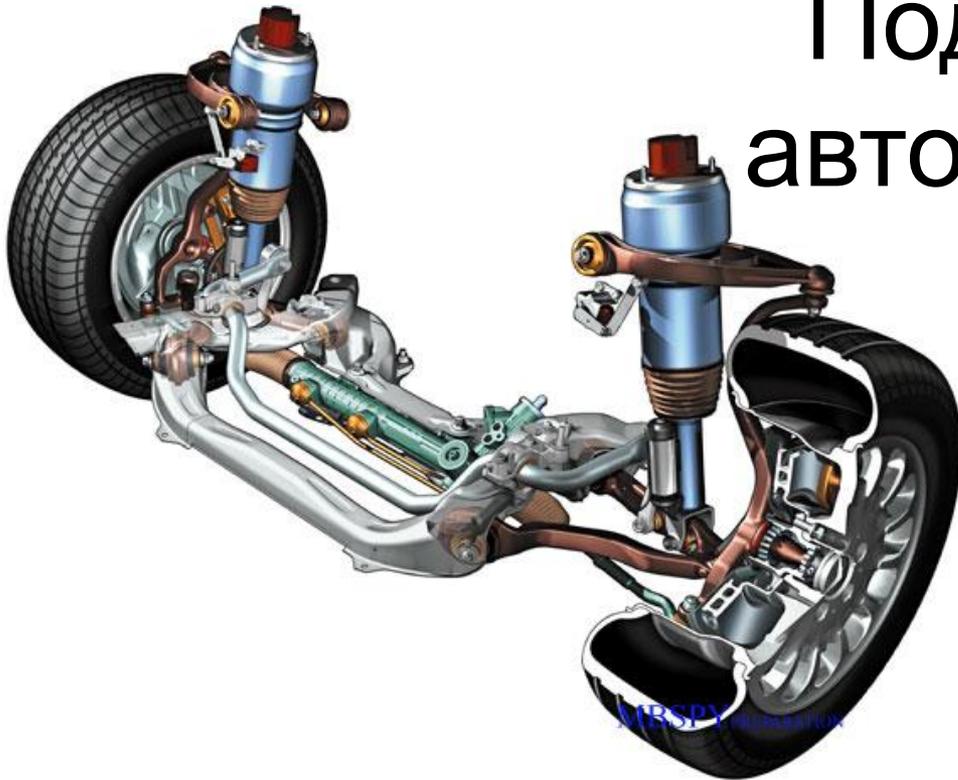


Подвеска автомобиля

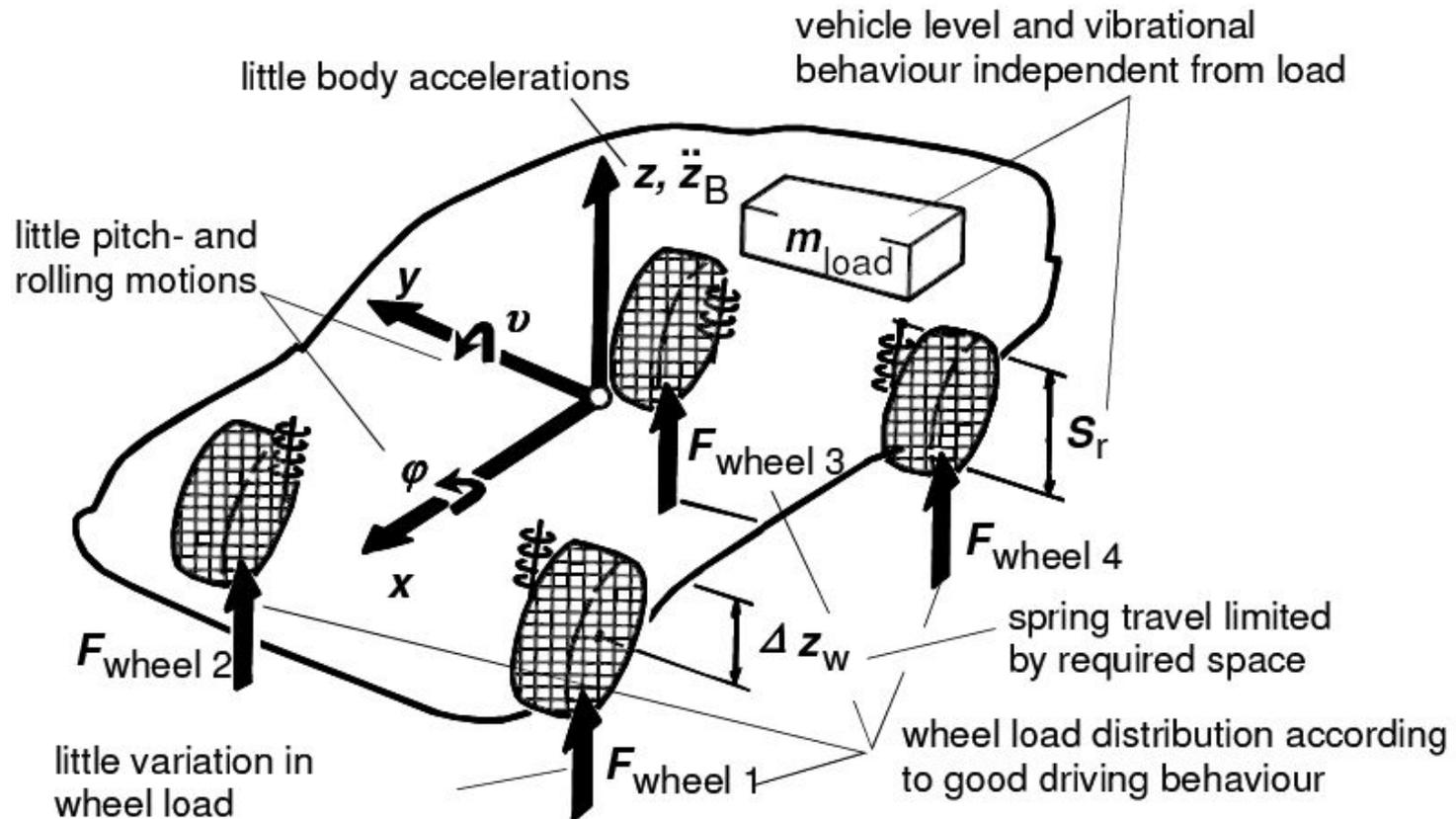


осуществляет упругую
связь кузова (рамы) с
колесами автомобиля

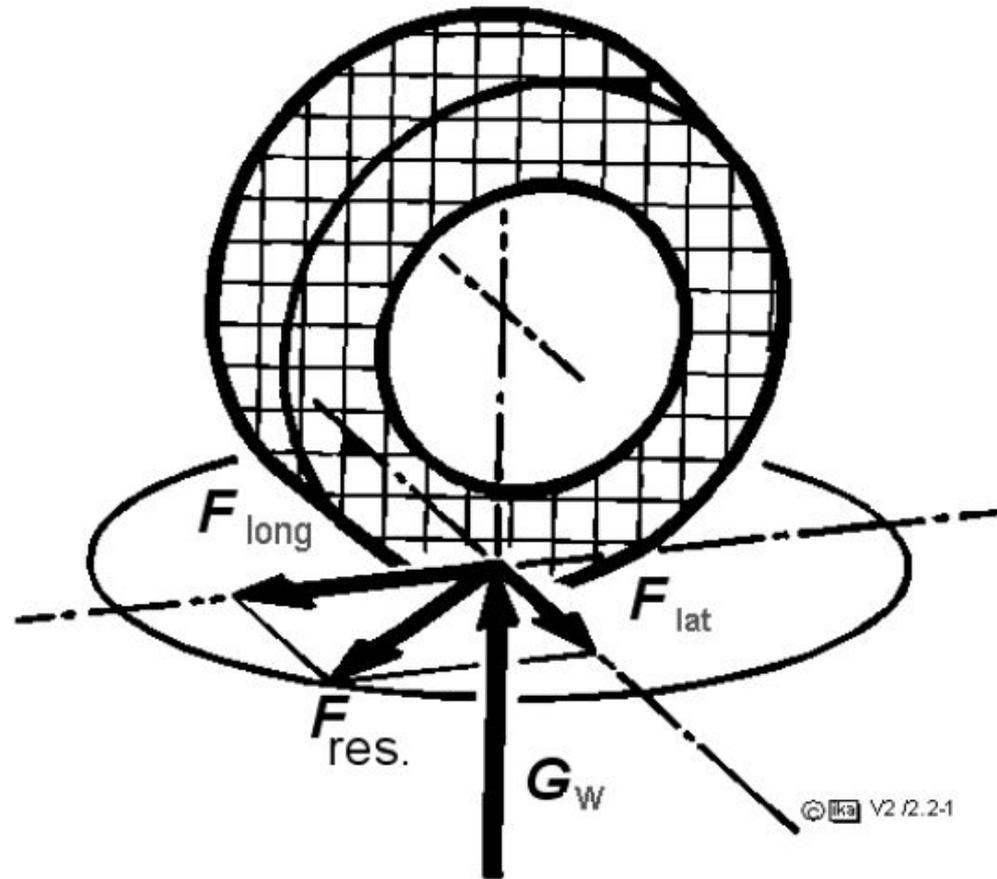
Требования

- Обеспечение плавности хода
- Обеспечение движения по неровным дорогам
- Обеспечение эффективного затухания колебаний кузова
- Противодействие наклону кузова при разгоне, торможении и поворотах
- Согласование кинематики подвески и рулевого управления
- Передача на кузов (раму) автомобиля сил и моментов от колес

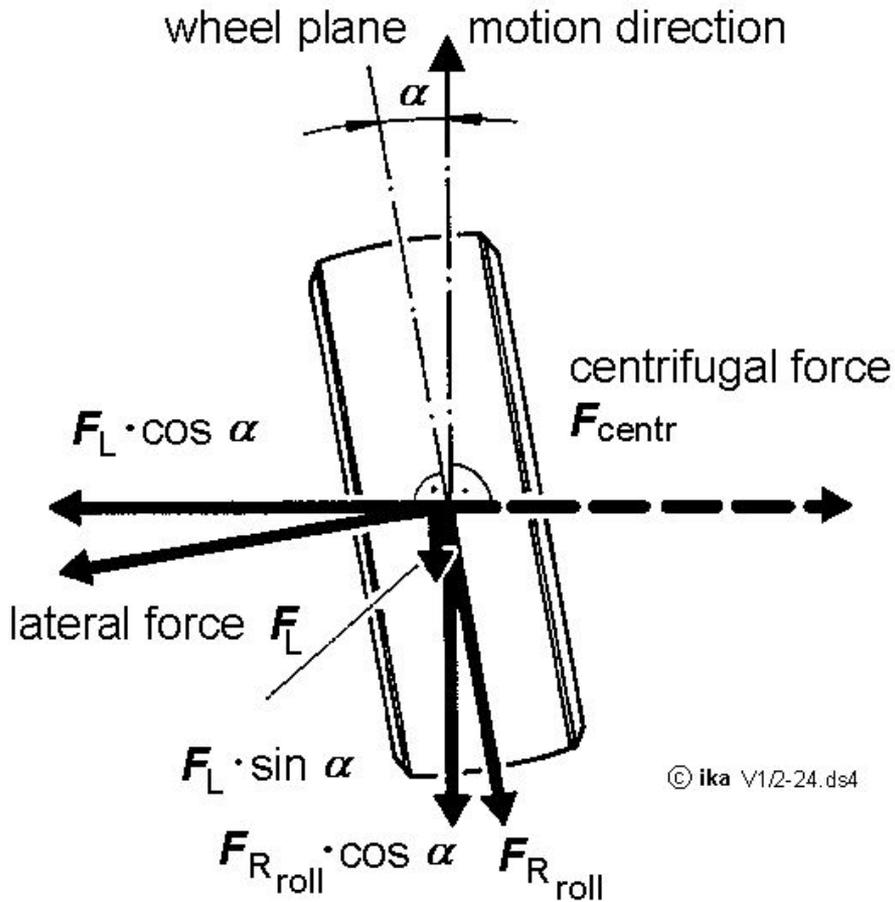
Требования к подвеске



Силы в пятне контакта колеса и опорной поверхности



Рабочий процесс вид сверху



$$F_R = F_{R_{roll}} \cdot \cos \alpha + F_S \cdot \sin \alpha$$

$$F_R = F_{R_{roll}} - F_{R_{roll}} \cdot (1 - \cos \alpha) + F_S \cdot \sin \alpha$$

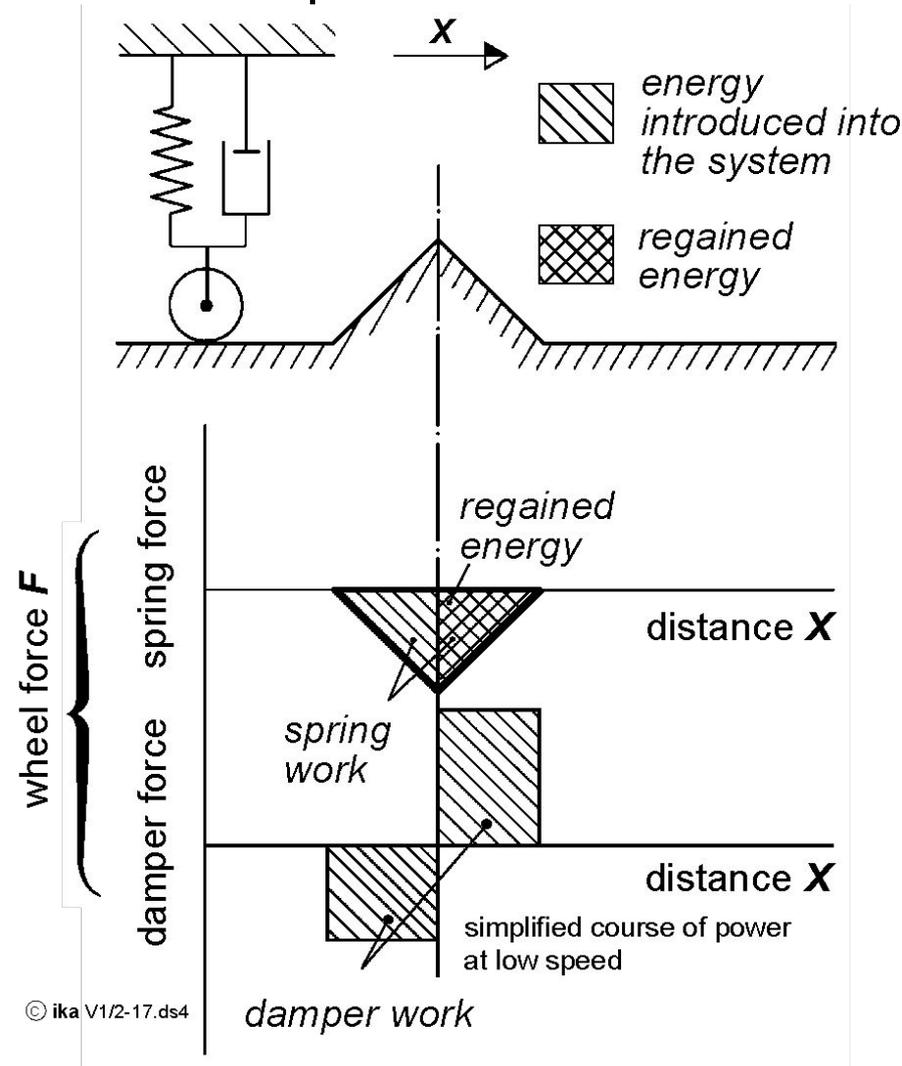
$$f_{R \text{ slip}} = \frac{F_S \cdot \sin \alpha - F_{R_{roll}} \cdot (1 - \cos \alpha)}{F_{Z,W}}$$

$$f_{R \text{ slip}} = \frac{F_S \cdot \sin \alpha}{F_{Z,W}} - f_{R_{roll}} \cdot (1 - \cos \alpha)$$

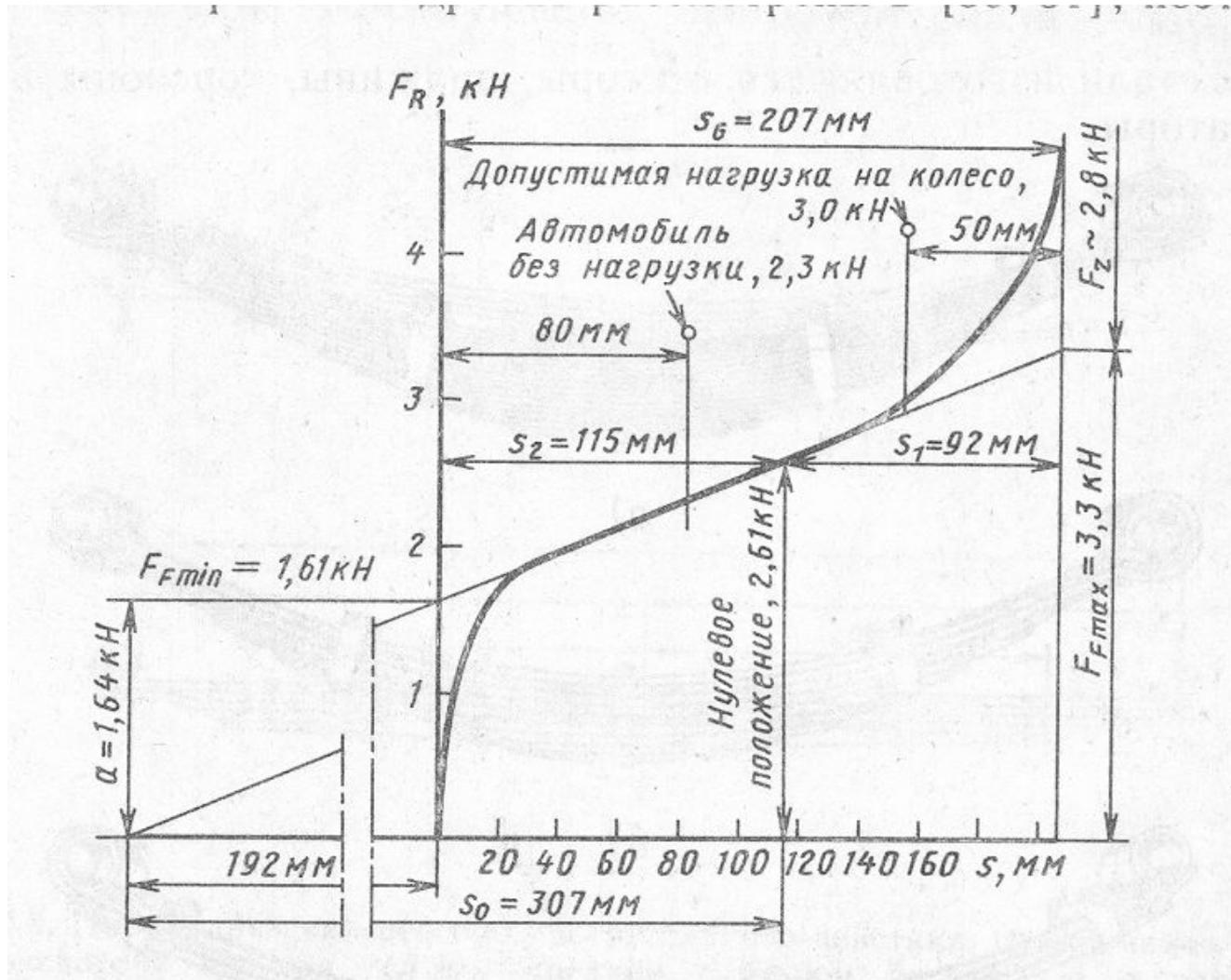
$$F_S = C \cdot \alpha \quad f_{R \text{ slip}} = C^* \cdot \alpha^2$$

Рабочий процесс:

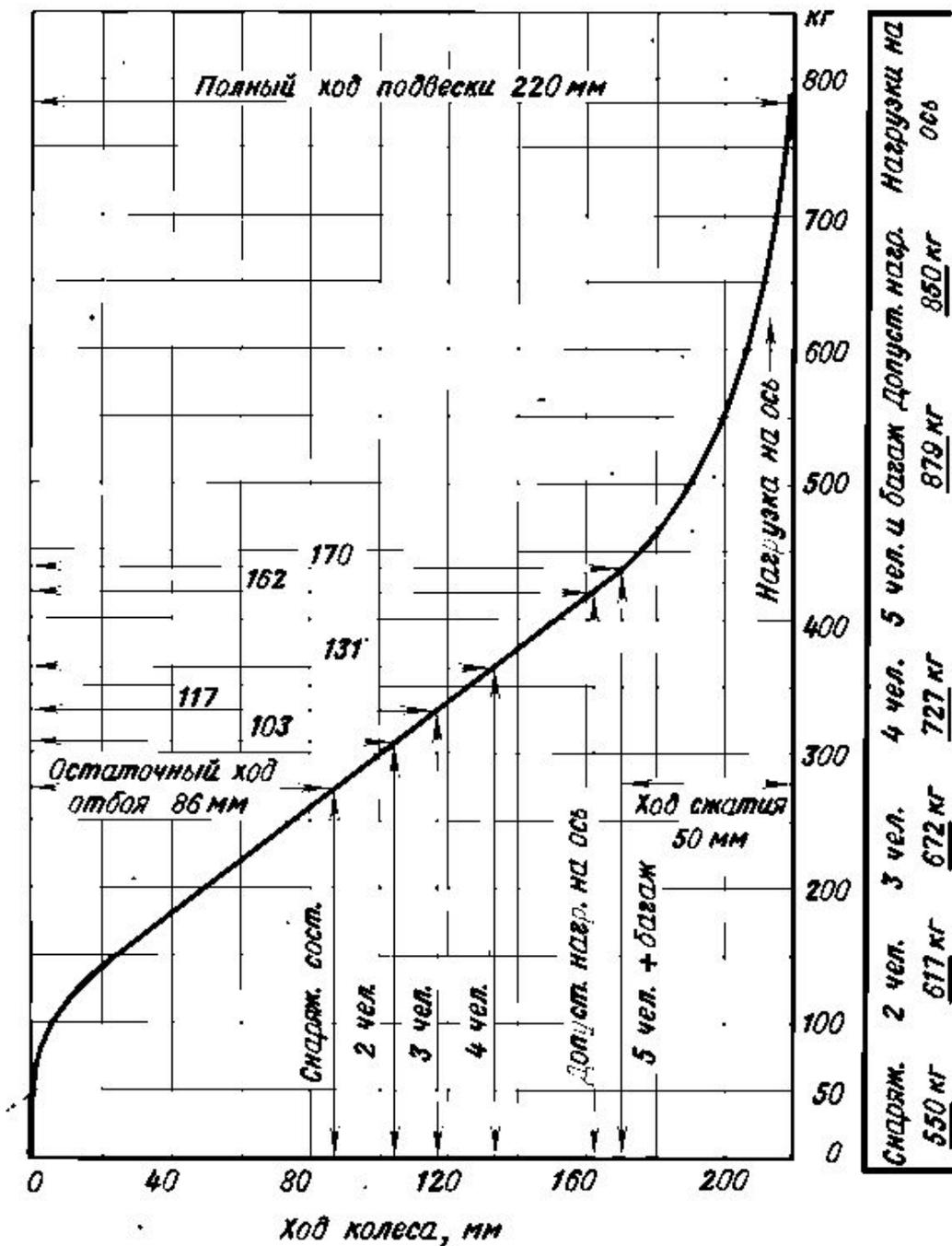
восстановление энергии при переезде колеса через препятствие



