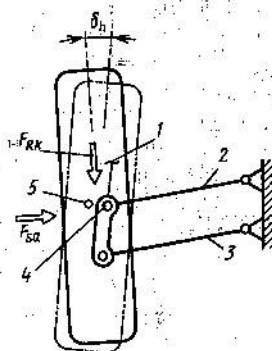
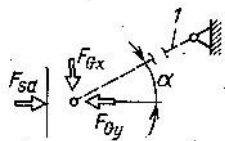


Рис. 6.55. Под действием возросшей на повороте силы сопротивления качению F_{Rk} опоры продольной штанги упруго деформируются, точка 5 перемещается в положение 4 и центр колеса несколько сдвигается назад

Рис. 6.56. Под действием боковой силы F_{sa} на наружном колесе, приложенной несколько позади центра колеса, опоры поперечного рычага 2 обнаруживают большую податливость, чем опоры штанги 3; точка 5 перемещается в положение 4, и возникает угол схождения δ_b

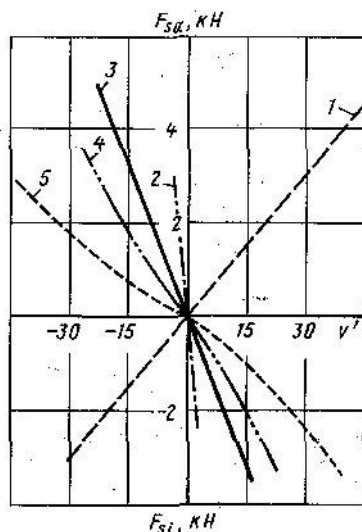
Рис. 6.57. Чем больше угол скоса α поперечного рычага 1, тем больше направленная назад составляющая $F_{Gx}F_{Gy}=F_{sa}$; $F_{Gx}=F_{Gy}\operatorname{tg} \alpha$.



Точки приложения боковых сил на наружном и внутреннем колесах смещаются вперед; они сильнее нагружают поперечные рычаги 2 и разгружают штанги 3. В конечном счете положительное схождение на наружном колесе увеличивается, а на внутреннем устанавливается отрицательное схождение. Кроме того, показанная на рис. 6.55 точка 5 перемещается дальше назад, и поперечный рычаг 2 перекашивается на виде сверху еще больше. Возникает составляющая F_{Gx} силы, способствующая описанному отклонению (рис. 6.57). Таким образом, положение рычагов, передающих поперечные силы между колесами и кузовом, обуславливает зависящее от скорости движения изменение схождения, способствующее недостаточной поворачиваемости (рис. 6.58). Совершенно противоположный процесс происходит на автомобилях, оснащенных подвеской со связанными рычагами («Опель-кадет» и «Фиат-уно») и на «Рено 9» с подвеской на продольных рычагах. Под действием боковых сил на повороте возникает на наружном колесе небольшое отрицательное схождение, а на внутреннем — некоторое положительное схождение. В результате такая подвеска способствует (конечно, в слабой степени) избыточной поворачиваемости под действием боковых сил. Как показали замеры, фирма «Опель» на автомобиле «Кадет» сглаживает это явление за счет того, что под действием бокового крена кузова колеса

Рис. 6.58. боковые силы, приложенные в центре контакта колеса, приводят на автомобиле «Тоёта-королла» к появлению положительного схождения на наружном колесе, а на остальных обследованных автомобилях — к появлению отрицательного схождения. Эти автомобили имеют подвеску на связанных рычагах («Опель-кадет» на рис. 4.21, «Фиат-уно»), на направляющих пружинных стойках («Лянчия-дельта», рис. 6.511 или на продольных рычагах («Рено-9», рис. 7.12). Если боковая сила направлена изнутри наружу, то вместо положительного схождения возникает отрицательное:

1 — «Тоёта-королла»; 2 — «Лянчия-дельта»; 3 — «Опель-кадет D»; 4 — «Рено-9»; 5 — «Фиат-уно»



поворачиваются в противоположную сторону. Автомобиль «Лян-чия-дельта» имеет показанные на рис. 6.51 направляющие пружинные стойки; такая подвеска ведет себя нейтрально, если, как на всех других автомобилях, боковая сила приложена точно под центром колеса. Снос реакции при этом равен нулю. Если же снос реакции принимает свои обычные значения, то все показанные на рис. 6.58 кривые поворачиваются в направлении против часовой стрелки; дополнительно проведенные замеры подтвердили этот теоретический вывод.

6.9.2. Подвеска ведомых колес

Вместо показанных на рис. 6.51 двух поперечных штанг может быть предусмотрен с каждой стороны один рычаг (рис. 6.59); внешние опорные точки здесь тоже должны быть разнесены. Опора, устанавливаемая фирмой «Хонда» на автомобиле «Прелюд», соответствует рис. 2.66. Здесь оба сайлент-блока имеют большую базу. На жесткие рычаги такой подвески могут опираться короткие пружины, если нужно получить широкий багажник (рис. 6.60). Применяемые в таком случае направляющие амортизаторные стойки требуют меньше места по ширине, чем пружинные стойки; недостатком же можно считать дополнитель-

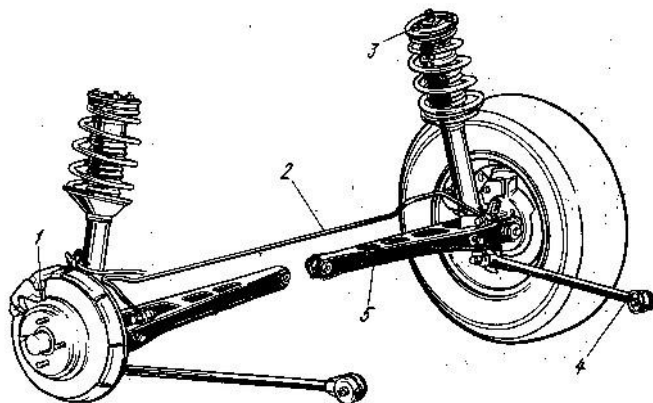


Рис. 6.59. Задняя подвеска на пружинных стойках автомобиля «Хонда-прелюд» с поперечными рычагами, разнесенные наружные точки крепления которых вдвинуты далеко в пространство колеса и находятся примерно на высоте центра колеса. За счет этого достигается высокое расположение центра поперечного крена, а за счет большой длины рычагов — благоприятные кинематические свойства. Для получения центра продольного крена продольные штанги установлены с некоторым наклоном (см. рис. 6.8); их передние опоры воспринимают жесткое качение радиальных шин. Задние опоры этих штанг расположены под демпфирующими частями стоек, имеющих клеммовое соединение с опорами подшипника колеса:

1—задняя тормозная скоба; 2—стабилизатор; 3—пружинная стойка; 4—продольная штанга; 5—поперечный рычаг

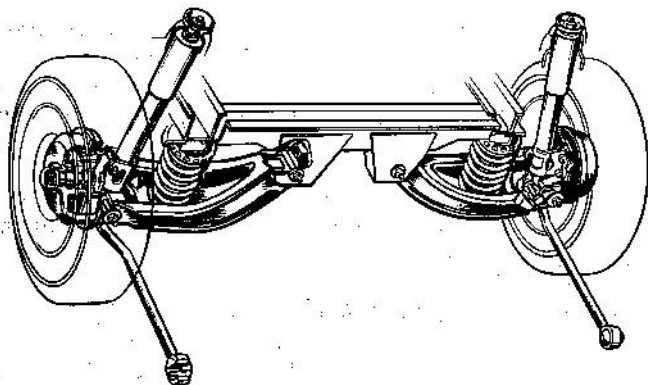


Рис. 6.60. Задняя подвеска автомобиля «Форд-эскорт». Амортизаторная стойка соединяется с опорой подшипника колеса двумя болтами. Средняя часть U-образных поперечных рычагов опущена для низкой посадки пружин с целью получения ровного пола багажника; пружины опираются на лонжероны. Резиновые опоры в передних проушинах продольных штанг воспринимают жесткое качение радиальных шин