Упругая характеристика



Упругая характеристика



Упругие элементы (рессоры)

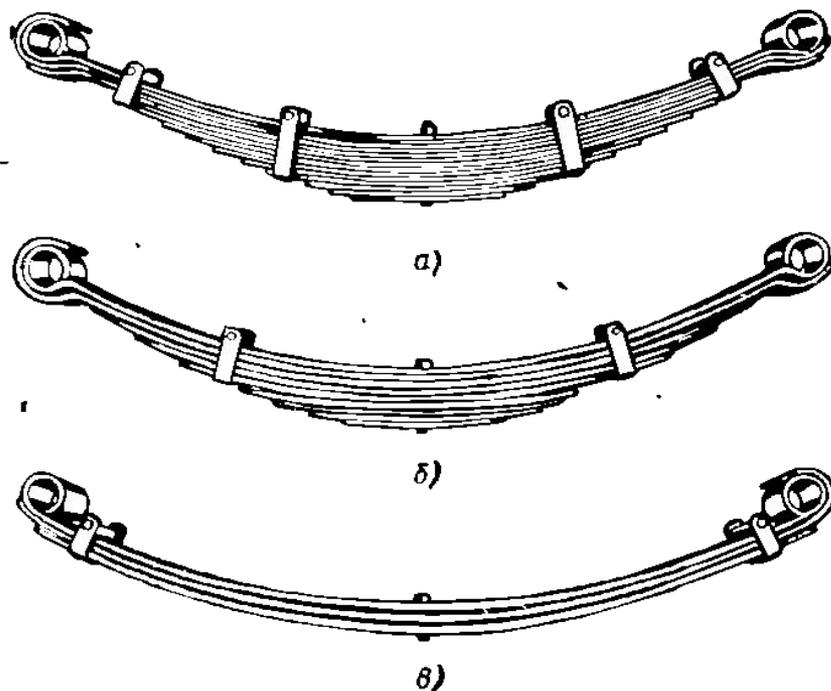
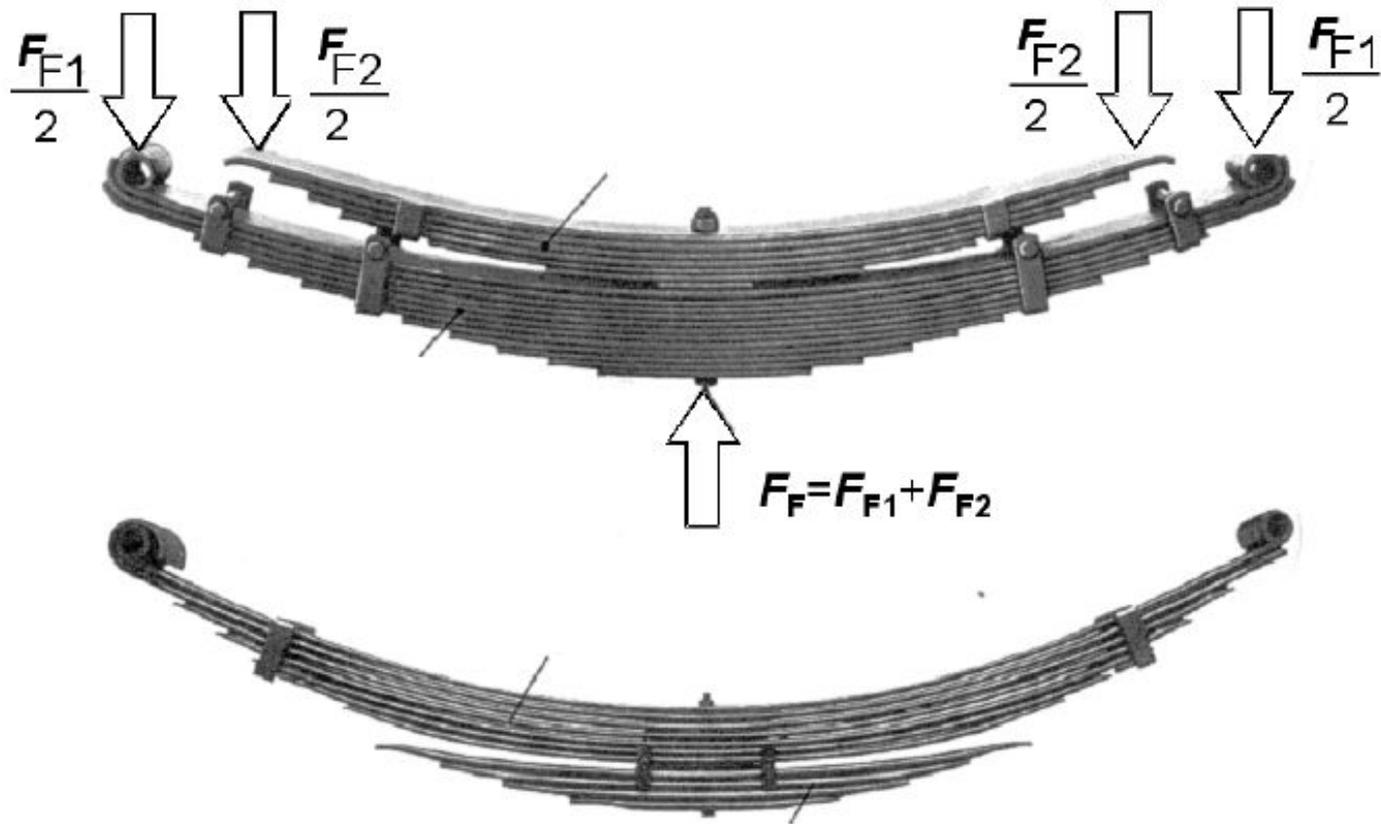


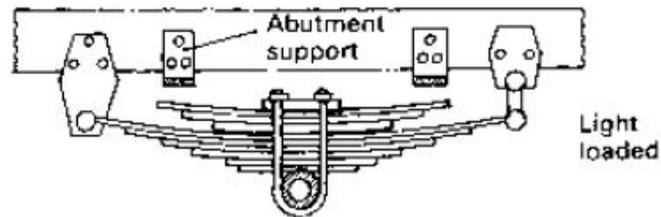
Рис. 2.78. Варианты листовых рессор для задней подвески автобусов. Все рессоры имеют следующие показатели: $L = 1650$ мм, жесткость $c_{2A} = 200$ Н/мм, статическая нагрузка $F_{ст} = 33$ кН:

а — обычная трапециевидальная листовая рессора с ровно обрезанными концами листов, состоящая из 14 листов, толщина пакета 140 мм, масса рессоры 122 кг; б — улучшенный вариант трапециевидальной листовой рессоры с оттянутыми концами листов и полимерными прокладками, состоящей из девяти листов, толщина пакета 127 мм, масса рессоры 94 кг; в — параболическая рессора с листами переменного продольного профиля, длина параболических участков около 1200 мм, рессора состоит из трех листов с полимерными прокладками, толщина пакета 64 мм, масса рессоры 61 кг

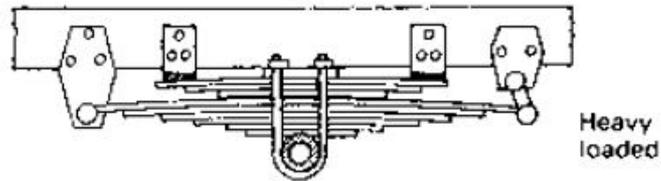
Упругие элементы (рессоры) прогрессивная упругая характеристика



Обеспечение прогрессивной характеристики

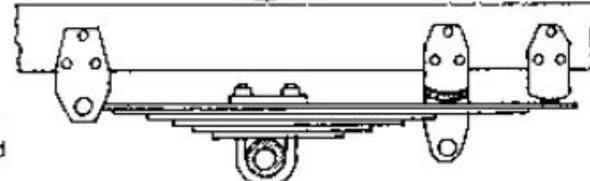
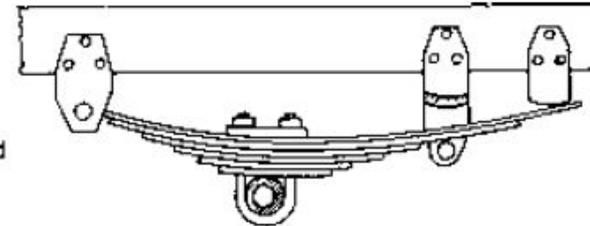


Light loaded

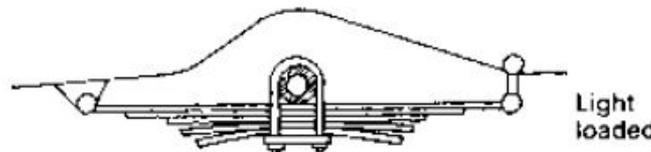


Heavy loaded

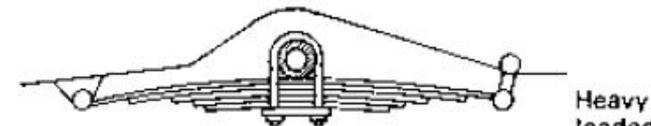
(a) Dual rate helper springs



(b) Dual rate extended leaf springs

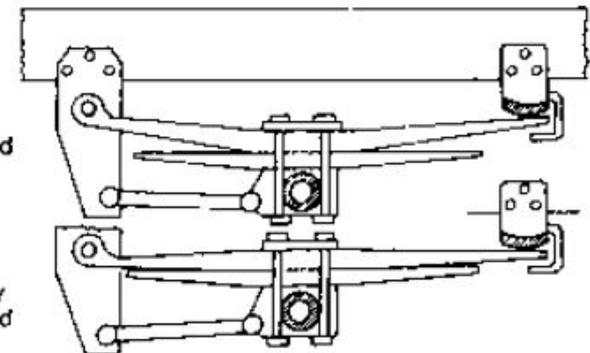


Light loaded



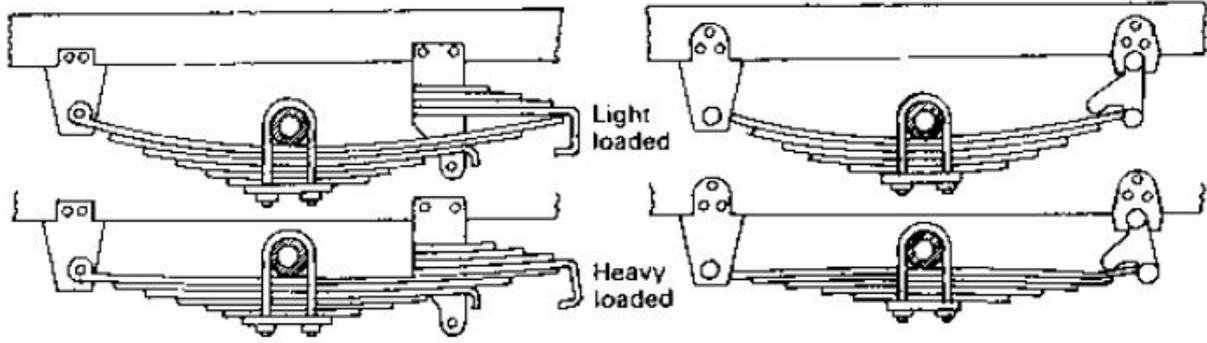
Heavy loaded

(c) Progressive multi-leaf helper springs



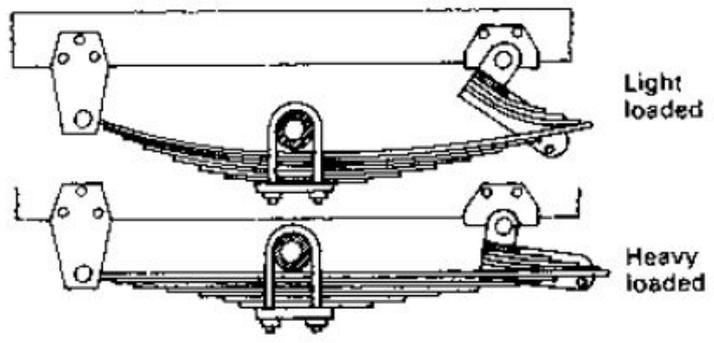
(d) Progressive taper leaf helper springs

Обеспечение прогрессивной характеристики

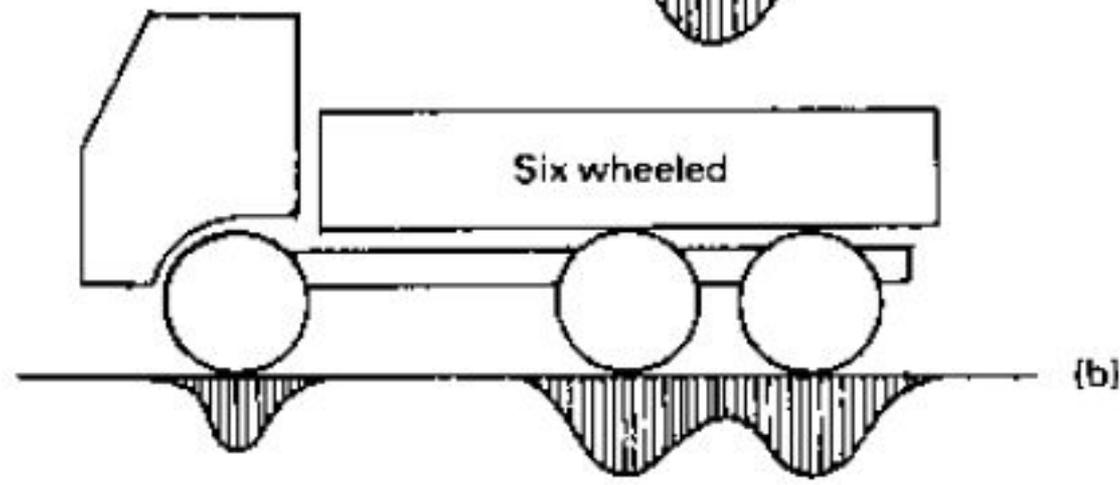
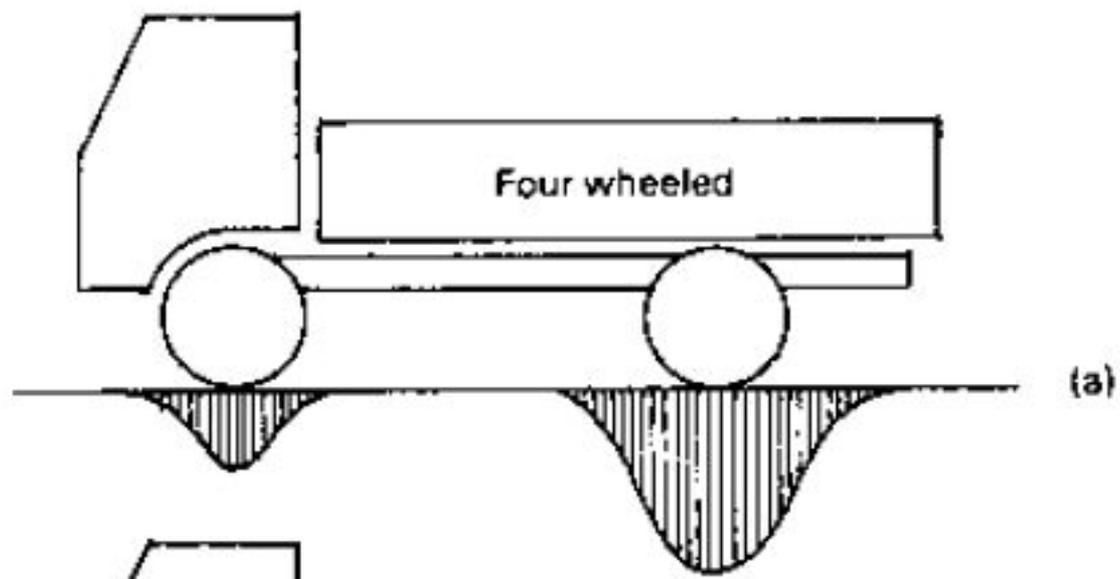


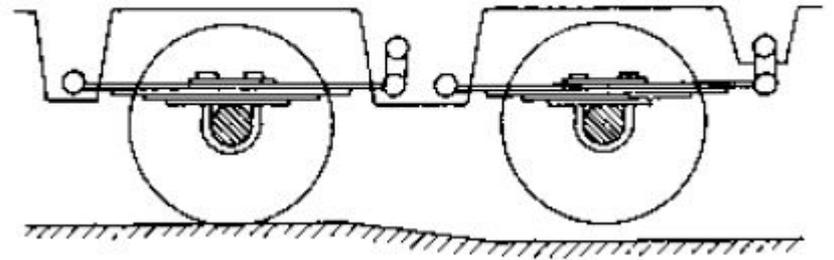
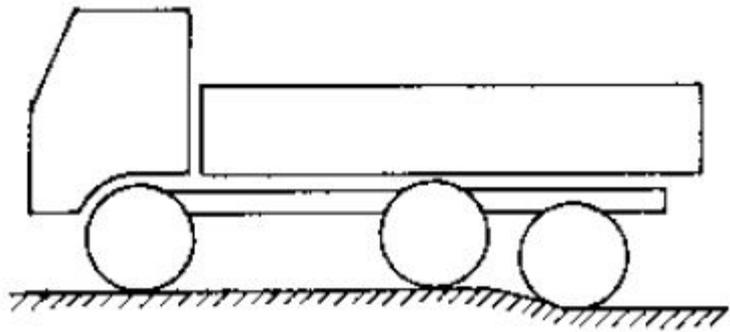
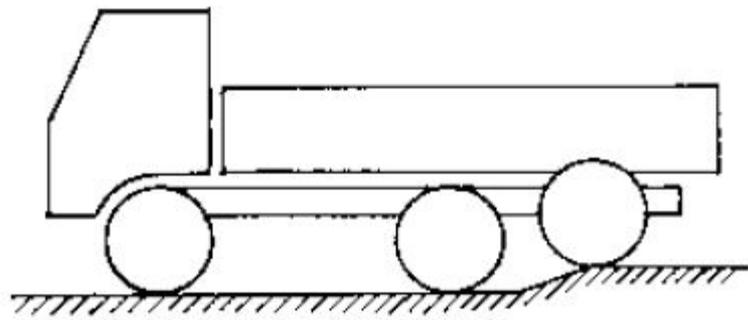
(e) Progressive dual rate fixed cantilever springs

(f) Dual rate kink swing shackle spring

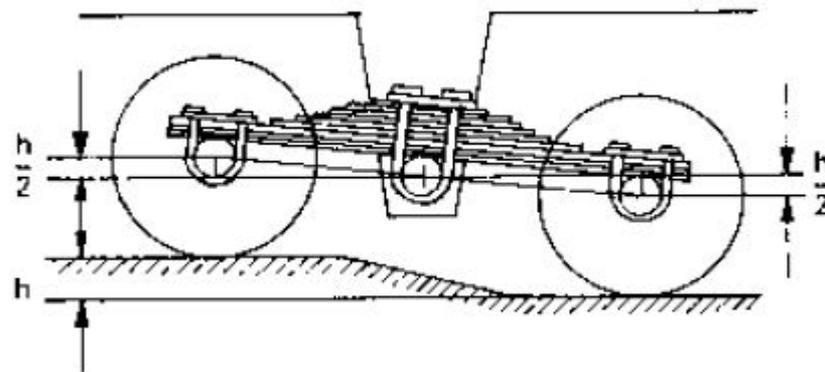
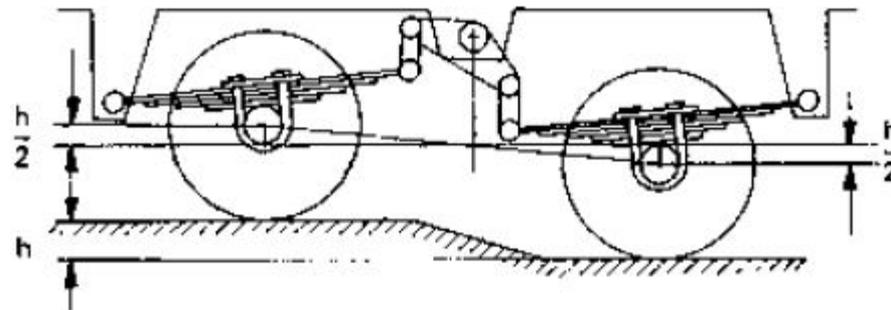


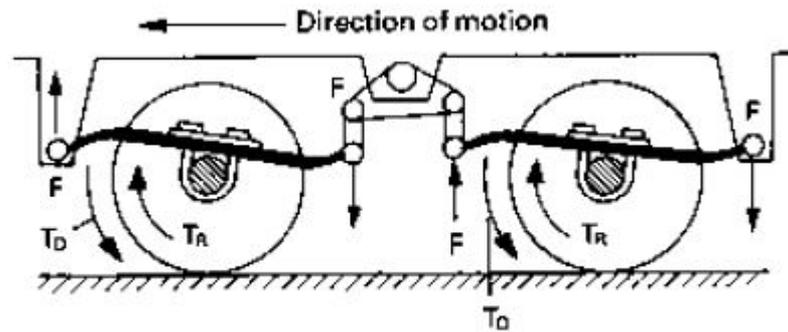
(g) Progressive dual rate swing cantilever springs



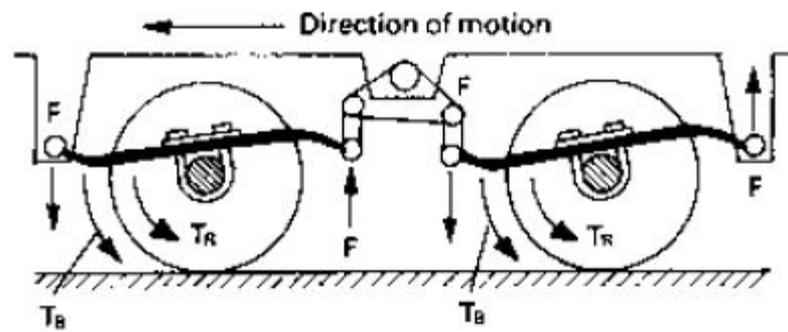


Балансирные подвески



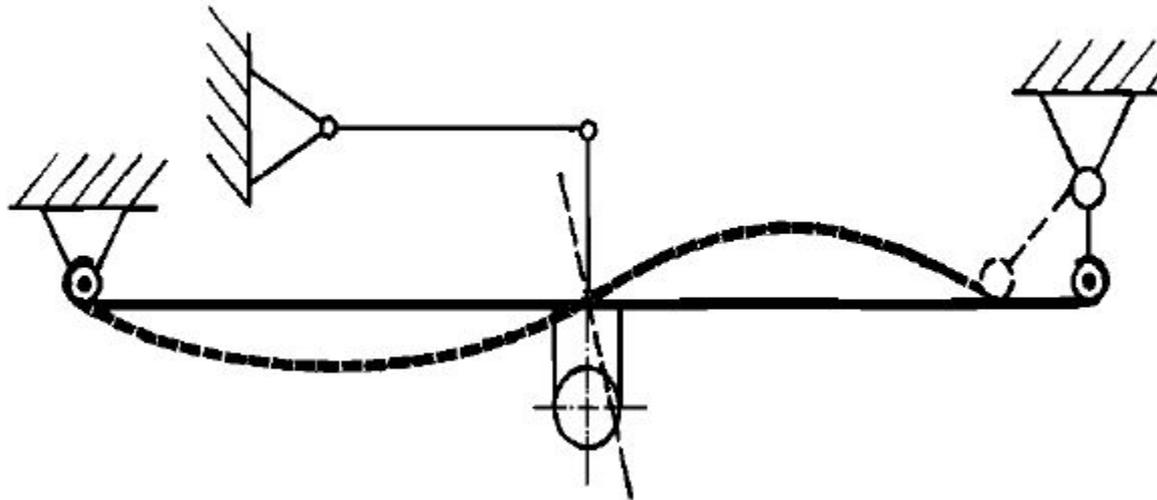


(a) Unequal driving torque distribution



(b) Unequal braking torque distribution

Листовая рессора с защитой от действия крутящего момента



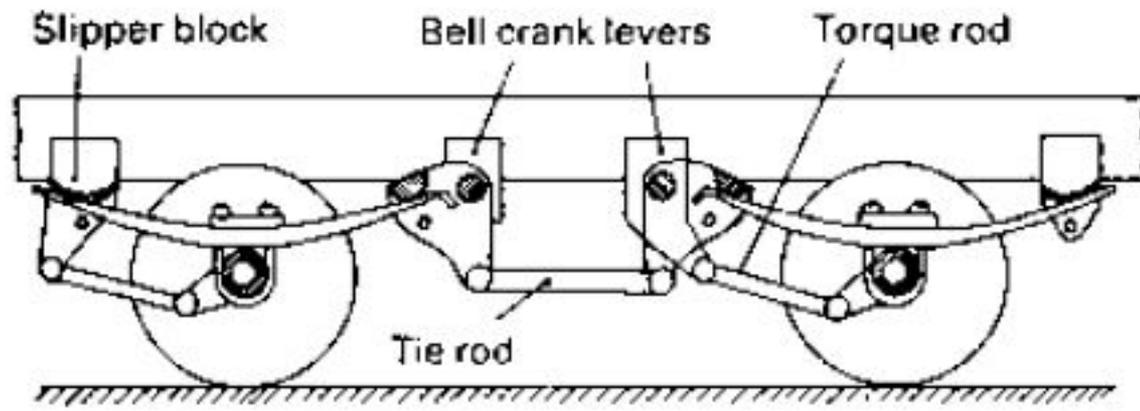


Fig. 10.92 Tandem wide spread reactive bell crank lever taper leaf spring

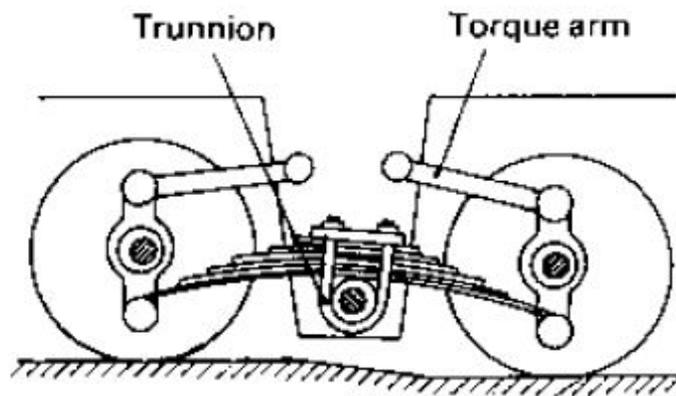


Fig. 10.94 Low mounted single inverted semi-elliptic spring with upper torque rods

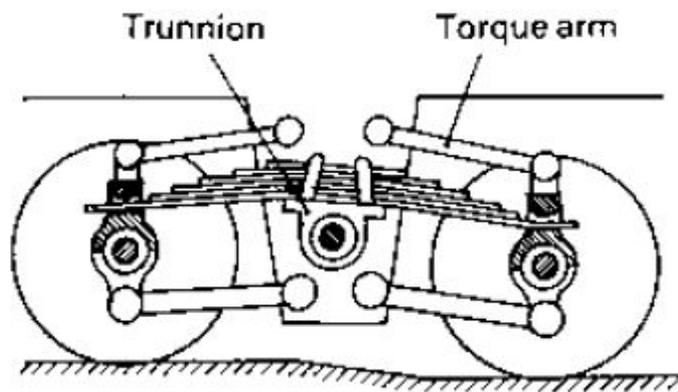
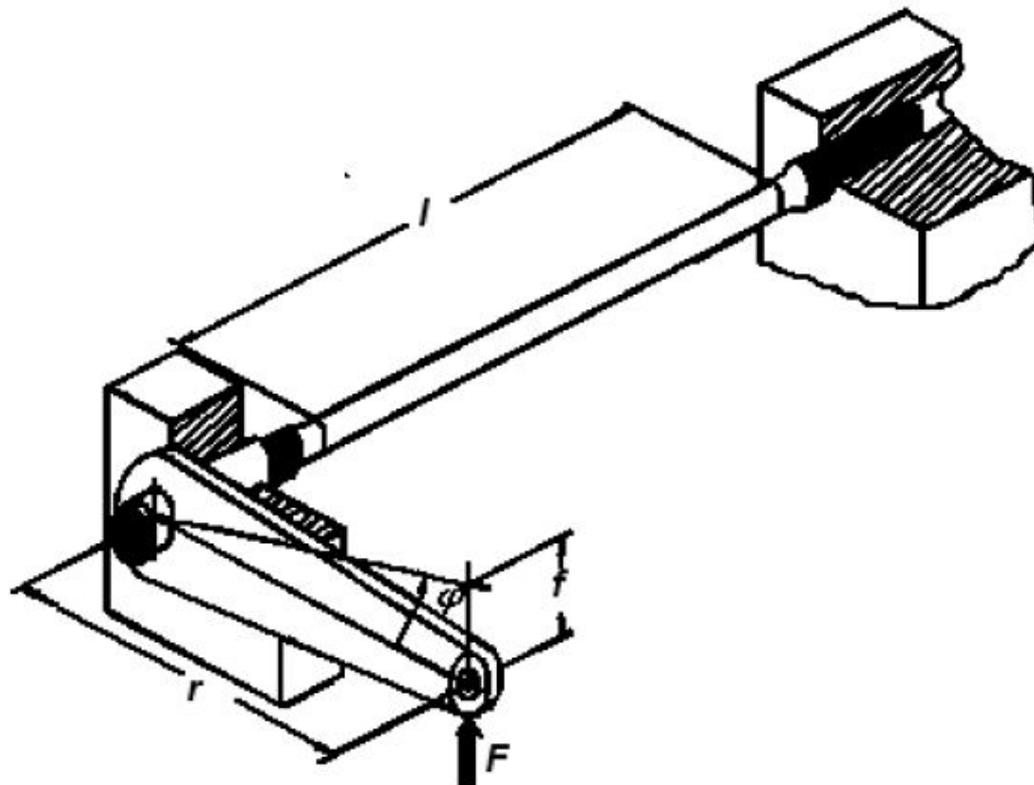
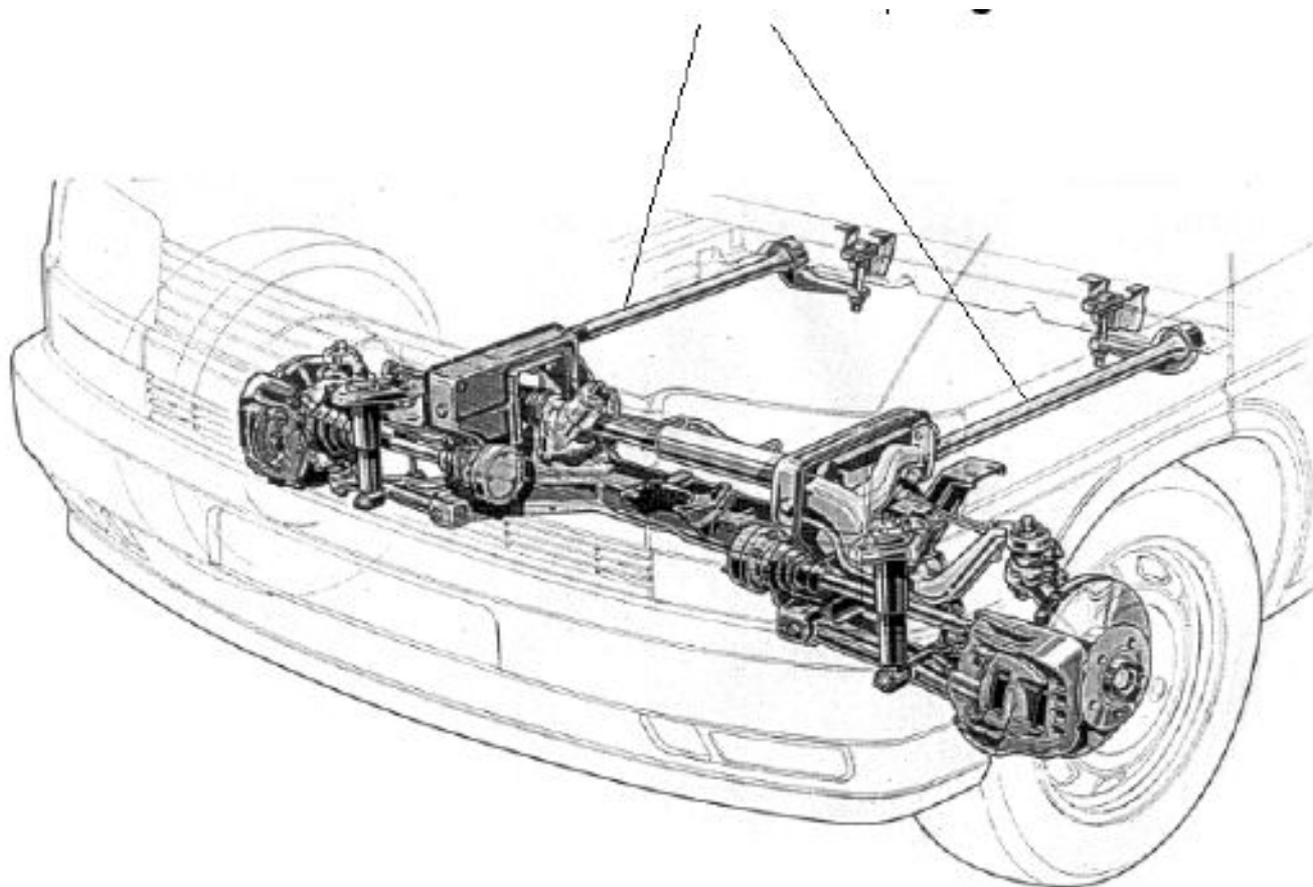


Fig. 10.95 High mounted single inverted semi-elliptic spring with lower torque rods

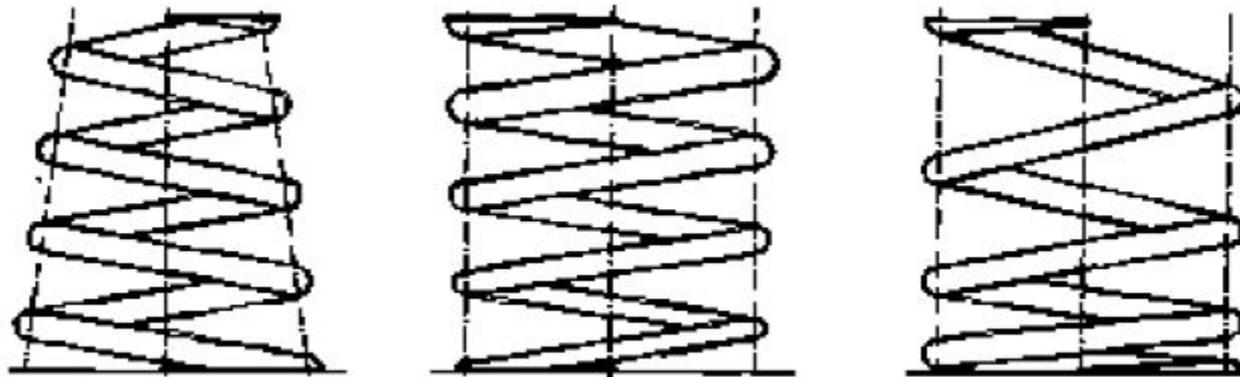
Упругие элементы (Торсионы)



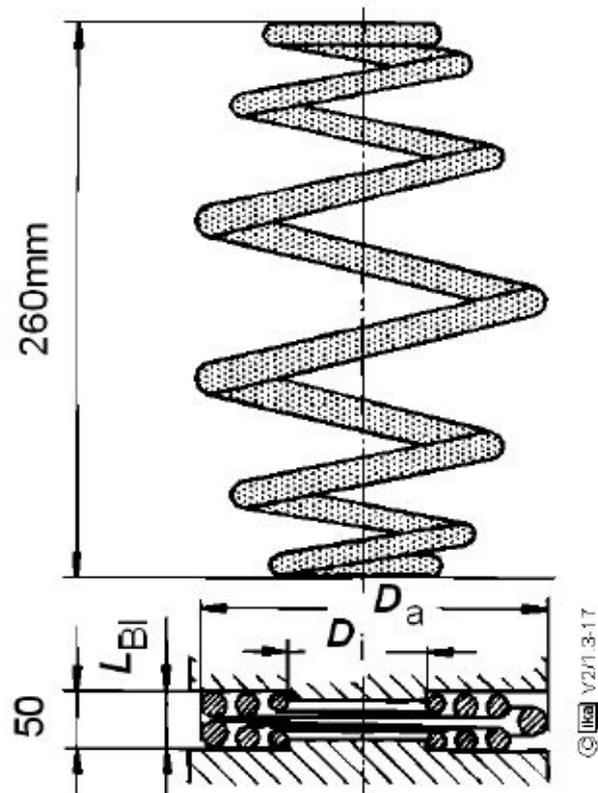
Торсионная подвеска легкового автомобиля



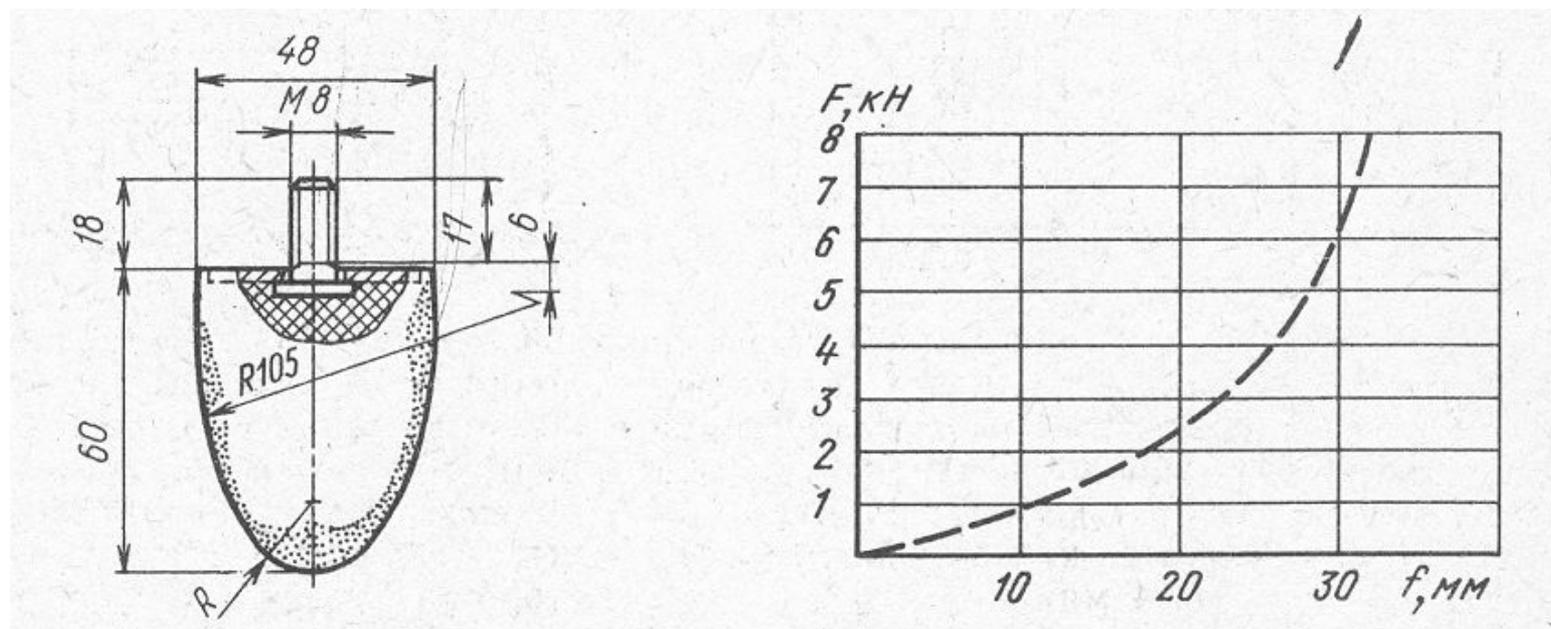
Пружины переменной жесткости



Пружина типа МИНИБЛОК

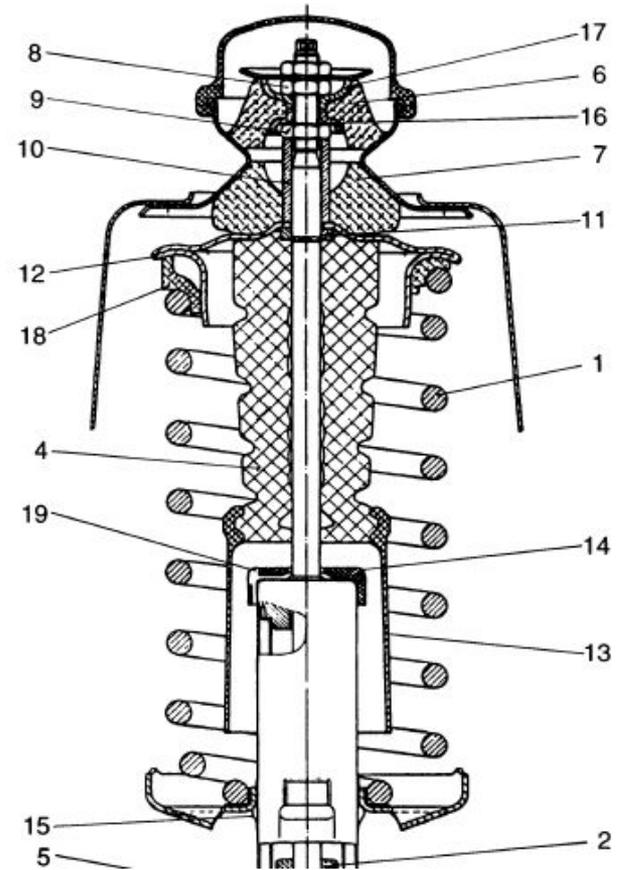
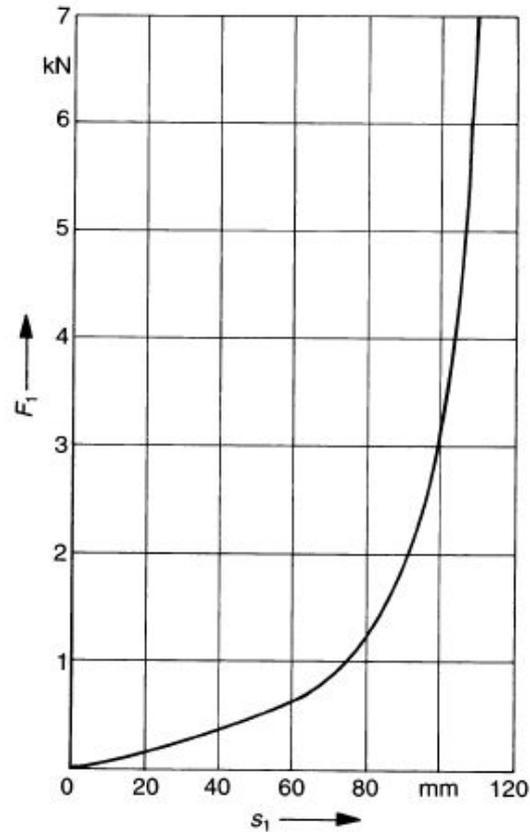
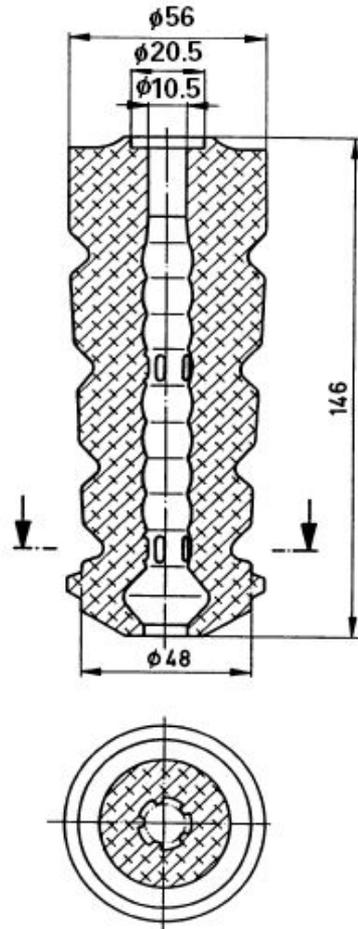