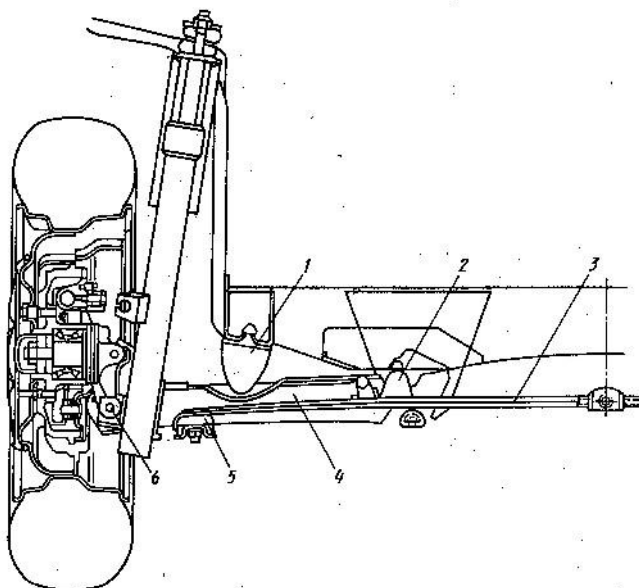


Рис. 6.61. Задняя подвеска мод. «Ритмо» и «Регата» фирмы «Фиат» с поперечной рессорой стабилизирующего действия. Амортизаторные стойки соединяются болтами с опорами подшипника колеса. Нижние из этих болтов одновременно фиксируют внутренние втулки упорных сайлент-блоков, которые запрессованы в поперечные рычаги 4. Снизу к этим рычагам привернуты кронштейны, на которые через резиновые прокладки 5 опирается поперечная рессора 3. Опоры 2 рессоры на кузове далеко разнесены для получения высокого стабилизирующего действия. Буфера сжатия 1 упираются в рычаги. Установочные параметры: развал — $30^{\circ} \pm 20'$, схождение (2 ± 2) мм

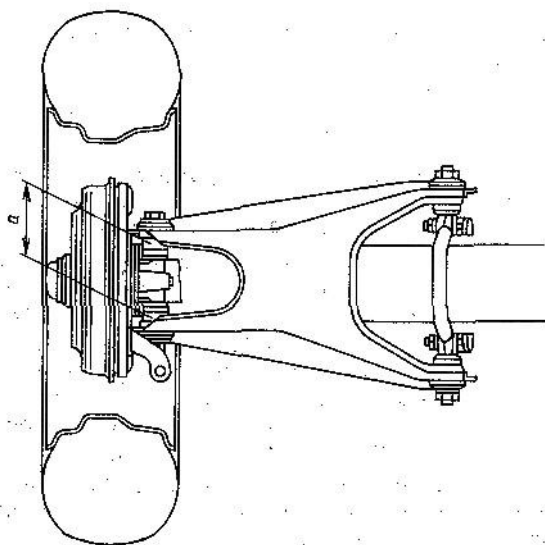


Рис. 6.62. На мод. «Ритмо» и «Регата» фирмы «Фиат» роль нижних направляющих элементов выполняют поперечные рычаги с широкой опорной базой. Здесь обозначено расстояние a между внешними опорными точками рычага: чем больше это расстояние, тем меньше вызываемое продольными силами изменение схождения. С этим связано улучшение устойчивости прямолинейного движения и ослабление тенденции к избыточной поворачиваемости под действием боковых сил

ное нагружение внутренних и внешних опор поперечных рычагов вертикальными силами. Еще компактнее поперечная рессора (рис. 6.61 и 6.62), которая, будучи расположена под рычагами, крепится к кузову в двух точках. Одновременно она заменяет обычно устанавливаемый в задней подвеске переднепри-

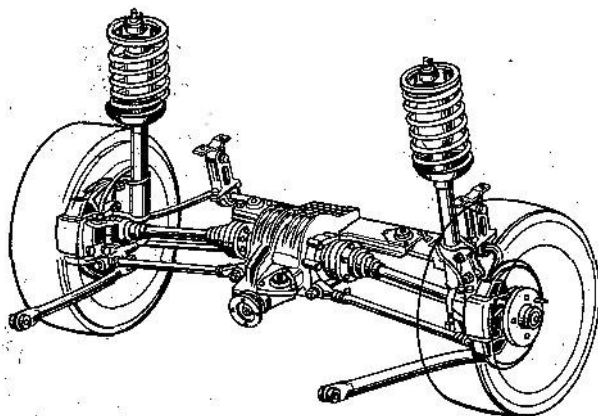


Рис. 6.63. Задняя подвеска на пружинных стойках полноприводного автомобиля «Лянция-дельта турбо 4×4», которая по своей конструкции аналогична подвеске ведомых колес. Поперечные штанги имеют регулируемую длину для установки заданных значений развала и схождения. Внутренние шарниры поперечных штанг опираются вблизи середины автомобиля на картер главной передачи, который через три резиновых опоры крепится к кузову

водных автомобилей стабилизатор. Подробно этот вид упругого элемента изображен на рис. 5.33 и 5.34.

6.9.3. Подвеска ведущих колес

Подвески на направляющих стойках ведущих задних колес до сих пор встречались реже, чем более распространенные подвески ведомых задних колес. Фирма «Фиат» применяла такую конструкцию с 1970 до 1977 г. на мод. 130 и устанавливает ее еще и в настоящее время на автомобиле «Кампаньола». Так же как этот многоцелевой автомобиль высокой проходимости, целый ряд появившихся в последнее время полноприводных легковых автомобилей имеет в задней подвеске направляющие пружинные или амортизаторные стойки. Фирма «Ауди» предусматривает на мод. «80/90 кватро» пружинную стойку, аналогичную передней, а фирма «Лянчия» на автомобиле «Дельта 4×4 турбо» — конструкцию, разработанную на базе стойки ведомых колес (рис. 6.63 и 6.51). Фирма «Субару» выпустила мод. «Джусти» с задней подвеской на амортизаторных стойках (рис. 6.64); смещение демпфирующей части стоек за ось колес обуславливает хорошие направляющие свойства. Описание других полноприводных легковых и грузовых автомобилей дается в [33].

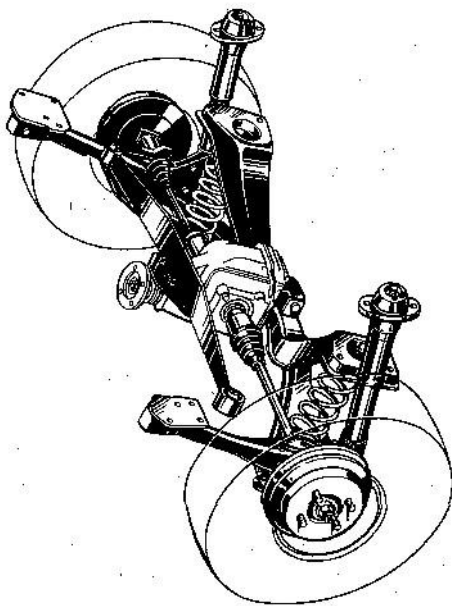


Рис. 6.64. Задняя подвеска полноприводного автомобиля «Субару-джусти». Чтобы получить проход для полуосей и большую направляющую базу стоек, амортизаторные стойки размещены позади осей колес. Их наклон обеспечивает дополнительное преимущество: благоприятное положение центра продольного крена, т. е. уменьшение продольного крена при торможении. Картер главной передачи подвешен спереди к широкой траверсе с двумя резиновыми опорами, а сзади опирается на третью опору. Эта опора установлена на поперечине, на которую опираются также пружины подвески

7. ПОДВЕСКА НА ПРОДОЛЬНЫХ РЫЧАГАХ

7.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

При этой конструкции подвески с каждой стороны автомобиля имеется расположенный в направлении движения продольный рычаг с поворотной опорой на поперечине подвески или на кузове. Такой рычаг должен воспринимать силы во всех направлениях и испытывает высокие нагрузки на изгиб и кручение, тем не менее под воздействием вертикальных и боковых сил развал и схождение не должны изменяться. Этого можно достичь жестким на изгиб и кручение коробчатым профилем (см. рис. 2.35) или применением литого рычага вместе с двумя максимально разнесенными жесткими в радиальном направлении опорами (поз. 4 на рис. 7.1, поз. 2, 4 на рис. 2.36).