Ограничители хода и дополнительные упругие элементы

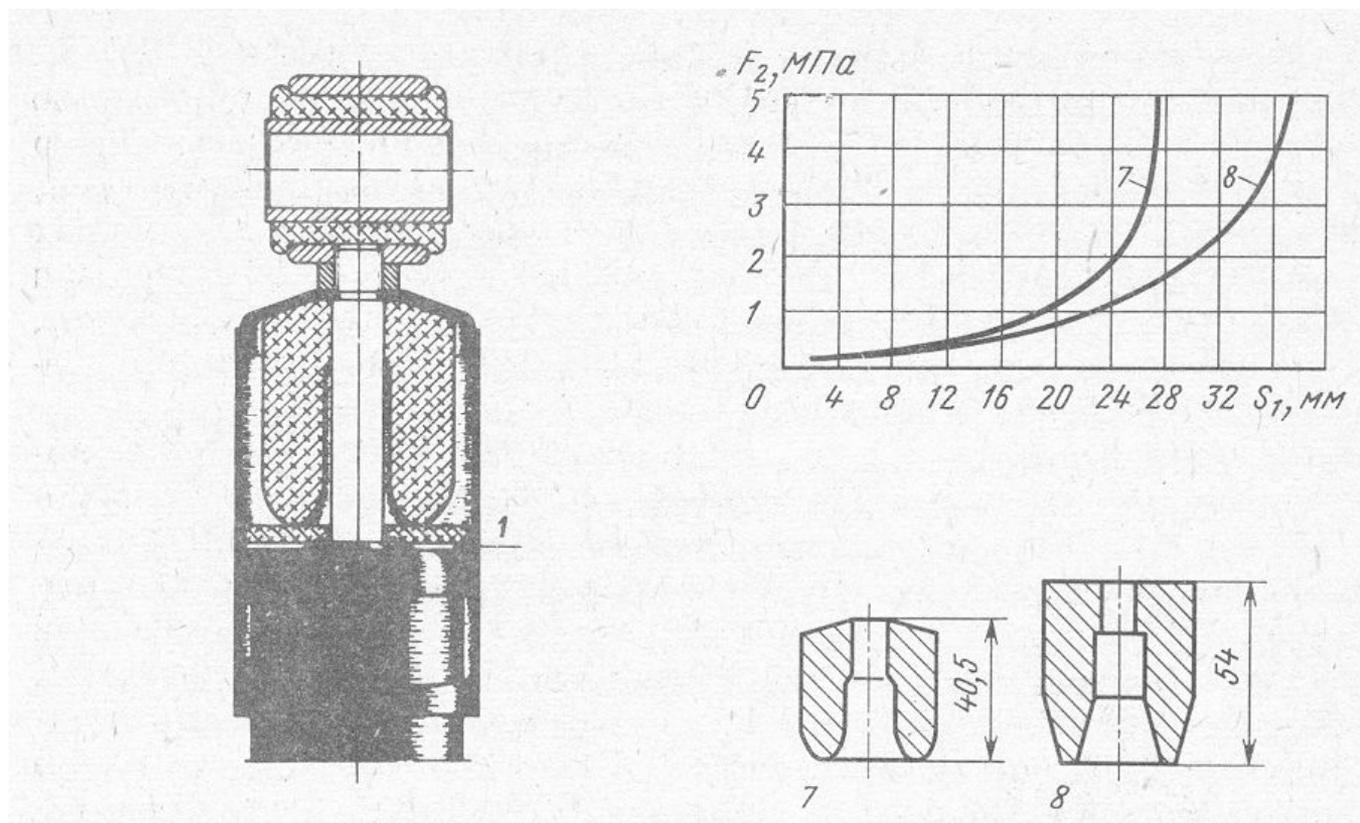




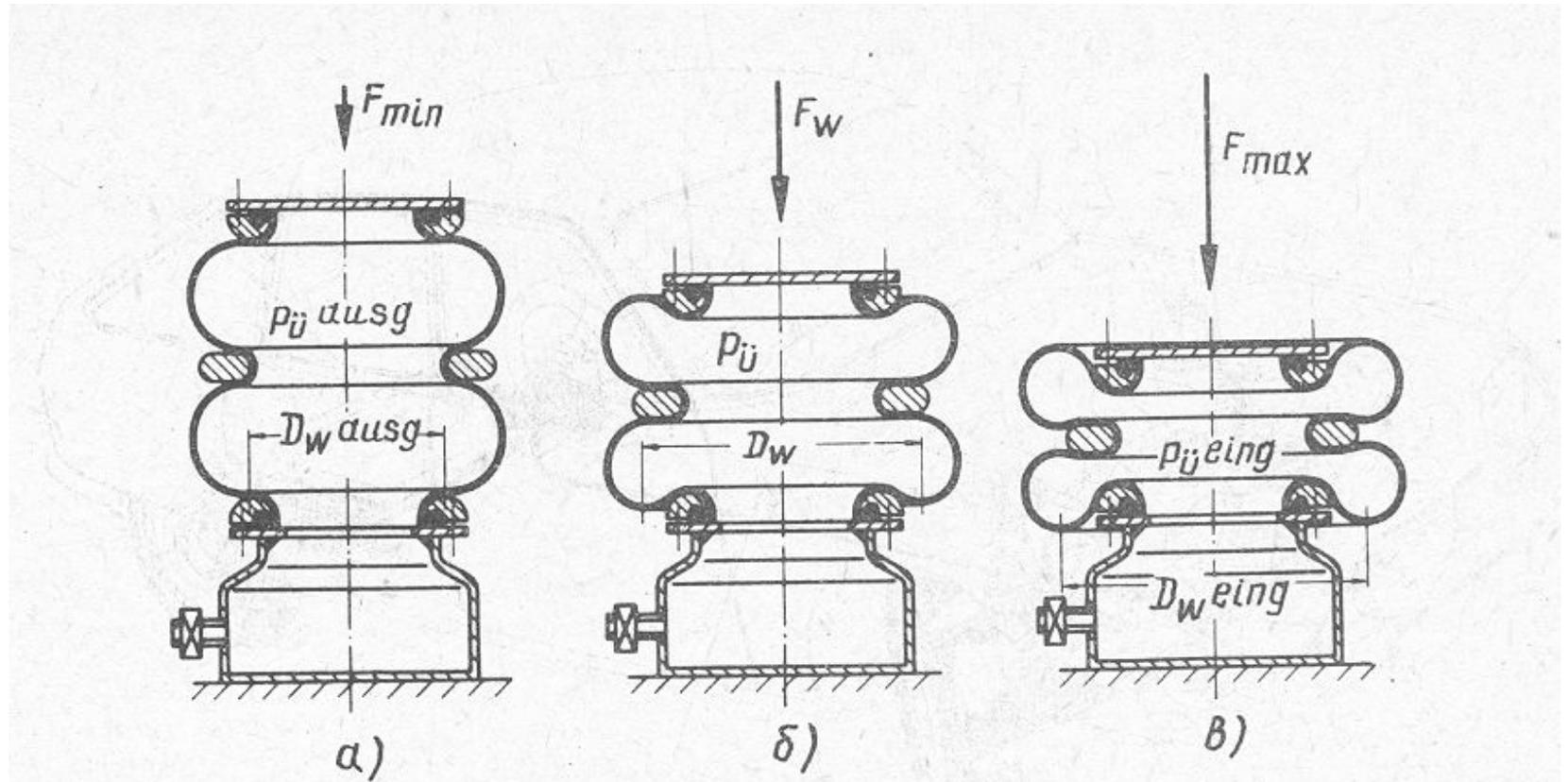
Доплнительный упругий элемент VW Golf III



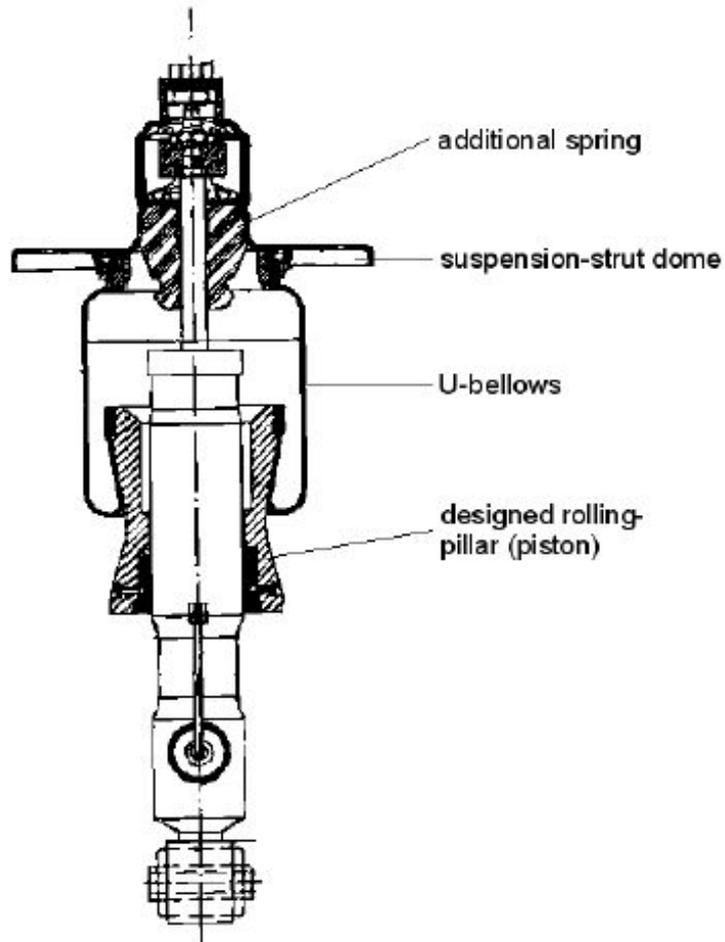
Дополнительный упругий элемент



Пневматические упругие элементы



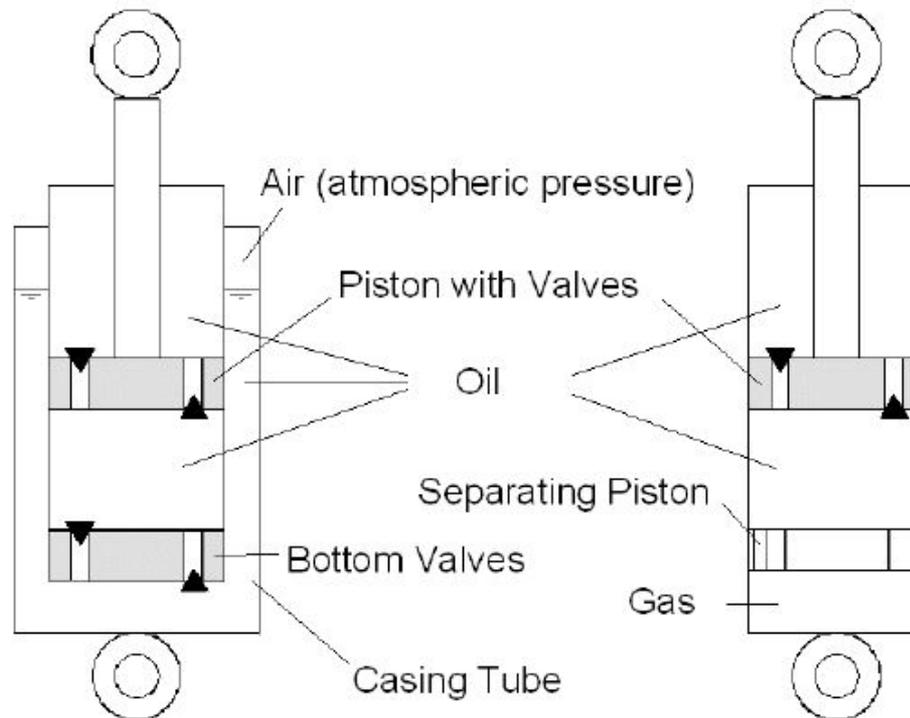
Пневматический упругий элемент



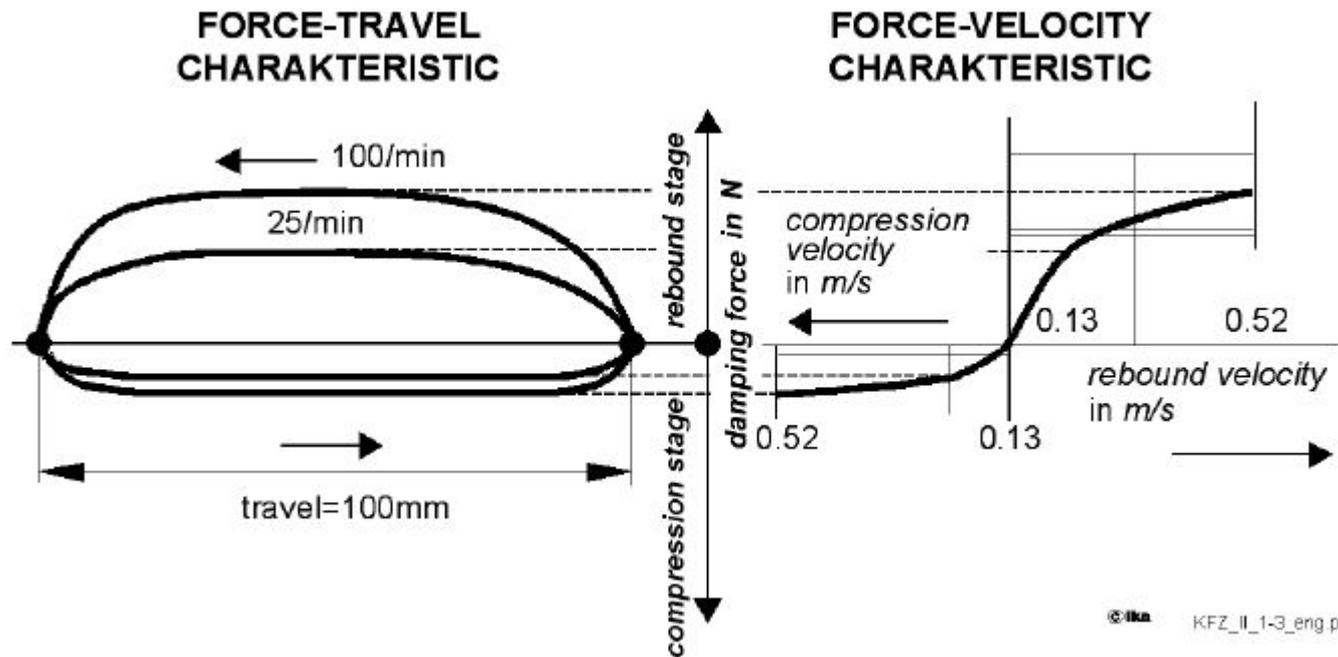
Амортизаторы

Twintube Damper

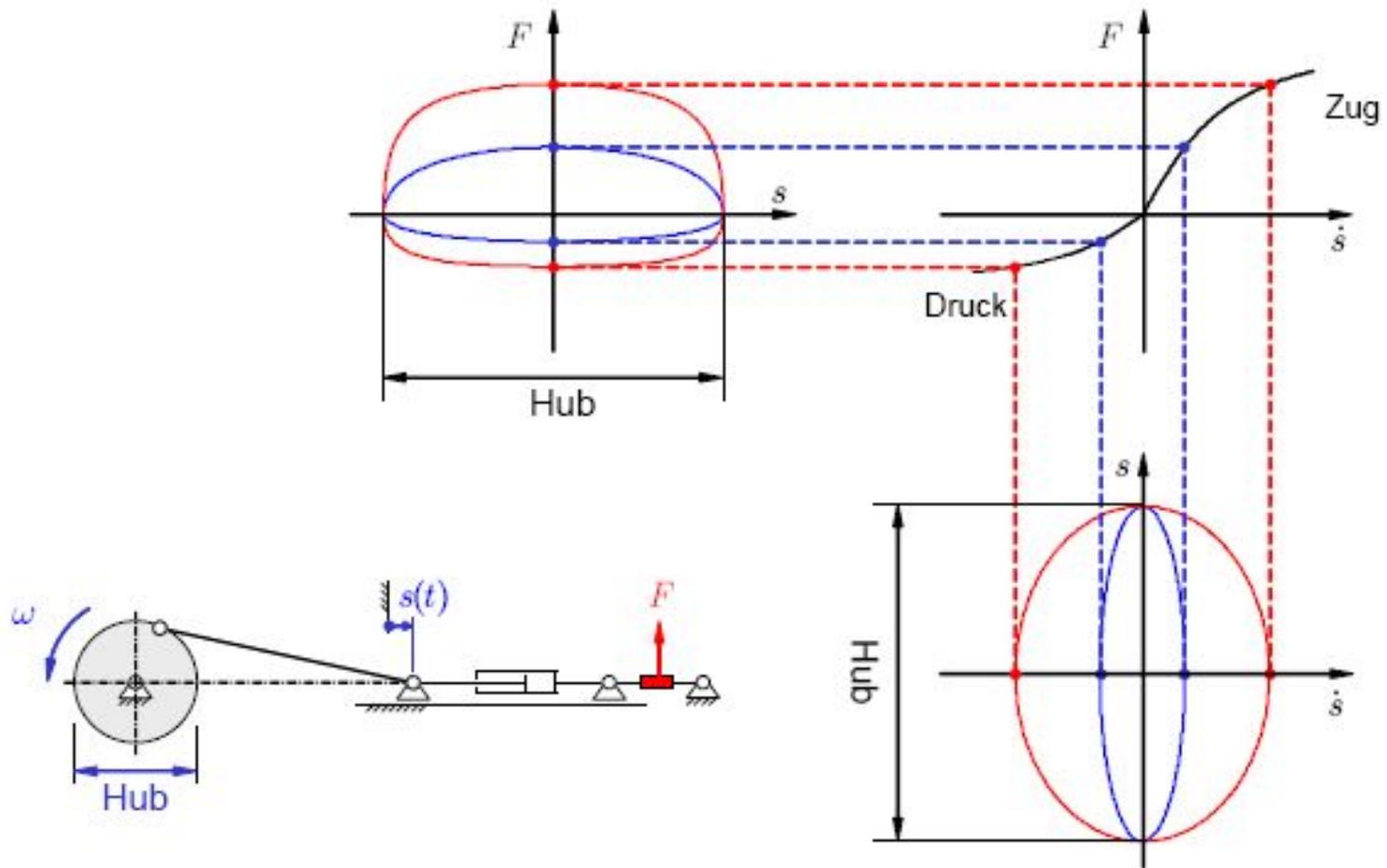
Monotube Damper



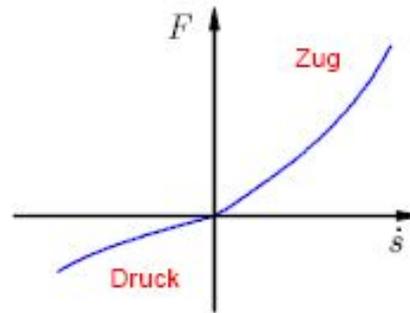
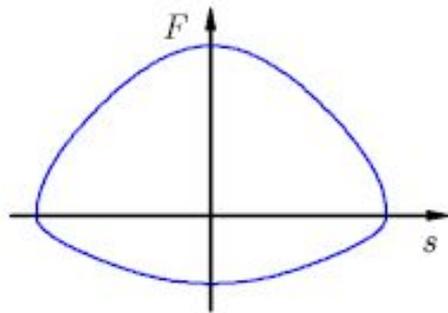
Характеристика амортизатора



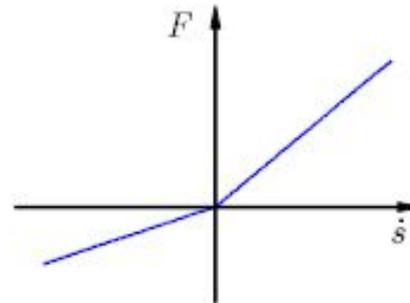
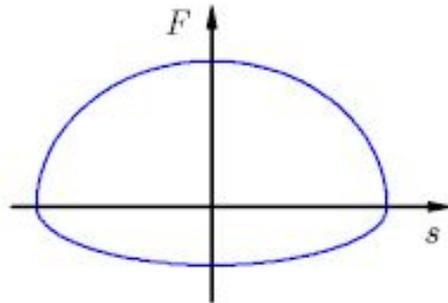
Принцип снятия характеристики



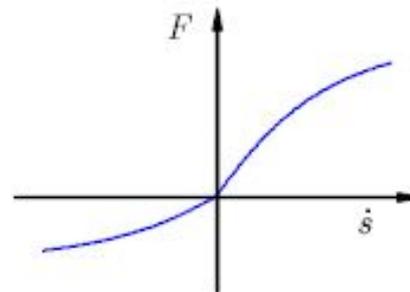
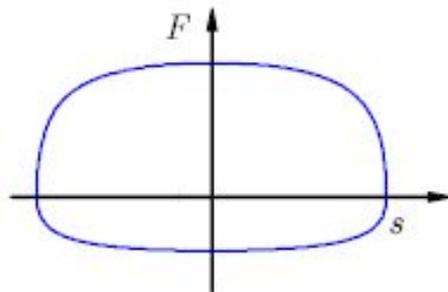
Виды характеристик амортизатора



progressiv



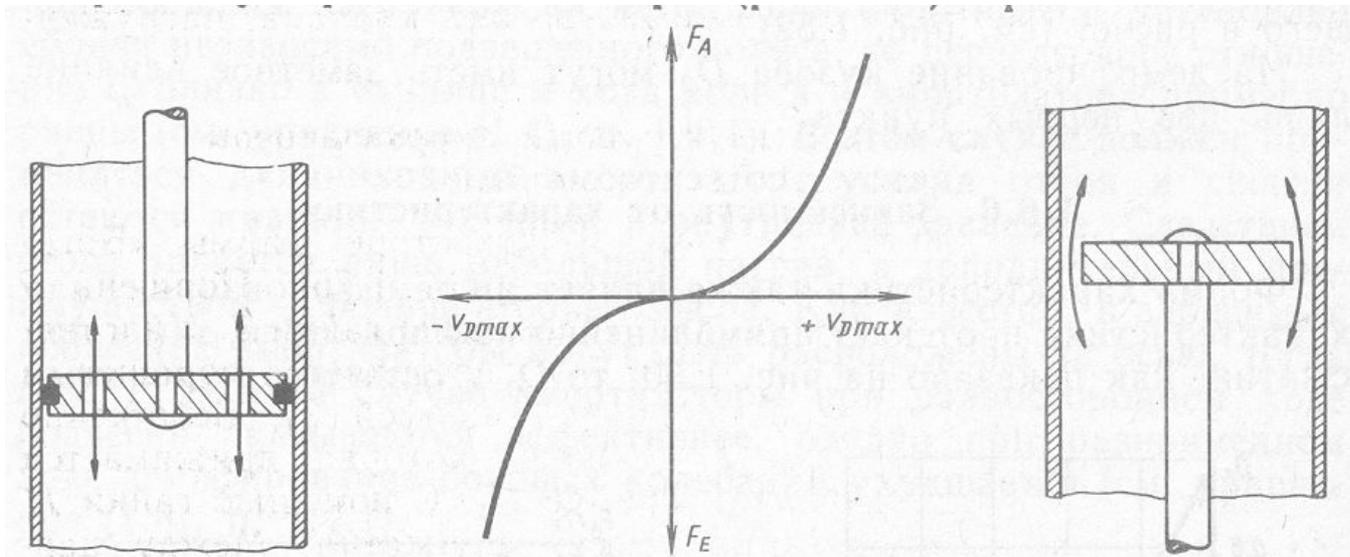
linear



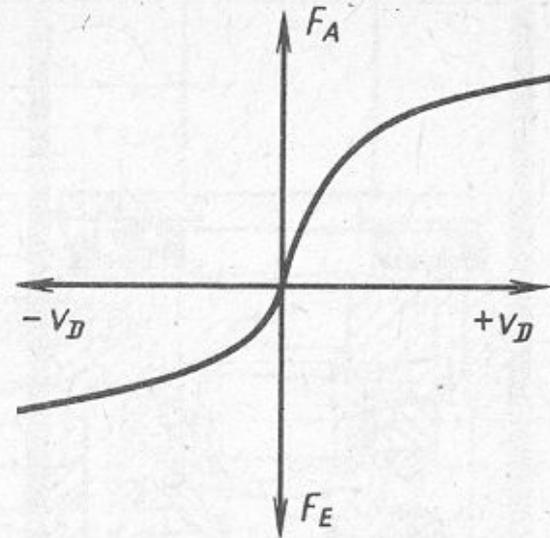
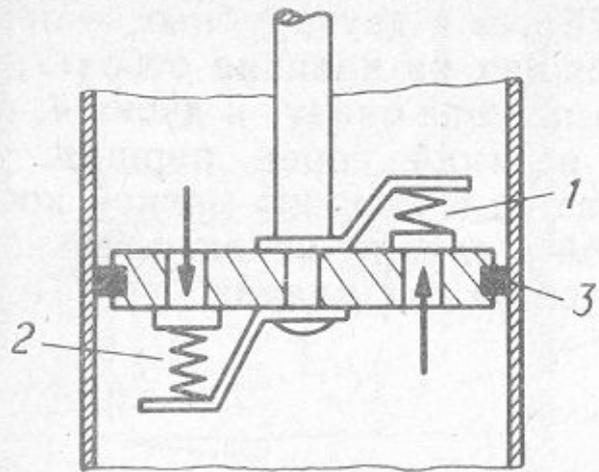
degressiv

Dämpferkennlinien

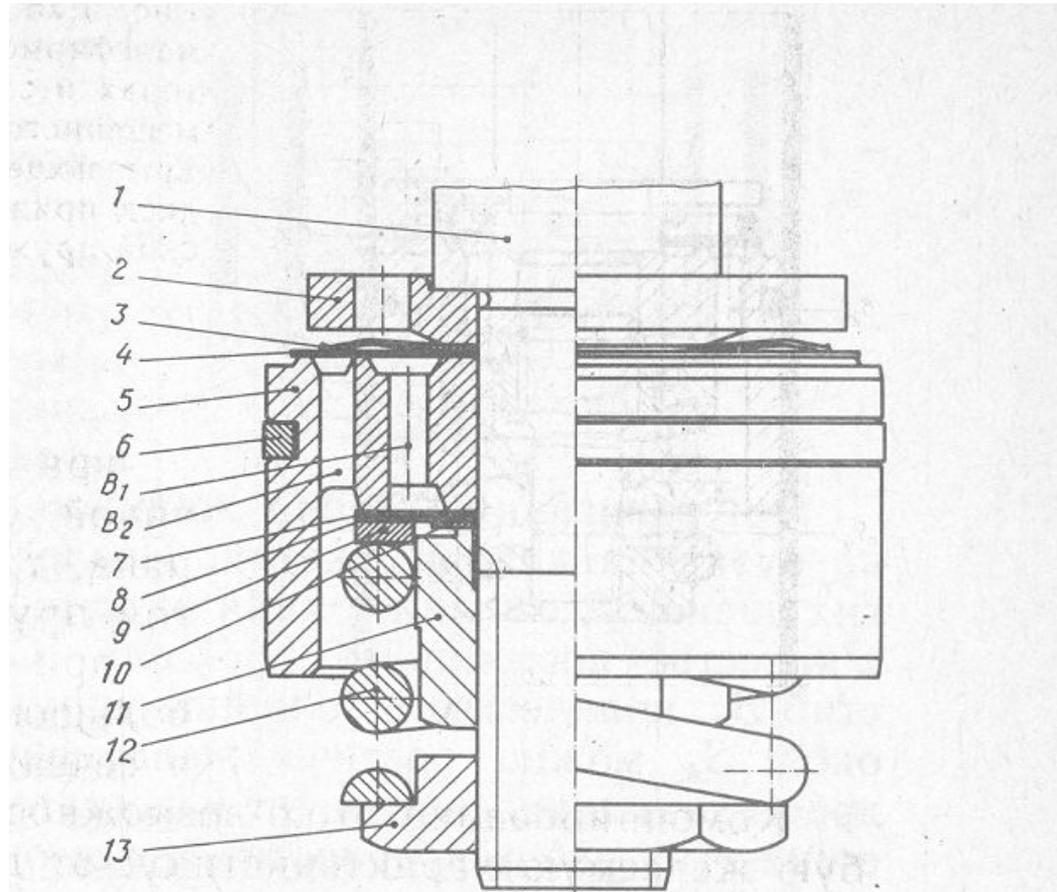
Амортизатор с прогрессивной характеристикой



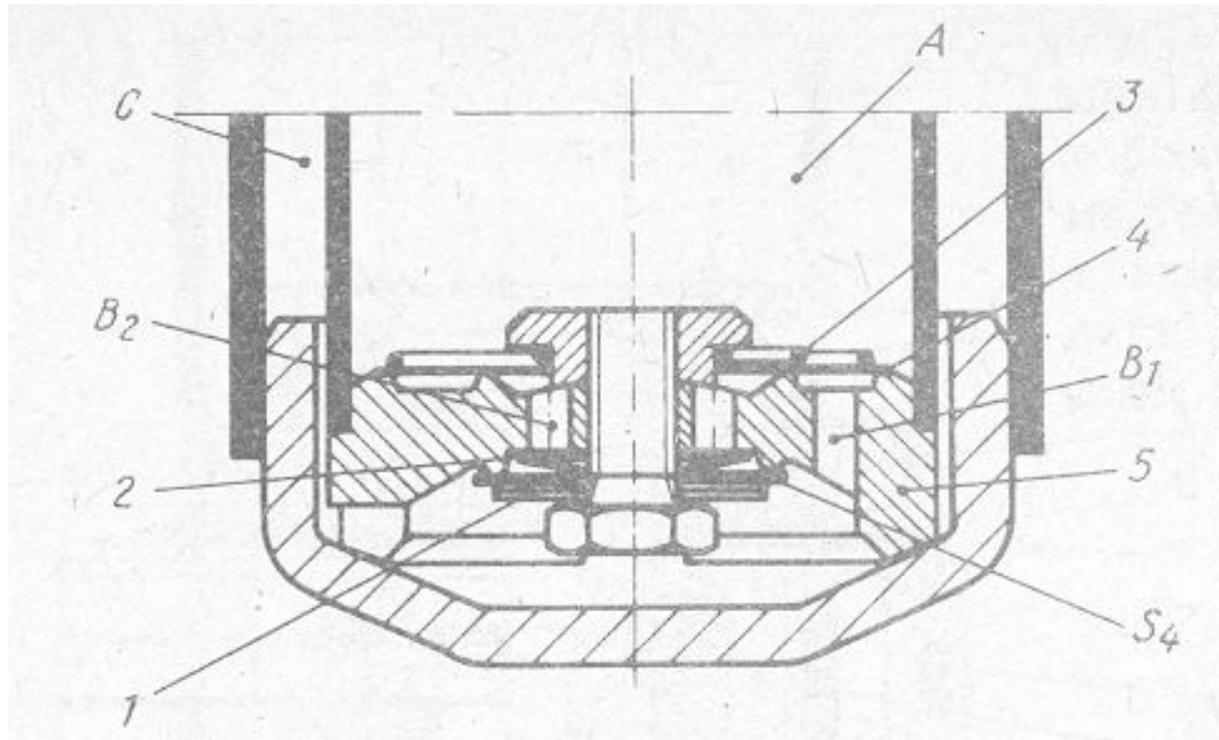
Амортизатор с дегрессивной характеристикой



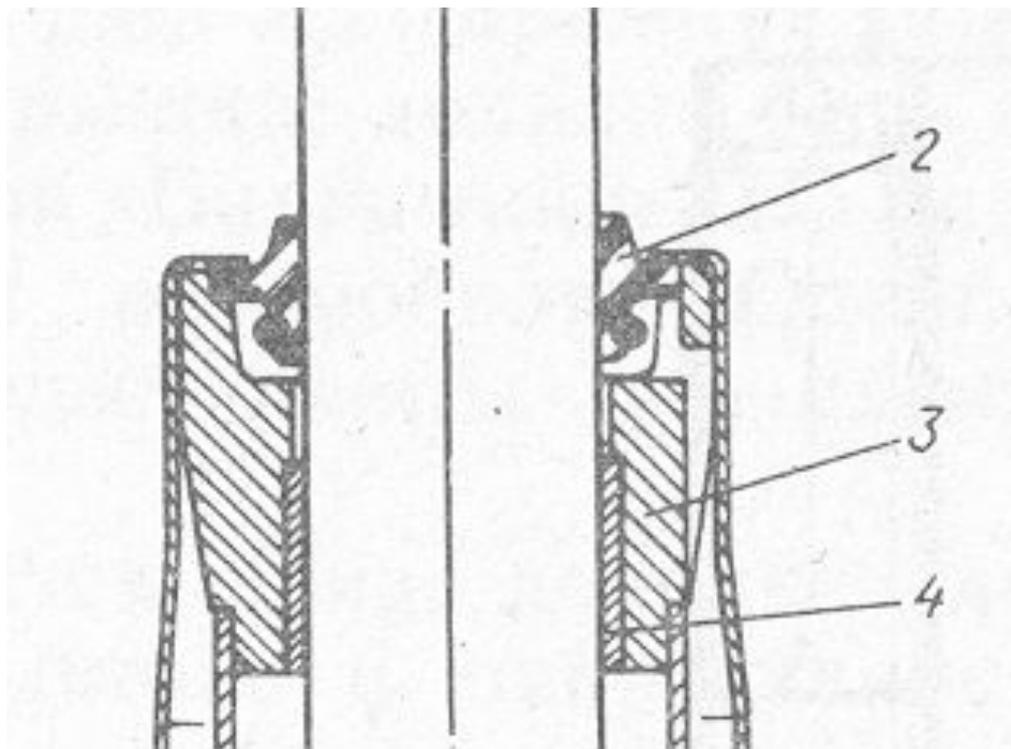
Конструкция поршня амортизатора



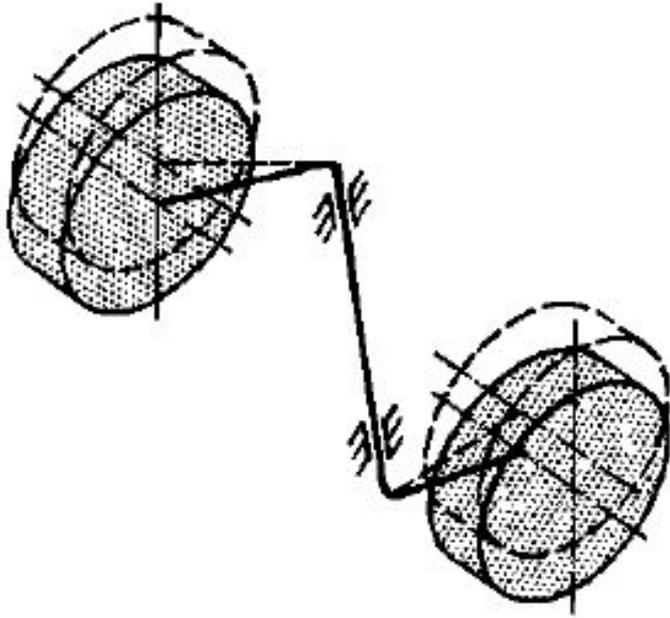
Доонный клапан амортизатора



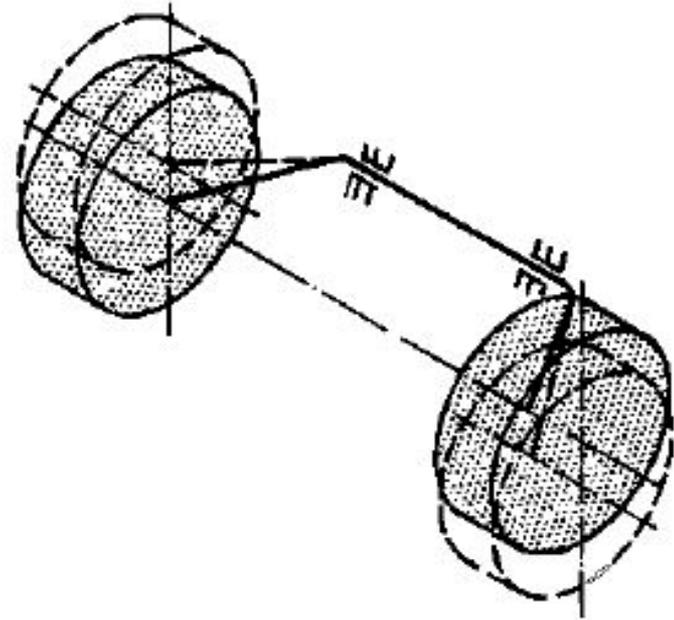
Уплотнение штока амортизатора



Стабилизаторы



compensating spring



stabilizer bar

Работа стабилизатора поперечной устойчивости

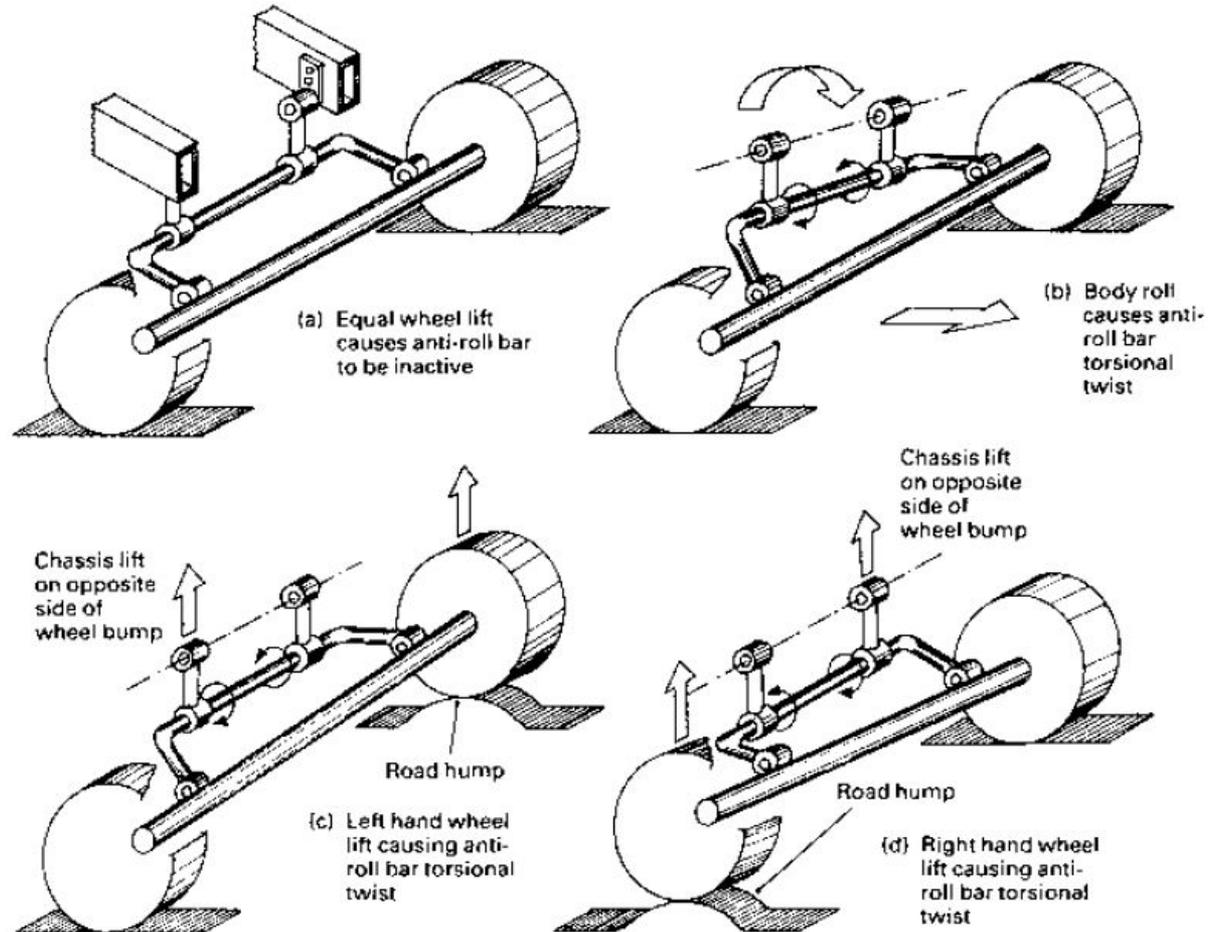
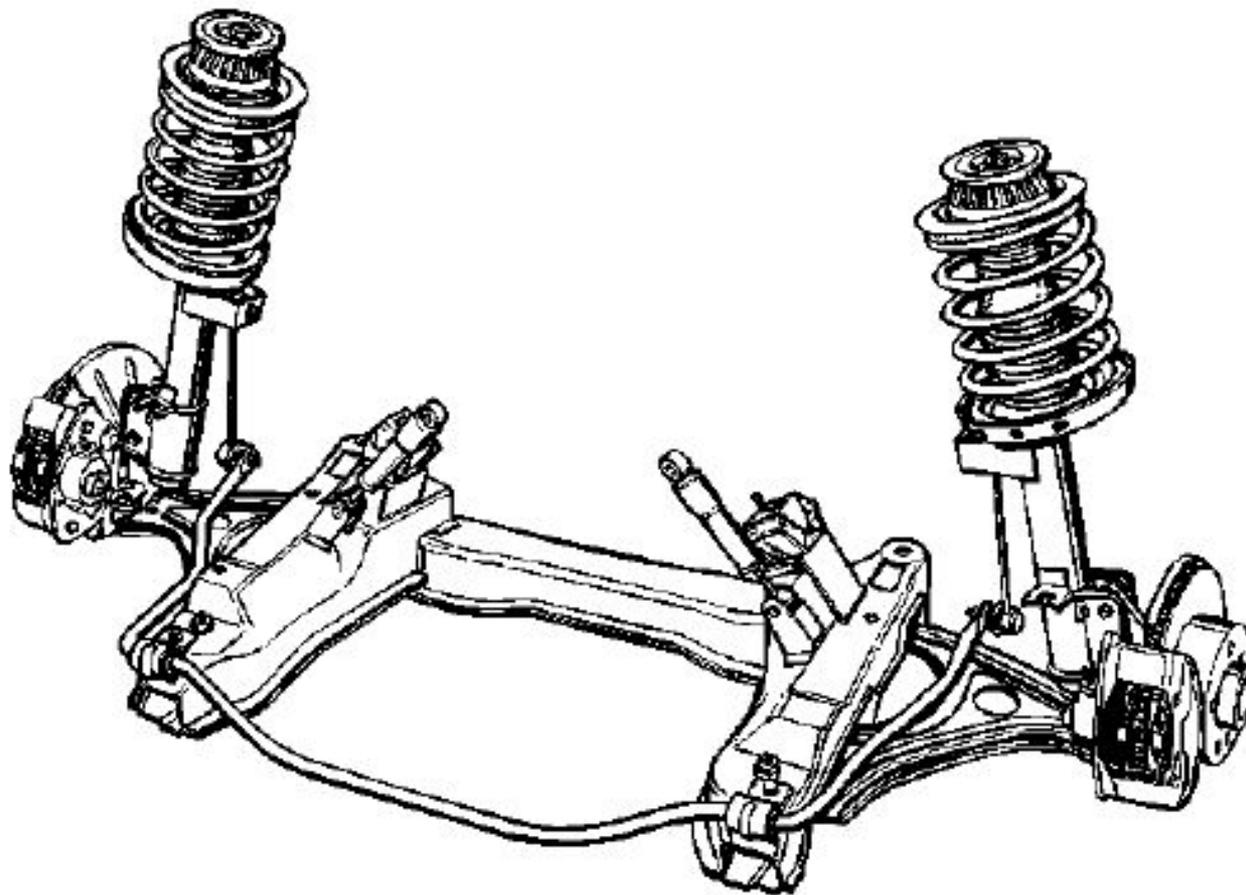
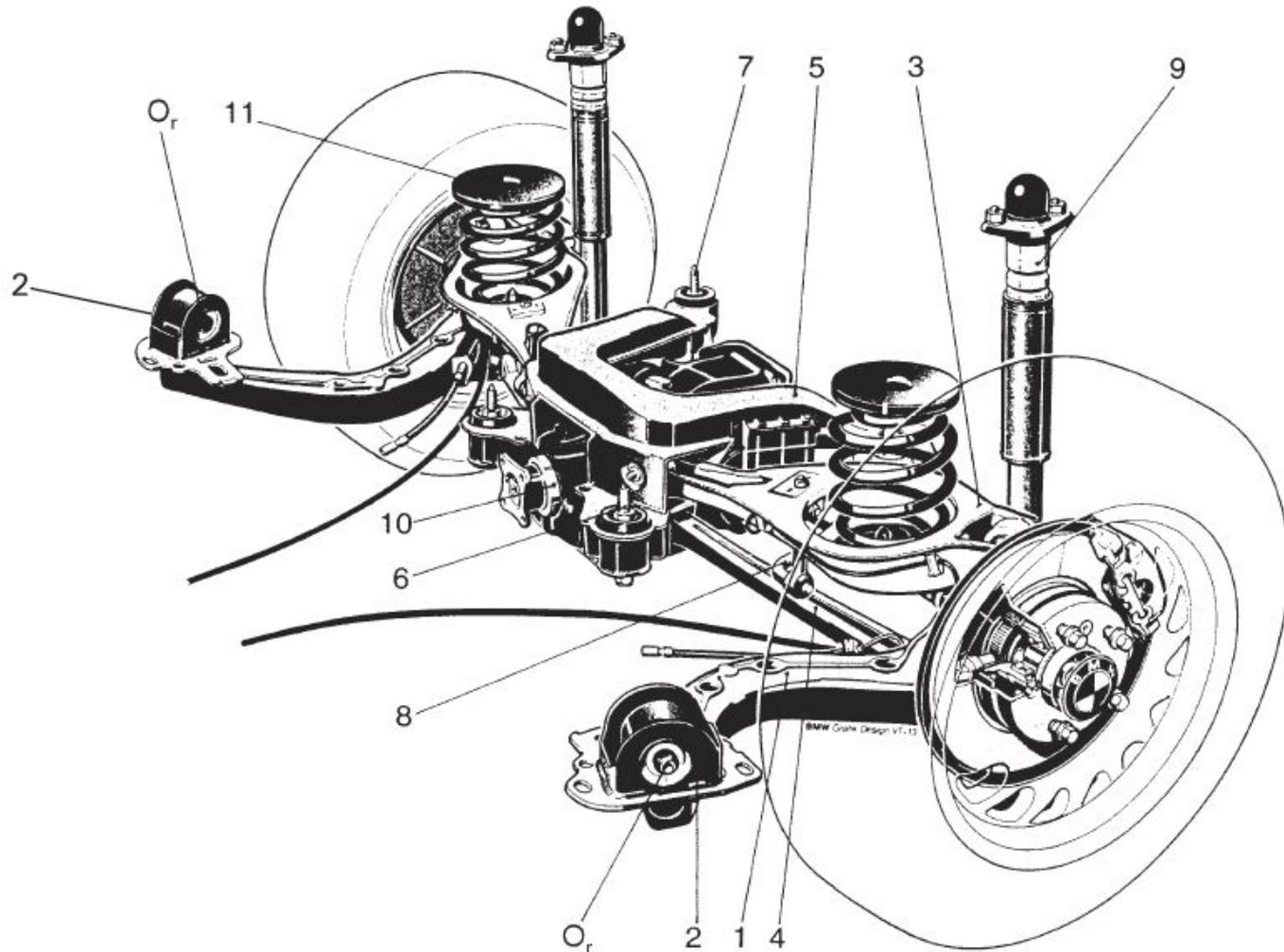