Подвеска на продольных рычагах сравнительно проста и часто применяется на переднеприводных автомобилях в качестве задней подвески. Она дает возможность выполнить ровным пол кузова и расположить между рычагами топливный бак или запасное колесо. Если оси качания продольных рычагов параллельны плоскости дороги, то при ходах сжатия и отбоя колес не происходит никаких изменений колеи, развала и схождения, лишь база незначительно укорачивается. За счет длины рычагов r можно влиять на прогрессивность характеристики упругости (рис. 7.2) и получать более благоприятные параметры колебаний при нагрузке. Точки качания рычагов являются одновременно центрами продольного крена O , т. е. при торможении задняя часть кузова в этом месте подтягивается вниз (см. рис. 3.38).

Недостатком является низкое (на уровне дороги) положение центра поперечного крена; кроме того, при движении на повороте колеса сильнее наклоняются вместе с кузовом, чем при других независимых подвесках (см. рис. 4.10, 4.11). Вертикальные силы, увеличивающиеся при ходе сжатия и уменьшающиеся при ходе отбоя, вызывают различное нагружение на кручение продольного рычага; последний скручивается, и происходит изменение развала, которое приводит к уменьшению возможности передачи шиной боковых сил. Коэффициент изменения развала при крене составляет в среднем $\Delta\gamma_e/\Delta\phi \approx 1,05$. Кроме того, надо учитывать, что боковая сила F_s дополнительно отжимает внешнее на повороте

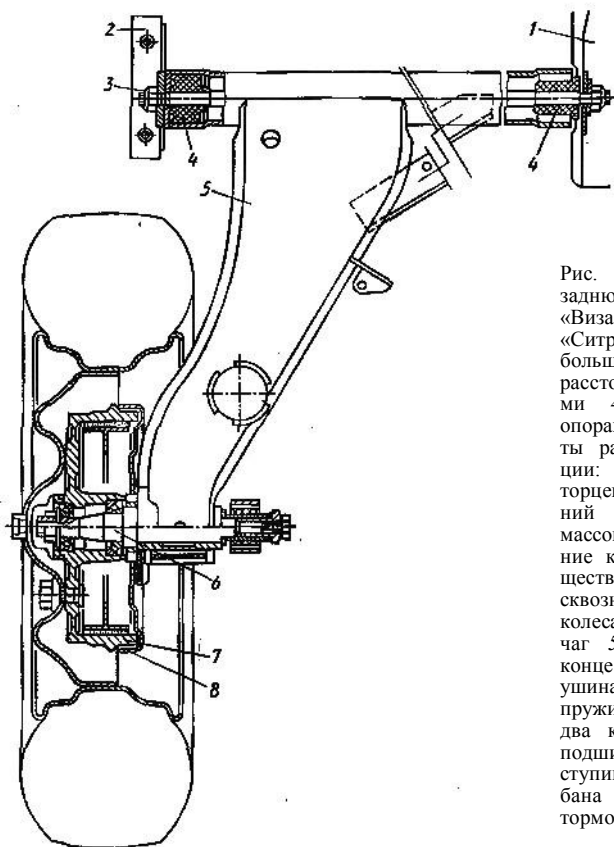


Рис. 7.1. Вид сверху на заднюю подвеску мод. «Виза» и *LNA* фирмы «Ситроен». Рычаг имеет большую опорную базу — расстояние между опорами 4. Установленные в опорах резиновые элементы различны по конструкции: внутренний имеет торцевой буртик, а внешний опирается на пластмассовую шайбу. Крепление к деталям 1 и 2 осуществляется с помощью сквозной оси 3. Цапфа 6 колеса запрессована в рычаг 5. На внутреннем ее конце установлена проушина амортизатора с пружиной, на внешнем — два конических роликовых подшипника для опоры ступицы тормозного барабана 7; там же виден тормозной щит 8

колесо в направлении положительного развала, а внутреннее — в сторону отрицательного, при этом $\Delta\gamma_s \approx 22'$ на 1 кН боковой силы F_s (рис. 7.3).

7.2. ЗАДНЯЯ ПРУЖИННАЯ ПОДВЕСКА

На рис. 7.4 и 7.1 показана задняя подвеска автомобилей «Виза» и *LNA* фирмы «Ситроен», которая в аналогичном виде устанавливалась и на автомобиль «Пежо 104». Рычаги этой подвески изготовлены сваркой из двух половин. Смещенные внутрь амортизаторы с пружиной крепятся на внутренних удлиненных концах цапф колес (точка 3). Получившееся расстояние между центром колеса и осью амортизатора приводит, правда, к появлению момента, который должен восприниматься обеими опорами 2 (см. рис. 4.7). Однако широкая опорная база рычага и восприятие вертикальных сил в центральной поперечной плос-

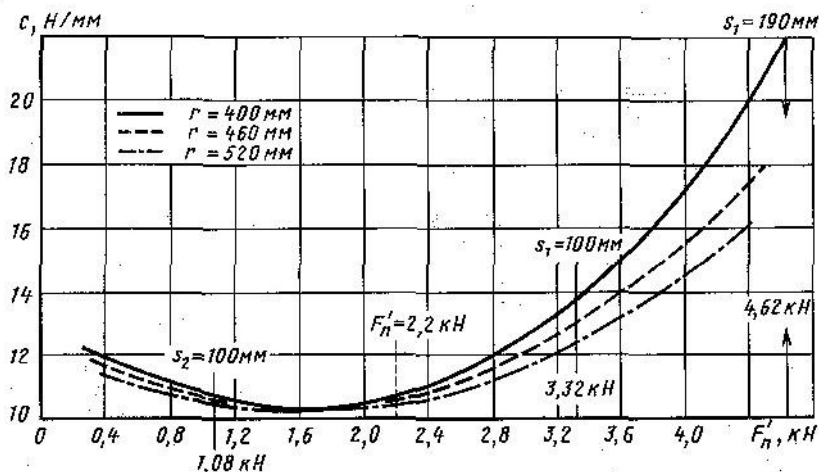


Рис. 7.2. Расчетная жесткость в зависимости от нагрузки на колесо при различной длине рычага r . Отмечены обычные хода подвески ± 100 мм, конструктивное положение рычага длиной 400 мм и проставлены соответствующие колесные нагрузки: 1,08 кН, 2,2 кН и 3,32 кН. Для наглядности расчет проведен до хода $s_1 = 190$ мм. Для обоих других рычагов получаются иные соотношения между ходами и нагрузками. При этих замерах цилиндрический торсион имел длину 1196 мм (между высаженными головками) и диаметр 22,6 мм

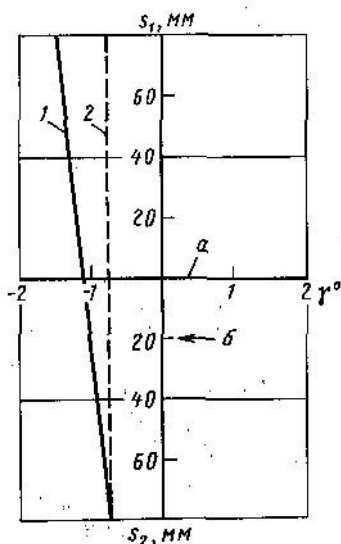


Рис. 7.3. Обусловленное упругой податливостью изменение развала, замеренное в задней подвеске автомобиля «Пежо 104». Исходя из нагрузки автомобиля в два человека по 68 кг, изменение составляет $\Delta\gamma = \pm 15$ при ходе ± 100 мм (с пружинами). Если пружины сняты, значение остается постоянным. По данным фирмы, для автомобиля без нагрузки $\gamma_0 = -1^\circ \pm 30'$: a — конструктивное положение при нагрузке в два человека; b — без нагрузки; 1 — с пружинами; 2 — без пружин