Fig. 10.39 (a-d) Anti-roll bar action

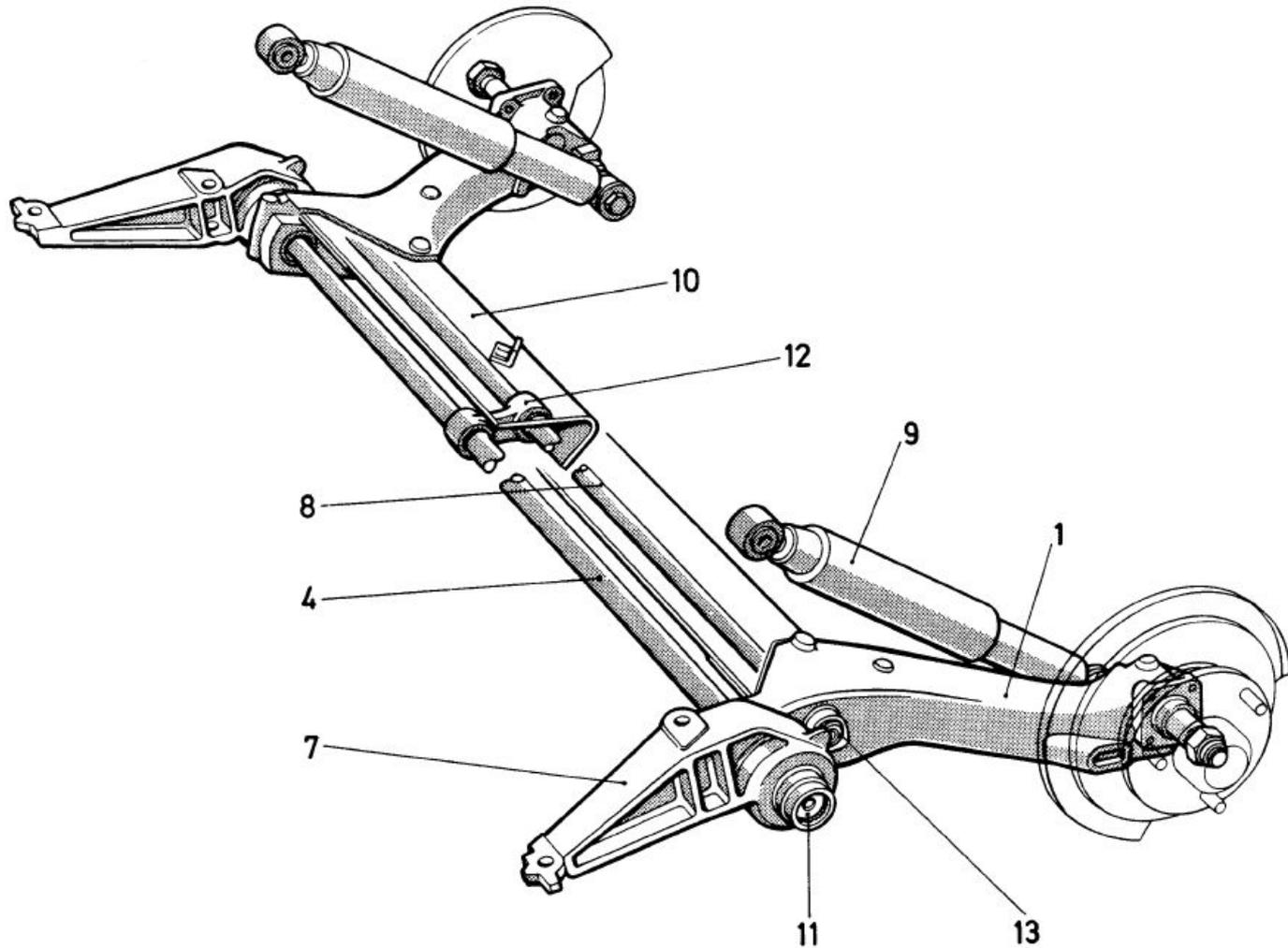
Стабилизатор в независимой подвеске



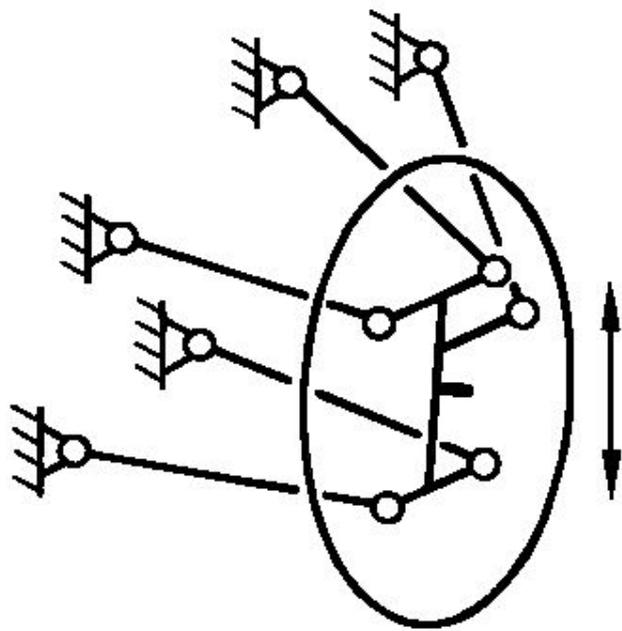
Сложная конструкция подвески BMW 3 серия



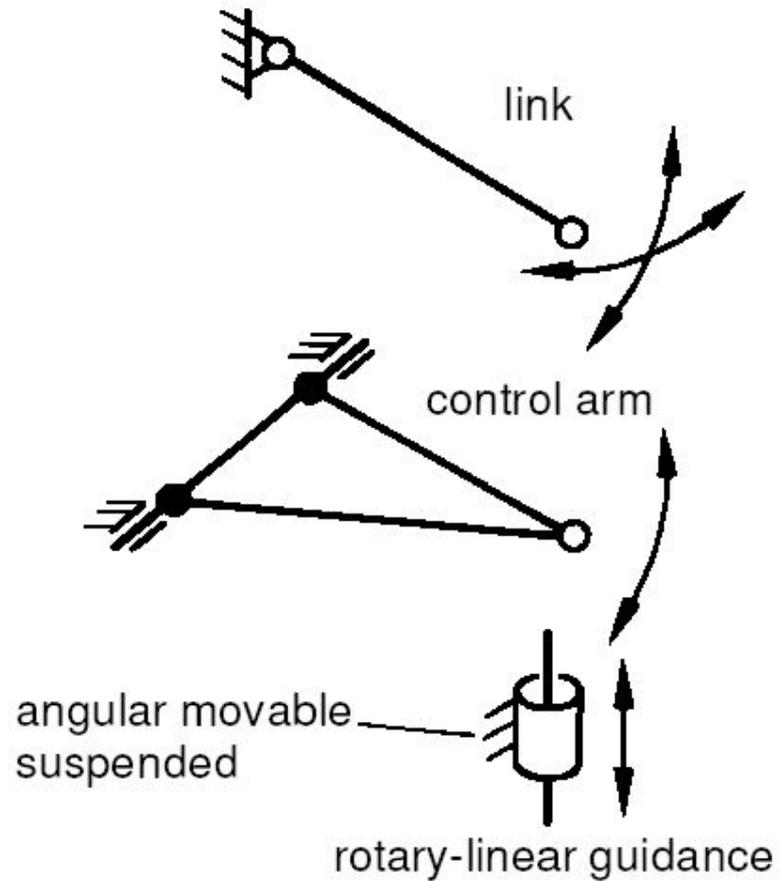
Экстремально компактная конструкция подвески Renault



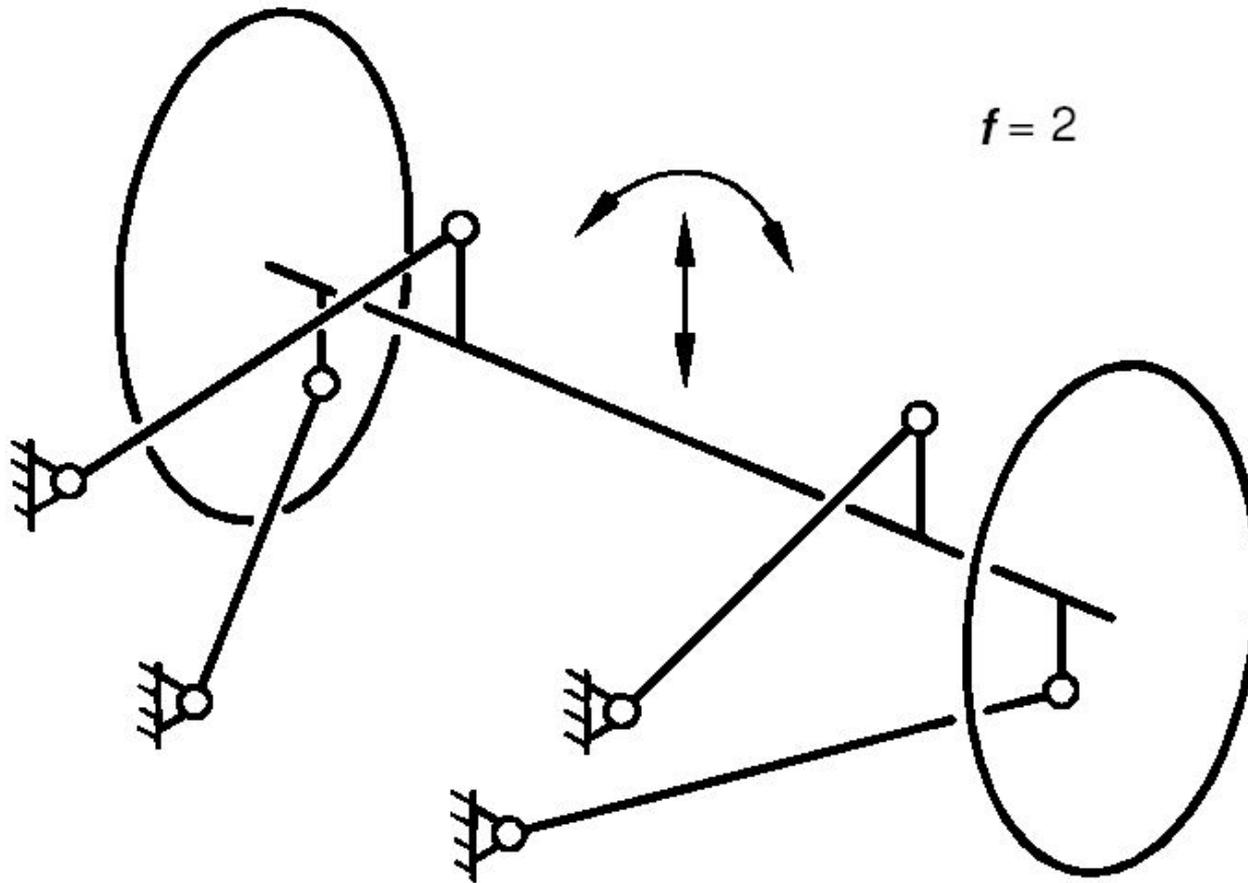
Подвеска независимая



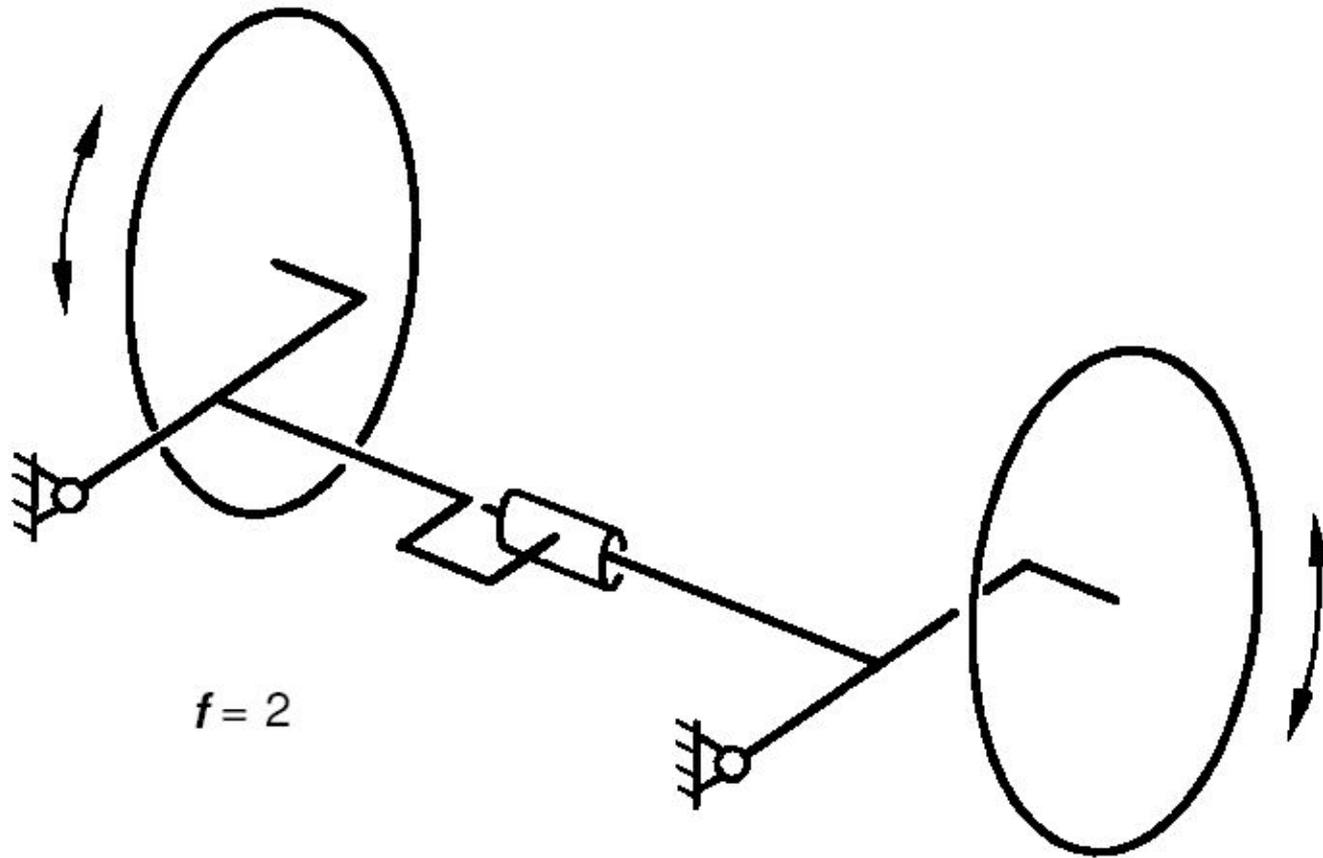
$f = 1$



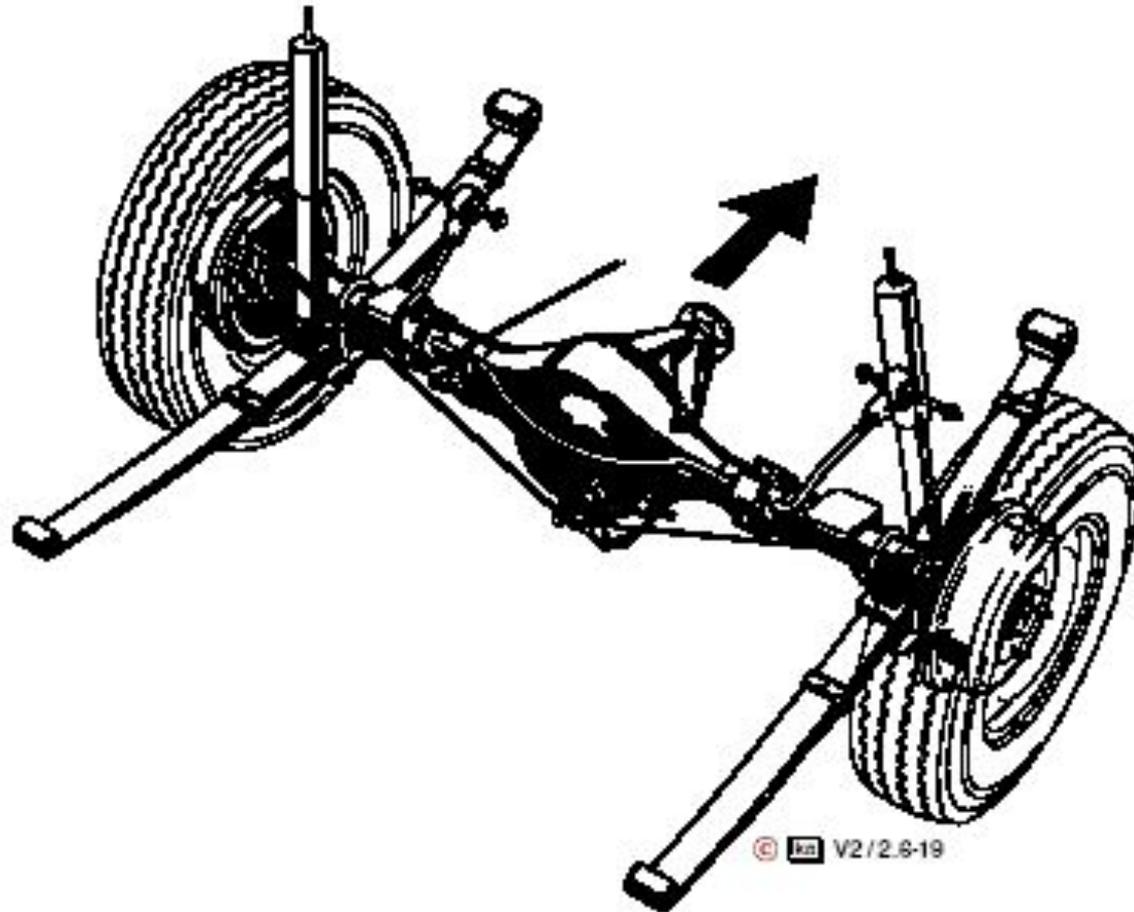
Подвеска зависимая

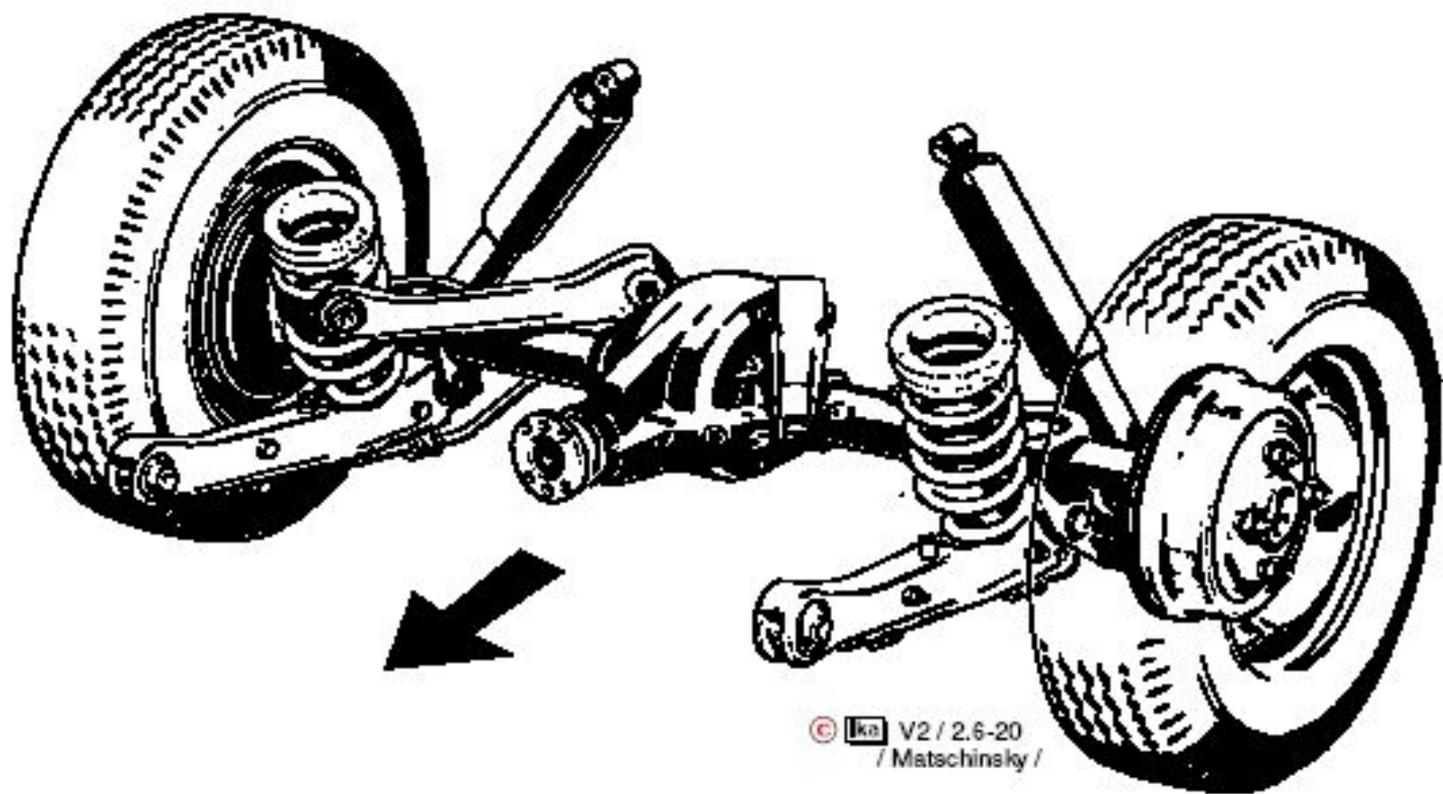


Подвеска комбинированная



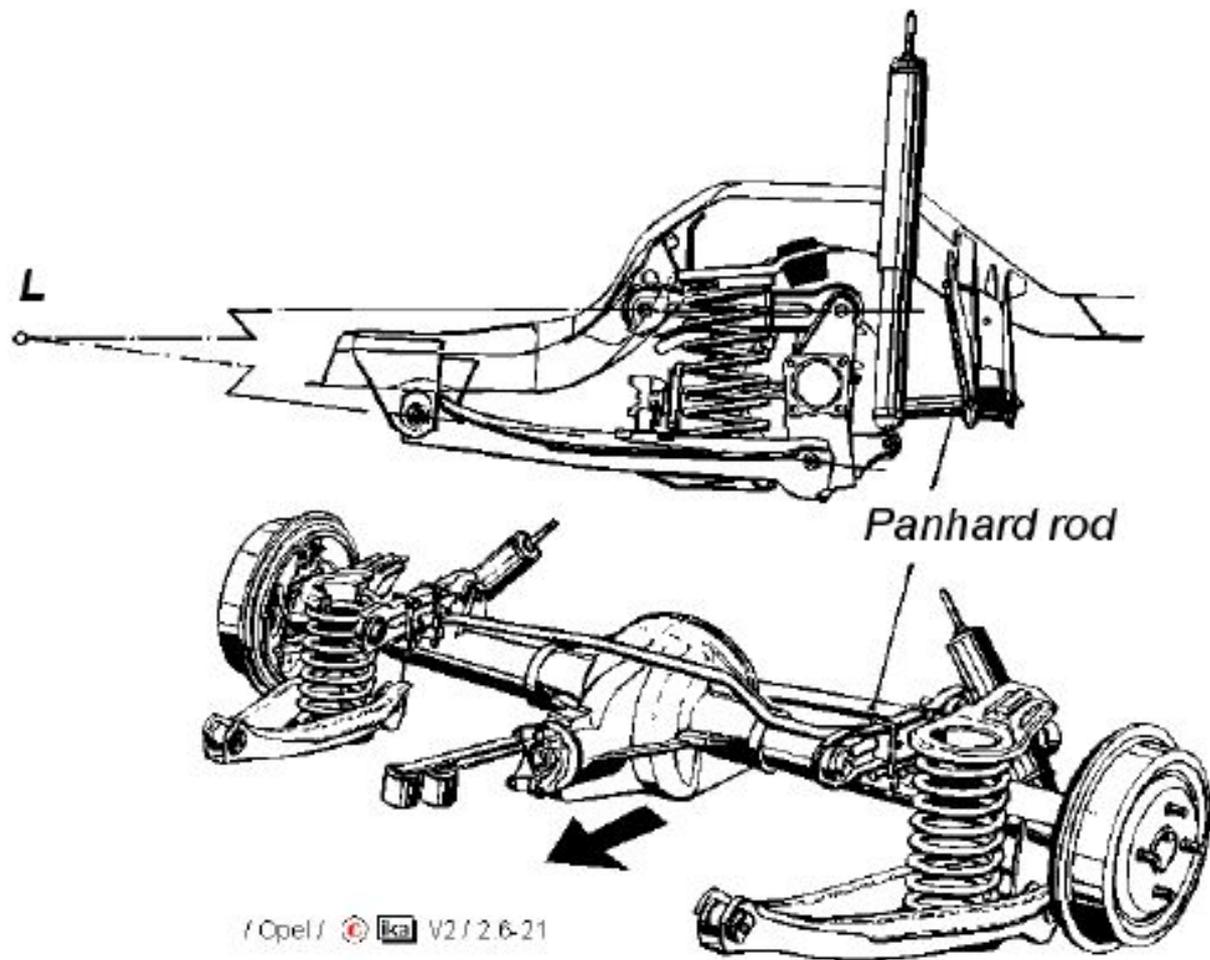
Зависимые подвески



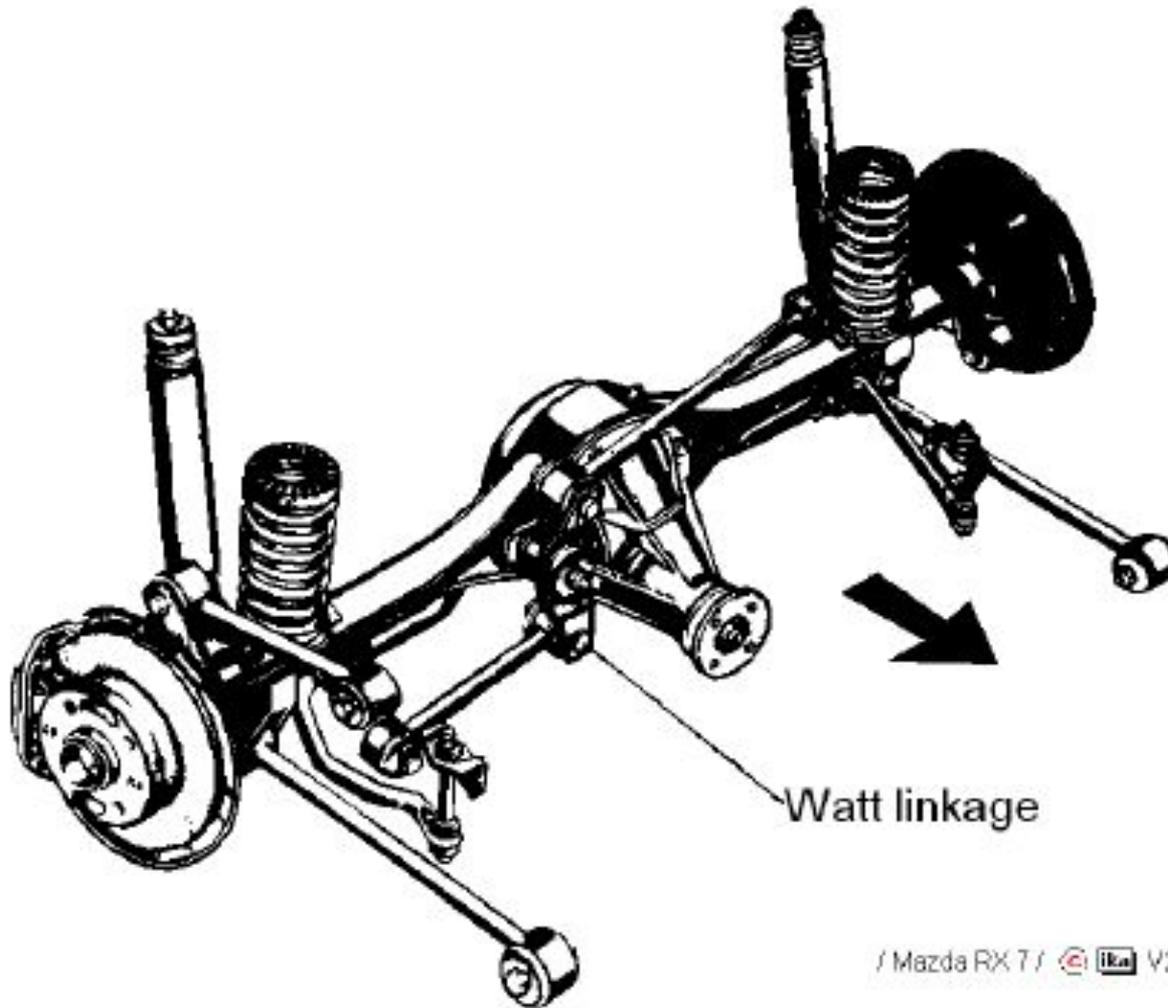


© Ikn V2 / 2.6-20
/ Matschinsky /

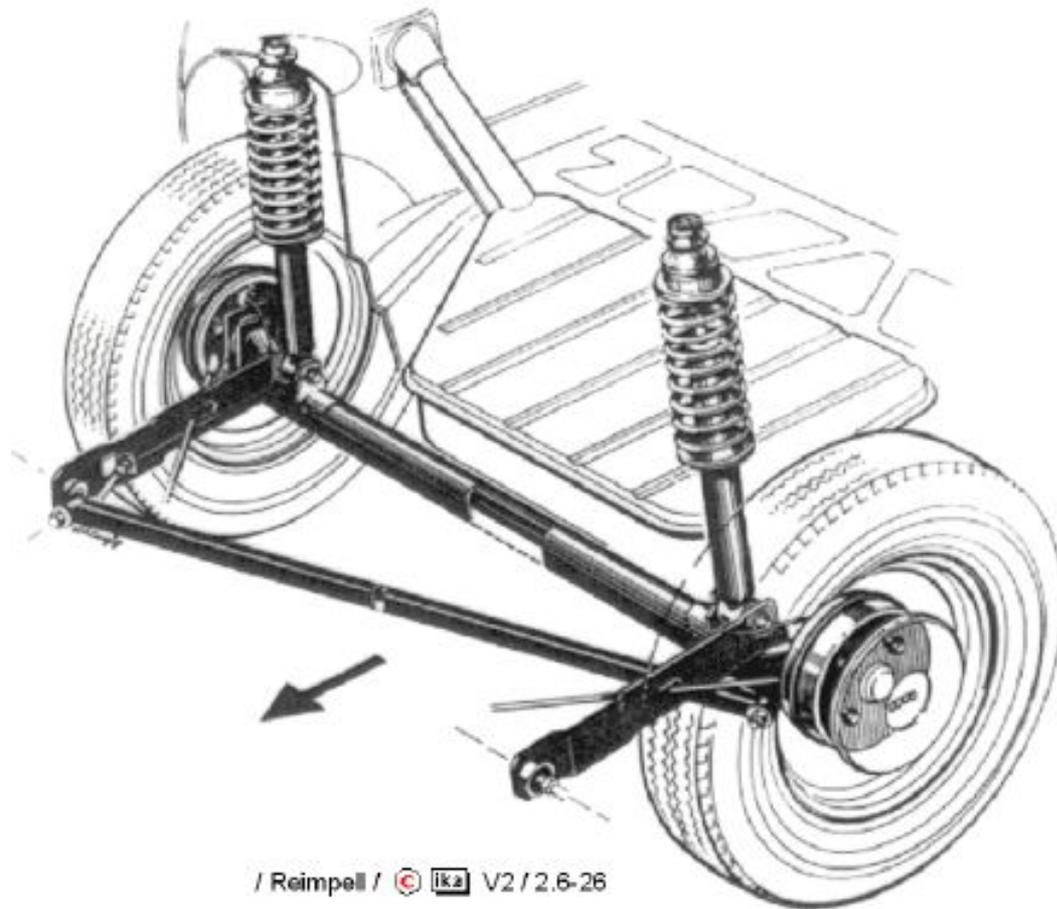
Тяга Панара в подвеске



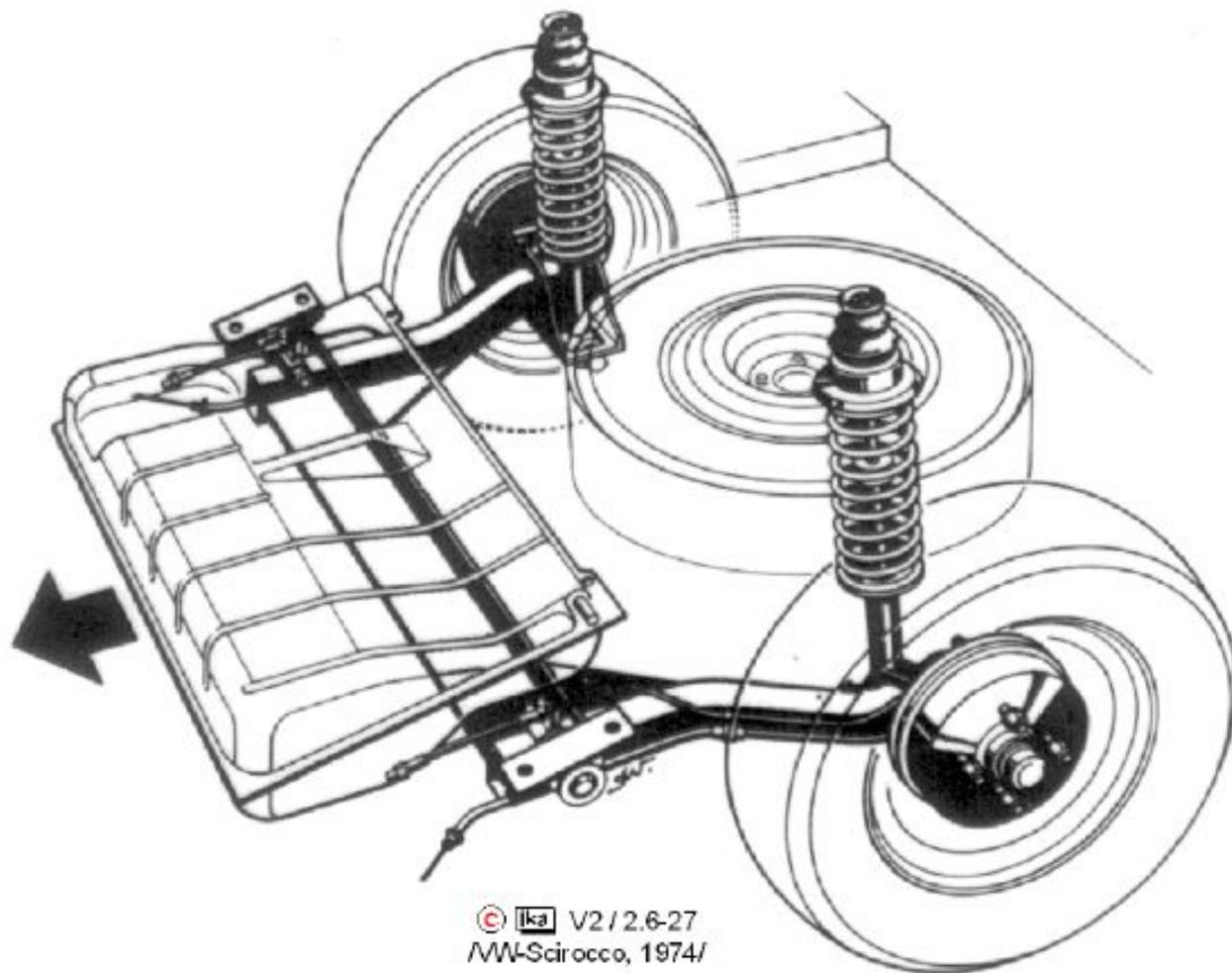
Механизм Ватта