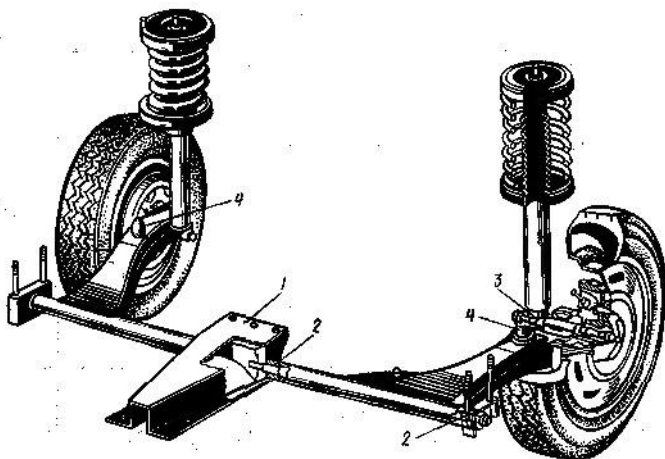


Рис. 7.4. Задняя подвеска автомобилей «Виза» и LN фирмы «Ситроен» (а также автомобиля «Пежо 104»), На коромысловых продольных рычагах с широкой опорной базой установлены смещенные вперед буфера сжатия 4

кости колеса приводят к тому, что нагрузка этих резиновых элементов не превышает допустимых пределов, так что они в состоянии осуществлять изолирование от дорожных шумов. Для крепления к кузову служат центральная опора 1 и две боковые 2 (см. рис. 7.1). Устройство амортизатора с пружиной рассматривается в [30].

Пружины, размещенные сверху на амортизаторах, сужают с боков багажник, и для предотвращения этого фирма «Тальбо» на всех переднеприводных автомобилях применяет глубоко посаженные пружины, расположенные перед осью колес (рис. 7.5). Благодаря этому хотя и возникают дополнительные силы в опорах рычагов (см. рис. 4.23), однако получается удобная погрузочная поверхность. Фирма «Мицубиси» пошла еще дальше и применила на автомобиле «Кольт» продольные рычаги, сваренные с поперечными трубами, которые — будучи вставлены одна в другую и имея опоры для относительного проворачивания — практически не допускают изменения развала и схождения при действующих на них силах (рис. 7.6). Другие преимущества этой конструкции заключаются в том, что (как и в подвеске со связанными рычагами) между подвеской и кузовом имеются только две поворотные опоры 4, а короткий стабилизатор 1 может быть просто закреплен снаружи в месте стыка левой и правой труб.

Упругие и демпфирующие элементы не обязательно должны находиться между рычагом и брызговиком крыла. Они могут располагаться в лежачем положении на своего рода поперечине, которая крепится к лонжеронам кузова. При этом отсутствуют

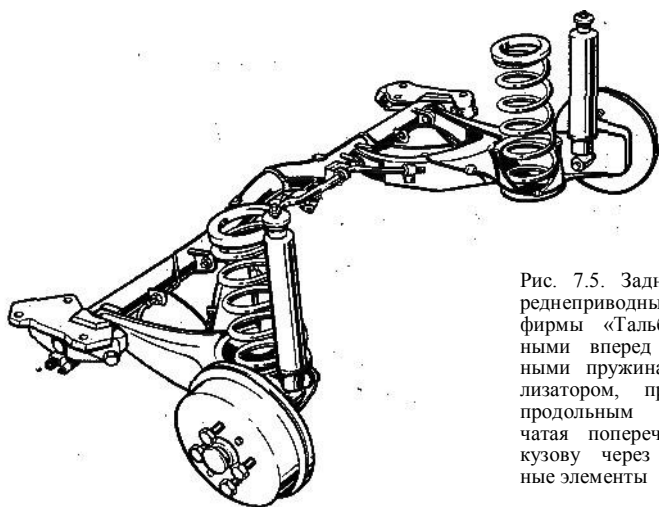


Рис. 7.5. Задняя подвеска переднеприводных автомобилей фирмы «Гальбо» со смещенными вперед низко посаженными пружинами и со стабилизатором, прикрепленным к продольным рычагам. Трубчатая поперечина крепится к кузову через шумоизоляционные элементы

боковые углубления в колесных нишах для размещения амортизаторов, сужающие пространство багажника или погрузочную поверхность. Фирма «Пежо» предусмотрела такое решение для автомобиля «305 брик». (рис. 7.7) выпуска 1980 г., а фирма «Ситроен» — для мод. 2CV, выпускаемой с 1959 г. (рис. 7.8). На

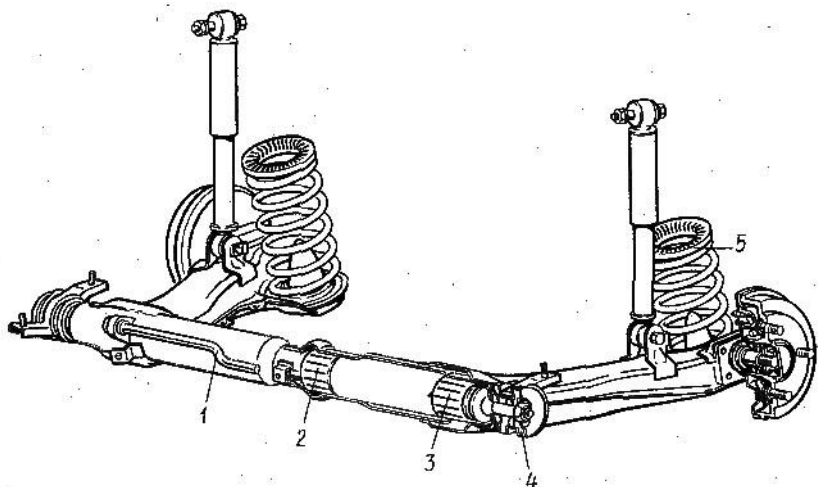


Рис. 7.6. Задняя подвеска автомобиля «Мицубиси-кольт» с опущенными пружинами, расположенными по оси колес и опирающимися на кузов через резиновые кольца 5. Буфера сжатия установлены внутри пружин, амортизаторы смещены вперед. Удлиненная часть правой поперечной трубы имеет уменьшенный диаметр для возможности опоры на нее левой трубы через подшипники скольжения 2 и 3, которые заправлены долговечным смазочным материалом. Эластичный на скручивание резиновый чехол осуществляет уплотнение между трубами в зоне подшипника 2. Боковые смещения предотвращаются опорами 4

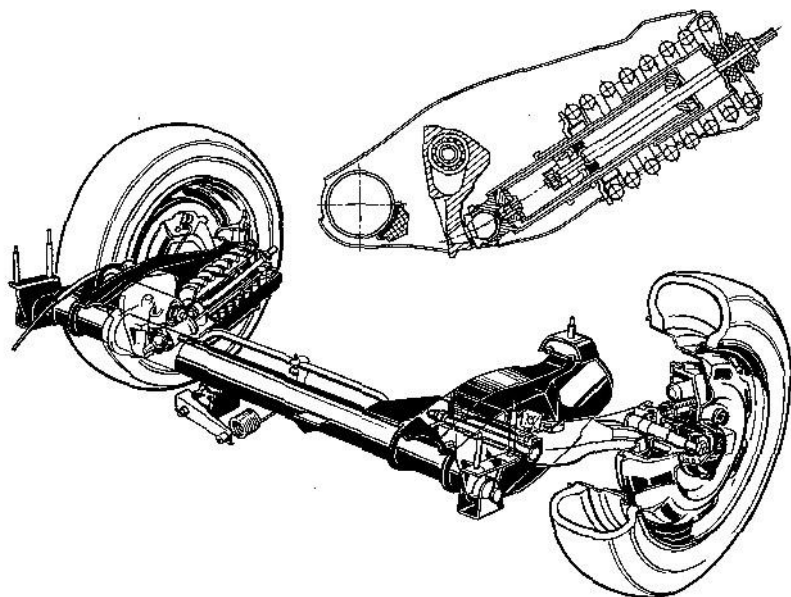


Рис 7.7. Задняя подвеска автомобиля «305 брик» фирмы «Пежо». Чтобы не уменьшать ширину погрузочной поверхности на этом автомобиле, амортизаторы с пружиной расположены с большим наклоном примерно на высоте центра колеса и через шаровой шарнир взаимодействуют с продольными рычагами. Направленные вниз передаточные рычаги относительно коротки; возникающие в связи с этим большие усилия являются причиной того, что каждый продольный рычаг опирается на два конических роликовых подшипника. Нижняя чашка пружины опирается на кольцо уголкового сечения, имеющее неразъемное соединение с корпусом двухтрубного амортизатора, а верхняя чашка расположена в месте штыревого крепления амортизатора, но не связана с ним

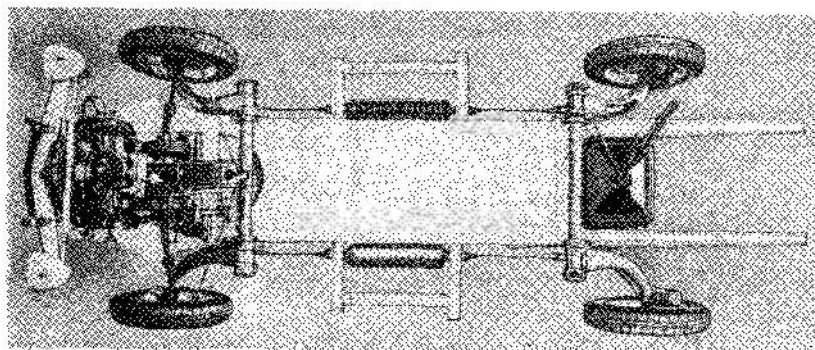


Рис. 7.8. Шасси автомобилей «Ситроен» малого класса с продольными рычагами в передней и задней подвесках, связанными через тяги с пружинами центрального расположения. Отличительной чертой этой конструкции является ее компактность

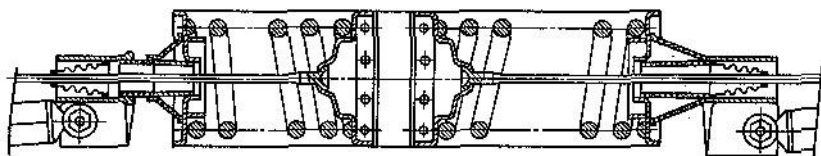


Рис. 7.9. На автомобиле «Ситроен 2CV» пружины передней и задней подвесок размещены в общем кожухе, благодаря чему силы в значительной мере взаимно уничтожаются. Снаружи с обеих сторон видны проушины горизонтально расположенных амортизаторов

этой модели передние и задние продольные рычаги опираются на трубчатые поперечины, сваренные с лонжеронами. Все четыре рычага имеют направленные вниз кронштейны, которые связаны через тяги с опорными чашками пружин. Эти тяги проходят внутри расположенных в цилиндрических кожухах пружин и нагружают их на сжатие (рис. 7.9). На обеих сторонах автомобиля силы, передаваемые через тяги, направлены в противоположные стороны и практически уравниваются, так что крепление кожухов пружин к основанию кузова испытывает лишь небольшие нагружения. Длина тяг регулируется, за счет чего можно изменять высоту кузова.

7.3. ПЕРЕДНЯЯ ПРУЖИННАЯ ПОДВЕСКА

В случае применения подвески на продольных рычагах для передних колес недостатком является увеличение продольного наклона оси поворота при ходе сжатия и уменьшение при ходе отбоя (рис. 7.10 и 7.11). За счет этого изменяются силы, действующие в рулевом управлении: на наружном при повороте колесе, совершающем ход сжатия, увеличивается возвратный момент. Указанный недостаток является, вероятно, причиной того, что простая и экономичная в изготовлении подвеска на продольных рычагах применяется для передних колес только на относительно

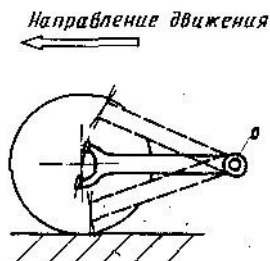
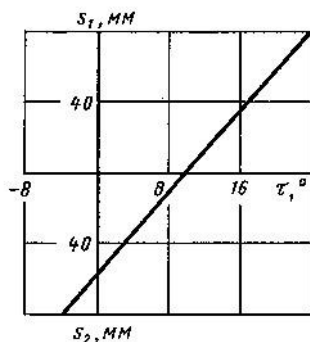


Рис. 7.10. Подвеска на одинарных продольных рычагах передних колес обуславливает нежелательное большое изменение продольного наклона оси поворота

Рис. 7.11. Изменение продольного наклона оси поворота в зависимости от ходов сжатия s_1 и отбоя s_2 на автомобиле «Ситроен 2CV». При нагрузке в два человека этот угол составляет $9^\circ 50'$, при ходе сжатия 80 мм он увеличивается до $23^\circ 30'$, а при ходе отбоя 80 мм принимает отрицательное значение (-4°)



легких и «тихоходных» легковых автомобилях. В отличие от этого, подвеска на двойных продольных рычагах автомобиля «Фольксваген 1200L» не приводит к изменению продольного наклона оси поворота (см. разд. 9.3).

7.4. ЗАДНЯЯ ТОРСИОННАЯ ПОДВЕСКА

Требуемые для поддрессоривания поперечные торсионы отличаются чрезвычайной компактностью; кроме того, упругий

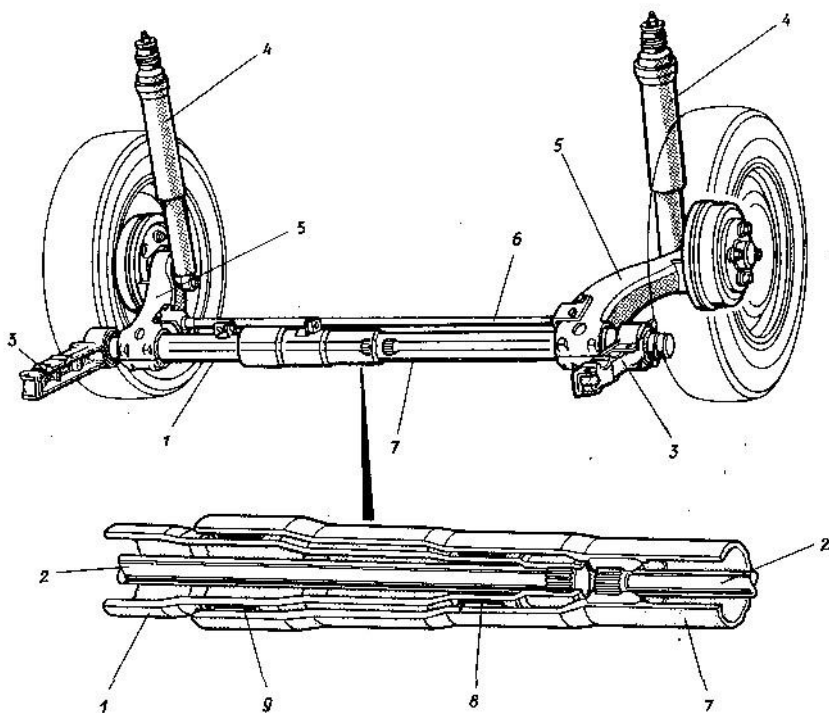
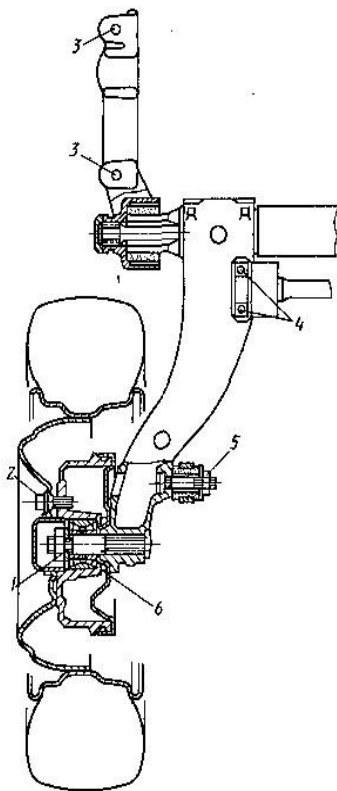


Рис. 7.12. Задняя подвеска мод. 9 и 11 фирмы «Рено» с короткими торсионами и привернутым стабилизатором 6

момент одинакового направления слева и справа без осложнений воспринимается основанием кузова. На рис. 7.12 и 7.13 показана задняя подвеска автомобилей мод. 9 и 11 фирмы «Рено» с короткими торсионами, которые в середине автомобиля входят в зацепление с направляющими трубами 1 и 7. (см. рис. 7.12) Детали 1, 7 и 2 совместно нагружаются кручением, так что в жесткость подвески входит и крутильная жесткость указанных поперечных труб. Литые продольные рычаги 5 приварены к наружным концам этих труб, которые, будучи вставлены одна в другую, удерживаются резиновыми опорами 8 и 9. За счет этого получается достаточно длинная опорная база, в значительной мере предотвращающая изменения схождения и развала под действием возникающих сил. Для крепления всего узла служат кронштейны 3, в которых устроены поворотные опоры направляющих труб 1 и 7 и закреплены наружные концы обоих торсионов 2. Таким образом, эти два кронштейна передают на кузов вертикальные силы и суммарный упругий момент. Стабилизатор 6 через два U-образных наконечника привернут к обоим продольным рычагам. Дополнительное стабилизирующее действие оказывают две резиновые опоры 8 и 9, соединяющие трубы 1 и 7 (см. рис. 7.12). Амортизаторы 4 сдвинуты для лучшего размещения вперед, имеют встроенные буфера сжатия и отбоя (см. [30]). Передаточное отношение i_D равно 1,24 (см. рис. 3.45), что равнозначно уменьшению скоростей и повышению усилий на амортизаторах.

Труднее разместить на автомобиле длинные торсионы, которые требуются при мягком подпрессоривании и больших ходах подвески. Это касается более старых мод. фирмы «Рено»: 4 и 5 «Лекар» (а также ранее выпускавшихся 6, 14 и 16), которые

Рис. 7.13. На автомобилях «Рено 9» и «Рено 11» торсионы с мелкошлицевым профилем закрепляются концами в кронштейнах 3, образующих одновременно опоры для поперечных труб. Болты 6 служат для крепления тормозного щита. Выполненная задом с тормозным барабаном ступица опирается через двухрядный конический роликовый подшипник на запрессованную цапфу 1. Болты 2 крепления колеса должны затягиваться моментом 80 Н·м



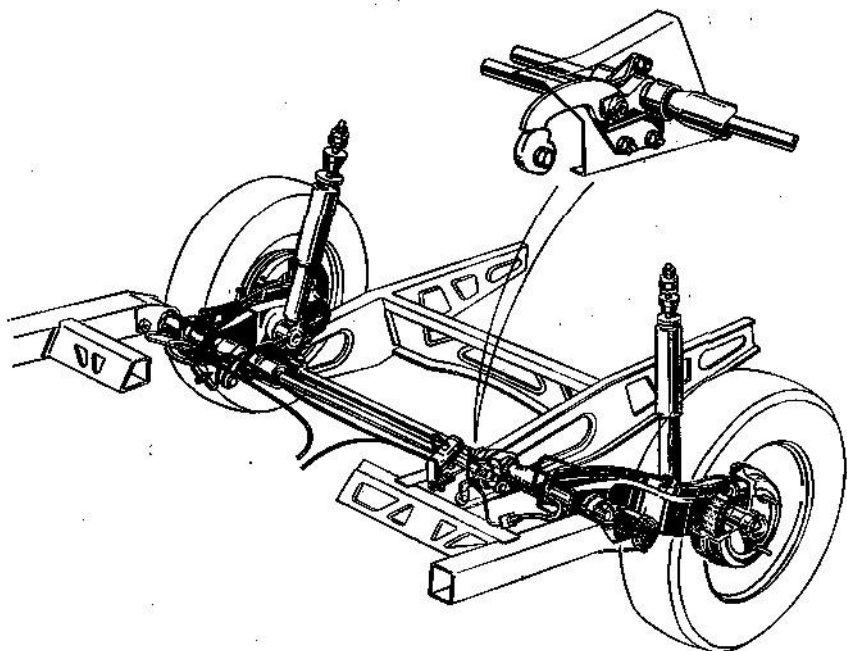
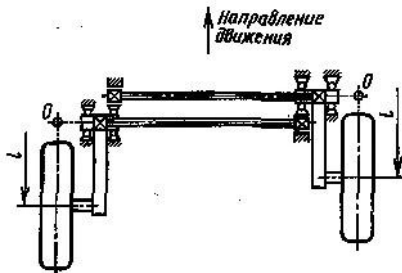


Рис. 7.14. Задняя подвеска выпускавшегося с 1972 по 1984 г. автомобиля «Рено-5» и еще выпускавшейся в 1985 г. мод. «Ле кар» с продольными рычагами коробчатого профиля. К этим рычагам с внутренней стороны крепятся амортизаторы с дополнительными упругими элементами и буферами сжатия. Вверху укрупненно показана регулировка торсионов с помощью эксцентрика. Стрелка показывает положение этих деталей в подвеске; там же рядом находится регулятор тормозных сил, работающий в зависимости от нагрузки. Жесткость подвески $c_h=13$ Н/мм на колесо

имели небольшую жесткость $c_h = 10,5$ Н/мм и ход $s_g=287$ мм. Фирма «Рено» располагает такие торсионы один за другим, мирясь с тем, что при этом получается различная колесная база слева и справа (см. рис. 7.14—7.16). Такое решение не ухудшает ходовых качеств автомобиля и отличается простотой. Для регули-

Рис. 7.15. Продолжение оси продольного рычага пересекает центральную плоскость вращения колеса в центре продольного крена O ; в этих точках осуществляется подтягивание задней части кузова вниз при торможении. Такое устройство имеет задняя подвеска, устанавливаемая фирмой «Рено» на мод. 4 и 5 «Ле кар». В результате продольного смещения цилиндрических торсионов слева получается большая база l , чем справа



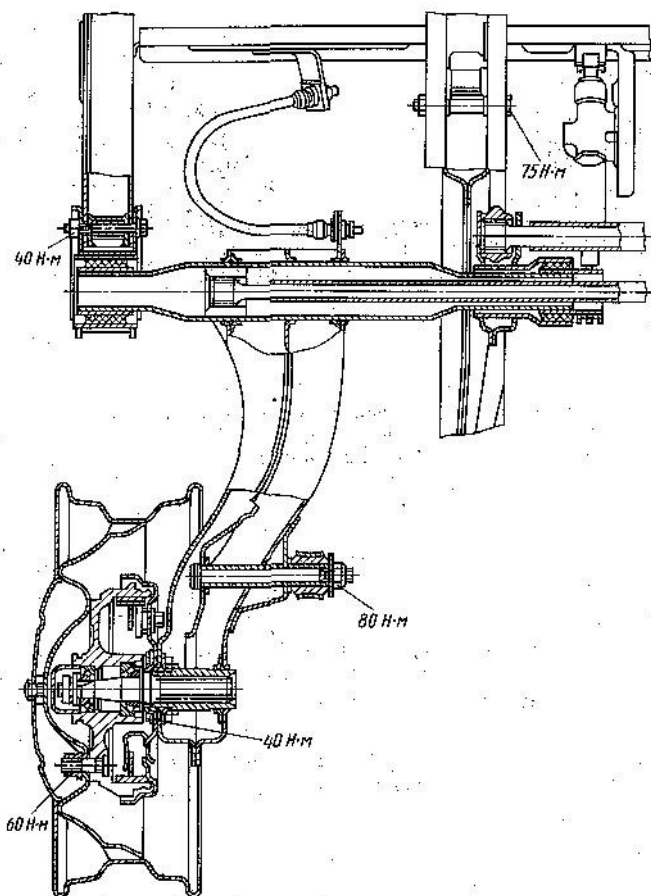


Рис. 7.16. Левая сторона подвески на продольных рычагах автомобиля «Рено-5» с разнесенными мягкими резиновыми опорами. Хорошо видны оба смещенных торсиона с мелкошлицевым профилем на концах, крепление амортизаторов и конические роликовые подшипники на запрессованной цапфе колеса. Ступица колеса и тормозной барабан выполнены как одно целое. Указаны моменты затяжки резьбовых соединений

ровки высоты автомобиля служат эксцентрики на концах торсионов, детально показанные на рис. 7.14.

В отличие от «Рено», фирмы, входящие в концерн *PSA*, сохранили длинные торсионы, доходящие до другой стороны автомобиля. Фирма «Тальбо» из условий размещения и для повышения центра крена предусматривает на своем городском грузовом автомобиле перекрестное расположение торсионов (см. [32]).

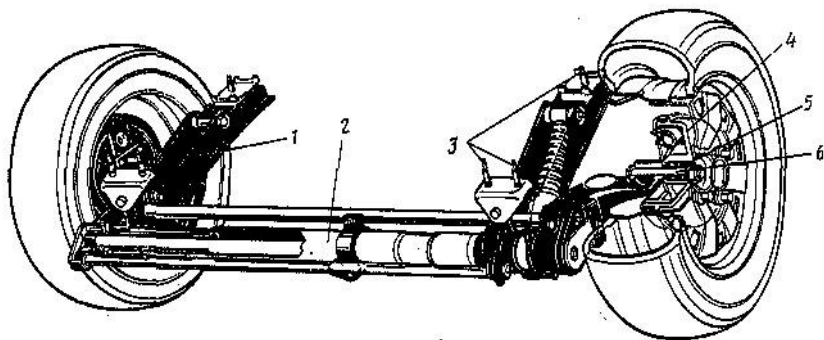


Рис. 7.17. Задняя подвеска автомобиля «Пежо 205». Поперечная труба 2 и кронштейны 1 образуют поперечину подвески. С помощью резбовых элементов 3 собранная подвеска крепится снизу к кузову. На запрессованной цапфе 6 установлен двухрядный конический роликовый подшипник 5, служащий опорой для ступицы тормозного барабана 4

Фирма «Пежо» на мод. 205, выпущенной в 1983 г. (рис. 7.17), размещает торсион 7 правого продольного рычага 10 перед несущей трубчатой поперечиной 2 (рис. 7.18), а торсион левого рычага — позади этой поперечины. Стабилизатором служит стержень 4, расположенный внутри поперечины по ее оси. Концы стабилизатора с помощью фиксаторов 8 крепятся к обоим рычагам. Перемещение на амортизатор 2 (рис. 7.19) передается от рычага подвески через его выступающее вниз плечо, в точке 3. При таком расположении амортизаторы не заужают пространства

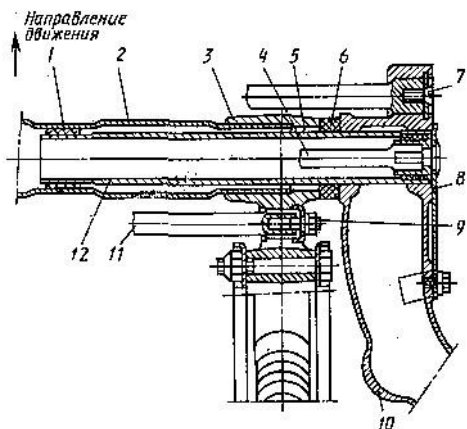


Рис. 7.18. Правая сторона задней подвески автомобиля «Пежо 205». Продольный рычаг 10 имеет неподвижное соединение с направляющей трубой 12, которая в местах 1 и 5 опирается на трубу поперечины 2. Уплотнение 6 предотвращает проникновение грязи в игольчатый подшипник 5. Осуществляющий подпрессоривание торсион 7 расположен перед осью качания рычага и поэтому испытывает дополнительное нагружение на изгиб. Подпрессоривание левого колеса осуществляет торсион 11, закрепленный позади оси качания рычагов в кронштейне 3 поперечины с помощью резбового элемента 9. Служащий стабилизатором стержень 4 установлен по оси обоих рычагов

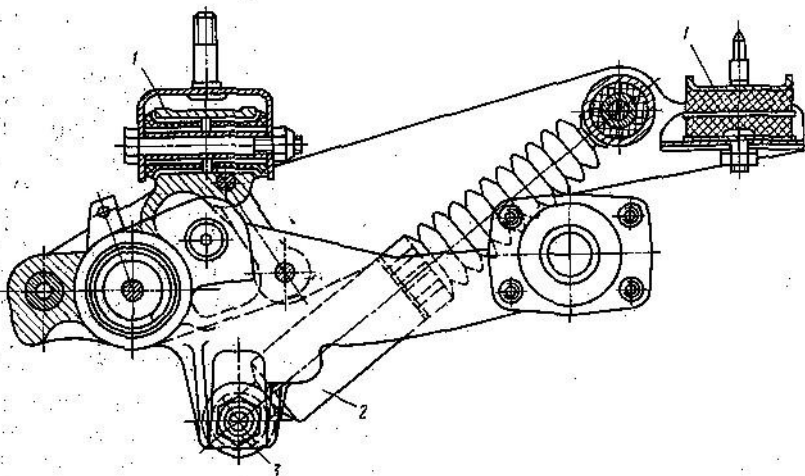


Рис. 7.19. Резиновые опоры 1 на автомобиле «Пежо 205» служат для изолирования кузова от шумов и жесткого качения радиальных шин. С помощью резьбовых элементов эти опоры крепятся к основанию кузова. Амортизатор 2 установлен с наклоном, однако его ось и линия, соединяющая центр качения рычага с точкой крепления 1, образуют прямой угол

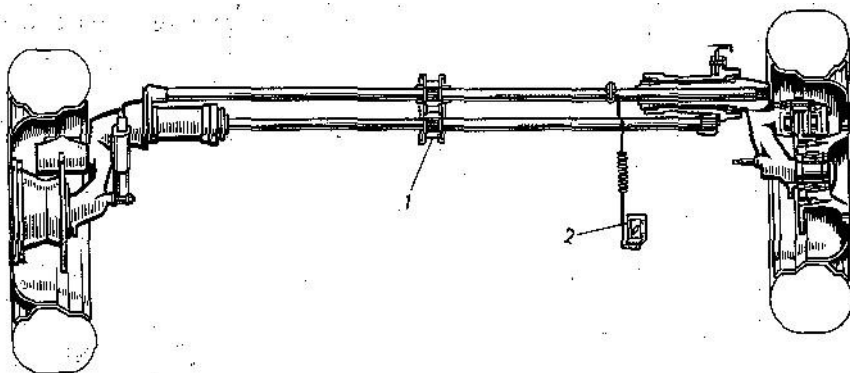


Рис. 7.20. Задняя подвеска легкого грузовика «Фиат-242» с последовательно расположенными торсионами, которые соединены между собой в точке 1. В связи с этим регулятор тормозных сил 2 смещен в сторону

багажника. При ходе отбоя колес происходит сжатие амортизаторов, а при ходе сжатия колес амортизаторы работают на растяжение, т.е. имеет место оборачивание действия амортизаторов (см. [30])*. Эта чрезвычайно компактная задняя подвеска авто-

* Текст этого предложения противоречит приведенным рисункам.— Прим.пер.

мобиль «Пежо 205» имеет высоту всего 215 мм и в собранном виде крепится снизу в двух точках к основанию кузова.

Фирма «Фиат» на легком грузовике мод. 242 располагает торсионы последовательно, как на «Рено», однако соединяет их в середине автомобиля зубчатыми сегментами (рис. 7.20). При равностороннем ходе подвески торсионы поворачиваются в противоположные стороны и указанные сегменты обкатываются друг по другу. При разноименном же ходе (т. е. на повороте) эта связь блокируется и торсионы могут работать только на половине длины. В результате жесткость возрастает примерно вдвое — простая и экономичная возможность обойтись без стабилизатора.

7.5. ЗАДНЯЯ ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКАЯ ПОДВЕСКА

В течение более чем 30 лет фирма «Ситроен» применяет на легковых автомобилях среднего и высокого класса заднюю подвеску на продольных рычагах с гидропневматическим подпрессориванием, чтобы получить широкий багажник с ровной погрузочной поверхностью (рис. 7.21). В этой компактной конструкции упругие элементы 4 (рис. 7.22, см. также рис. 5.37) установлены под небольшим углом к горизонтали и опираются на лонжероны 5 перевернутого U-образного профиля. Эти лонжероны 5 приварены к поперечной трубе и образуют вместе с ней попере-

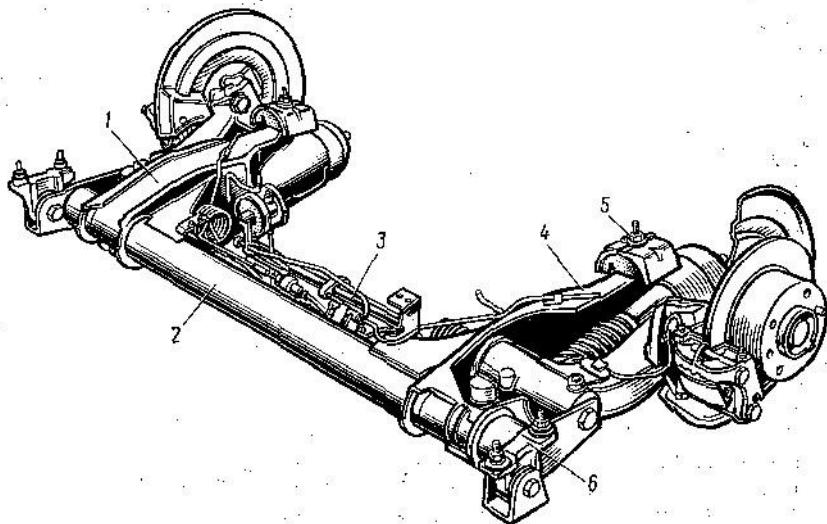


Рис. 7.21. Очень компактная по высоте задняя подвеска автомобиля «Ситроен ВХ». Поперечная труба 2 вместе с двумя приварными лонжеронами 1, 4 образует поперечину подвески, устанавливаемую через резиновые опоры 5, 6 на основание кузова

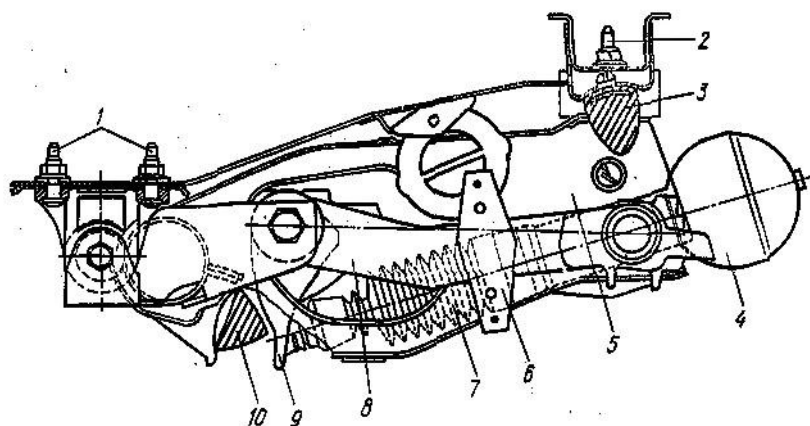


Рис. 7.22. Задняя подвеска автомобиля «Ситроен ВХ». На виде сбоку хорошо видны продольный рычаг 8 (с элементом 6 для крепления скобы дискового тормоза), буфер сжатия 3 и буфер 10 для ограничения хода отбоя. Гофрированный чехол 7 защищает толкатель упругого элемента

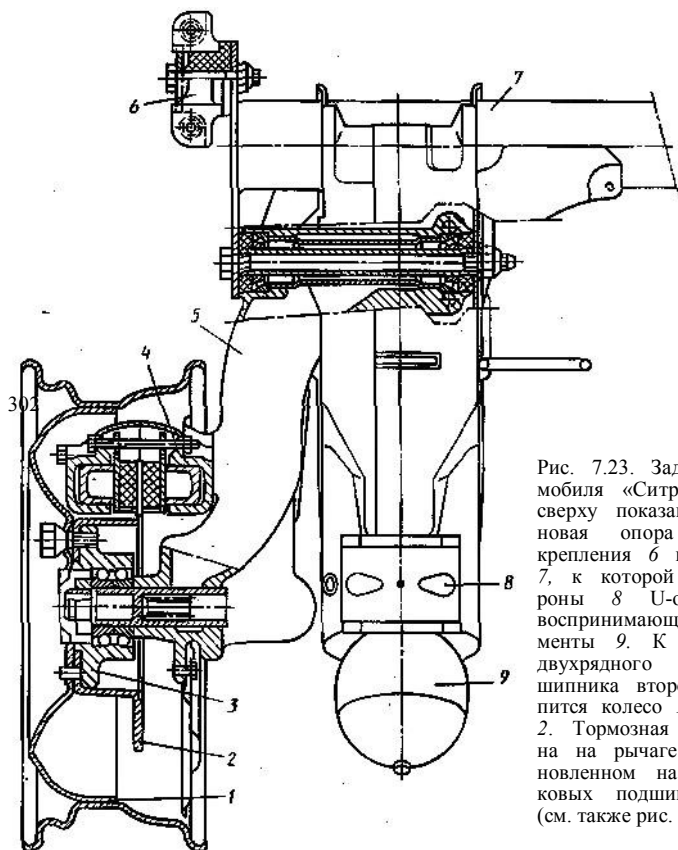


Рис. 7.23. Задняя подвеска автомобиля «Ситроен ВХ». На виде сверху показана в разрезе резиновая опора передней точки крепления 6 и поперечная труба 7, к которой приварены лонжероны 8 U-образного профиля, воспринимающие упругие элементы 9. К наружному кольцу двухрядного шарикового подшипника второго поколения крепится колесо 1 и тормозной диск 2. Тормозная скоба 4 закреплена на рычаге 5 подвески, установленном на конических роликовых подшипниках ступицы 3 (см. также рис. 2.61)

чину, на которой подсобирается вся подвеска. Крепление к основанию кузова осуществляется с помощью болтов 1 и 2 через промежуточные резиновые элементы, изолирующие кузов от дорожных шумов и жесткого качения радиальных шин. Продольные рычаги 8 изготовлены из чугуна с шаровидным графитом; выступающее вниз плечо 9 продольного рычага воздействует через сферическую опору на толкатель упругого элемента. Неблагоприятное передаточное отношение от колеса к упругому элементу (в данном случае около 3) обуславливает большие усилия в опоре рычага; Чтобы избежать больших сил трения в этом месте, фирма предусматривает установку конических роликовых подшипников с уплотнением их с наружной стороны (рис. 7.23); самоконтрящиеся гайки позволяют регулировать зазор после сборки на поперечных болтах-осях. Стабилизатор 3 (см. рис. 7.21) имеет диаметр 16,5 или 17 мм и предотвращает большой боковой крен кузова при этой очень мягкой подвеске. Основные характеристики поддрессоривания подвески при ее равно-стороннем ходе, отнесенные к одному колесу, приведены в следующей таблице:

Двигатель	Нагрузка	Жесткость, Н/мм	Частота колеба- ний, мин ⁻¹
Карбюраторный	Без нагрузки	3,4	37
	С нагрузкой	9,7	48
Дизельный	Без нагрузки	3,6	36
	С нагрузкой	10,0	48