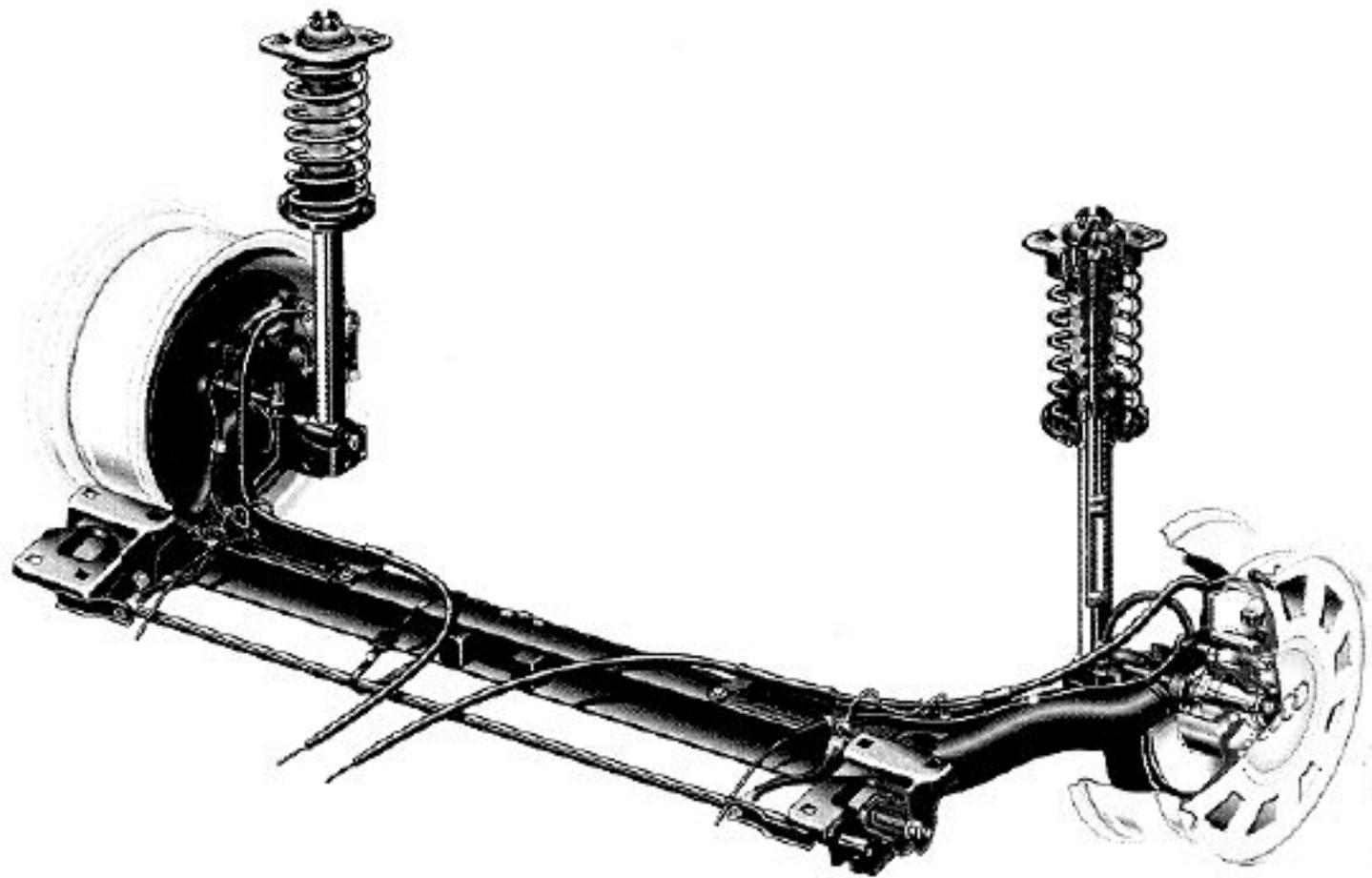
Комбинированные подвески



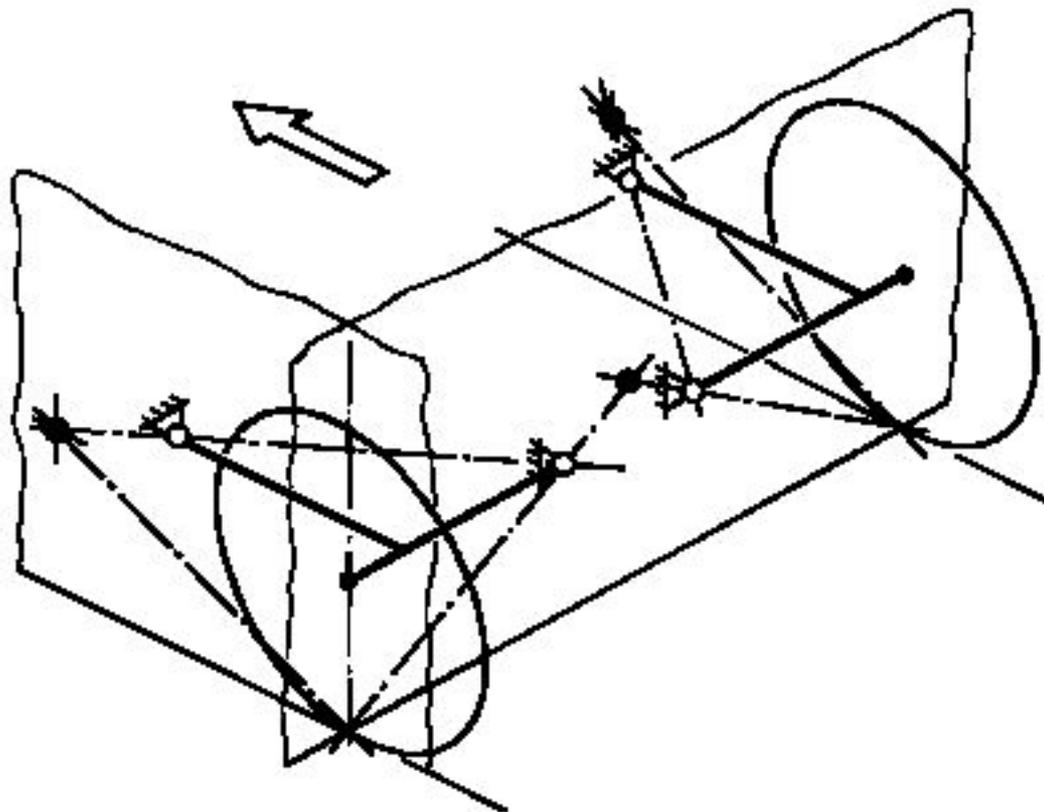
/ Reimpell / © ika V2 / 2.6-26

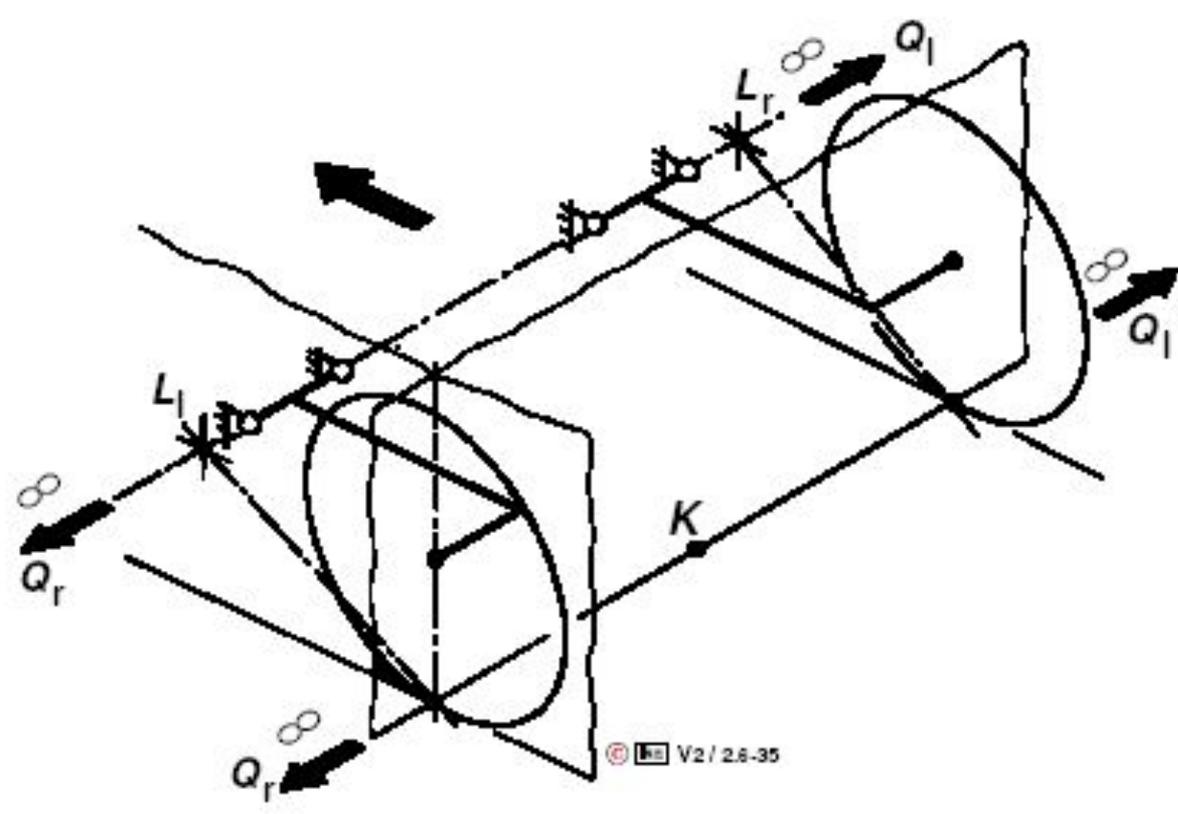


© Ika V2 / 2.6-27
/W-Scirocco, 1974/

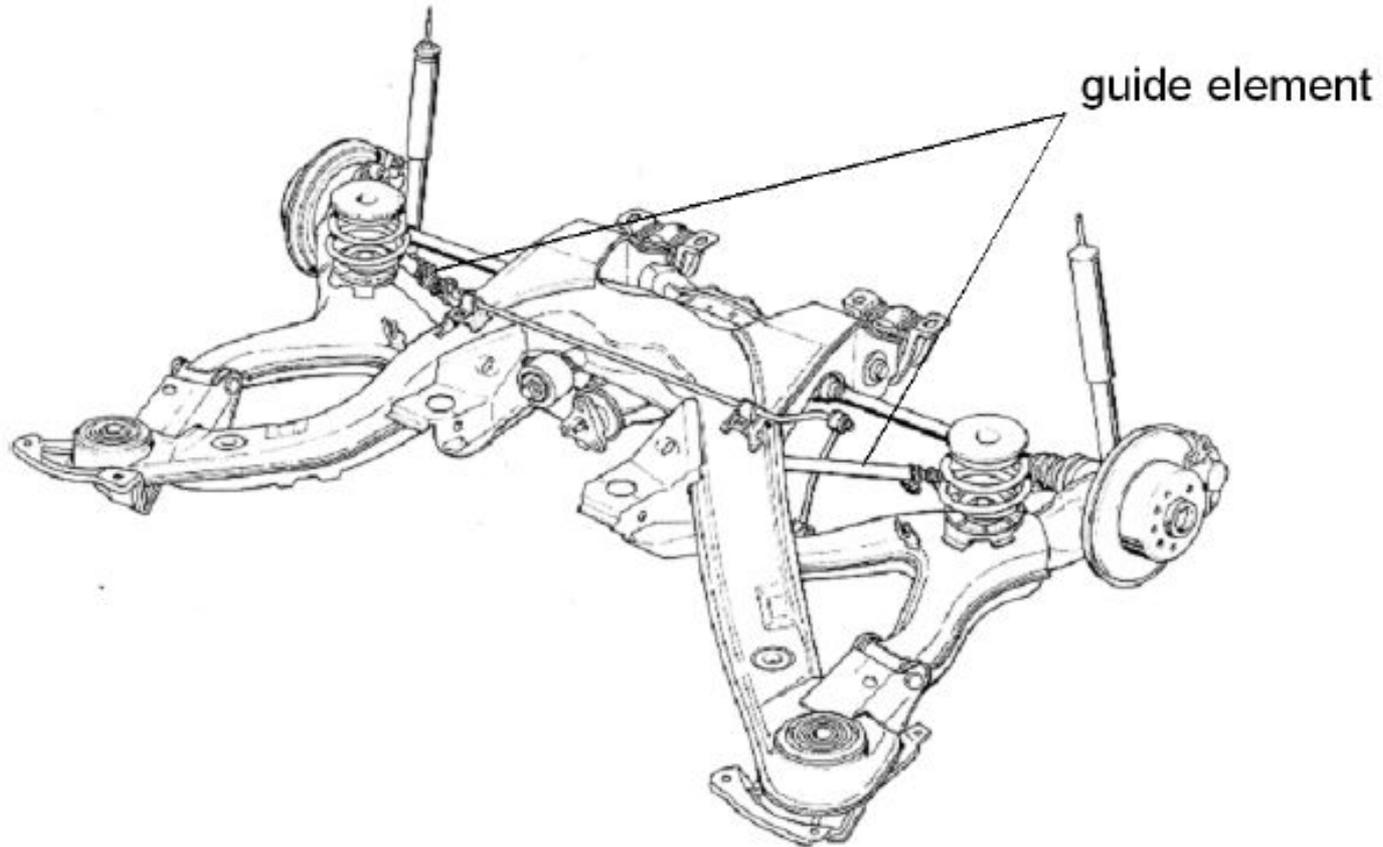


Независимая подвеска на косых рычагах

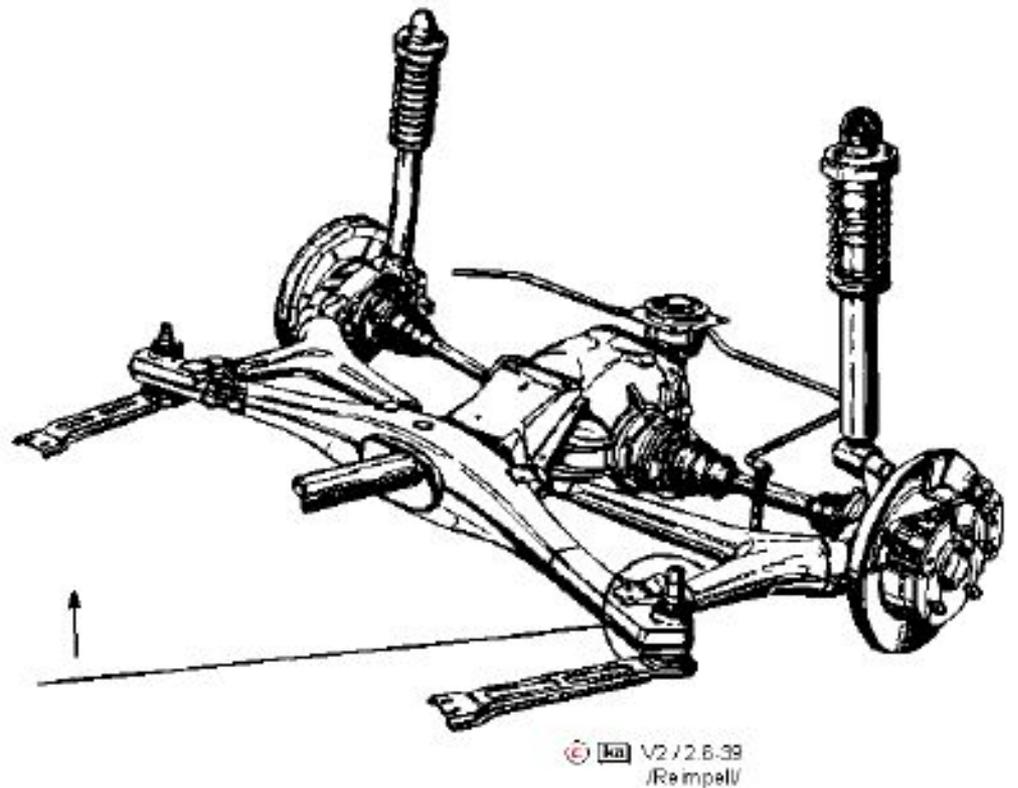
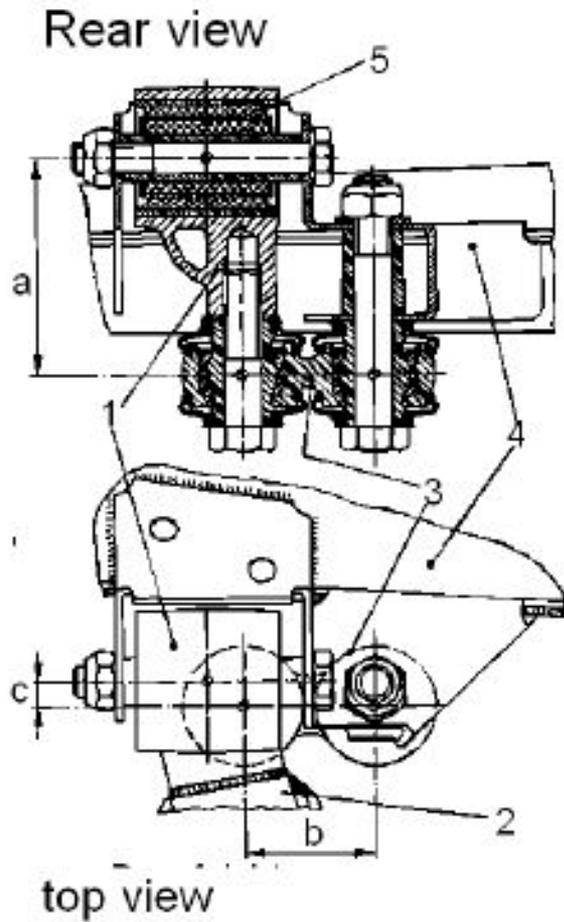




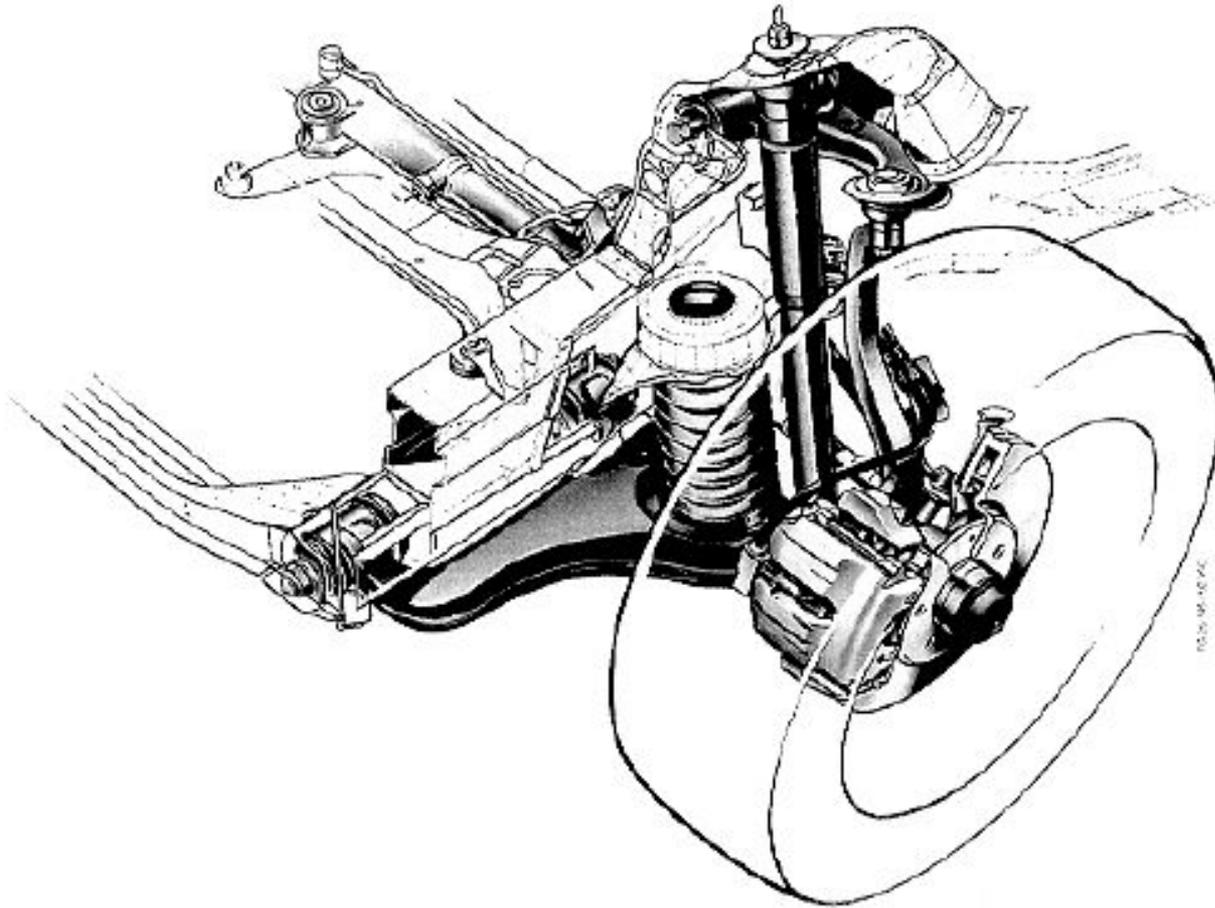
Исправление кинематики подвески



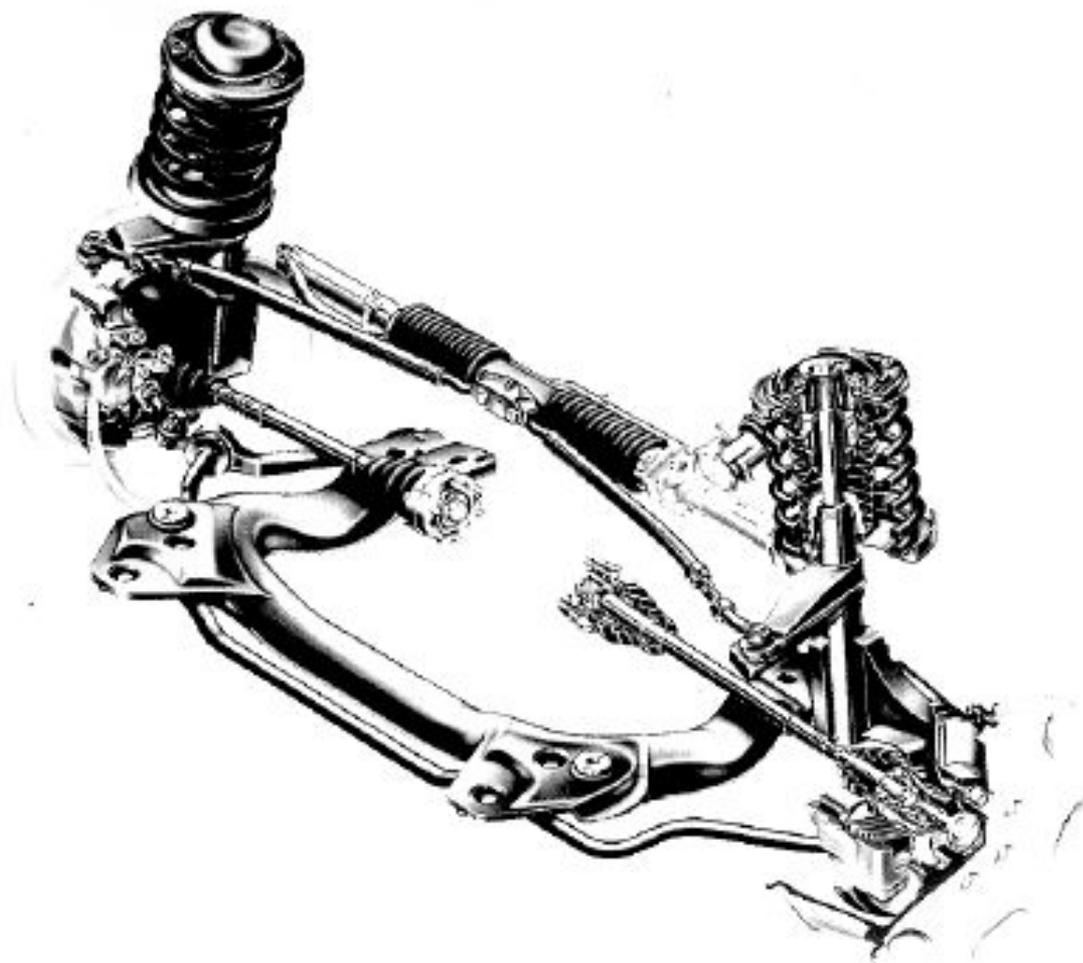
Исправление кинематики подвески



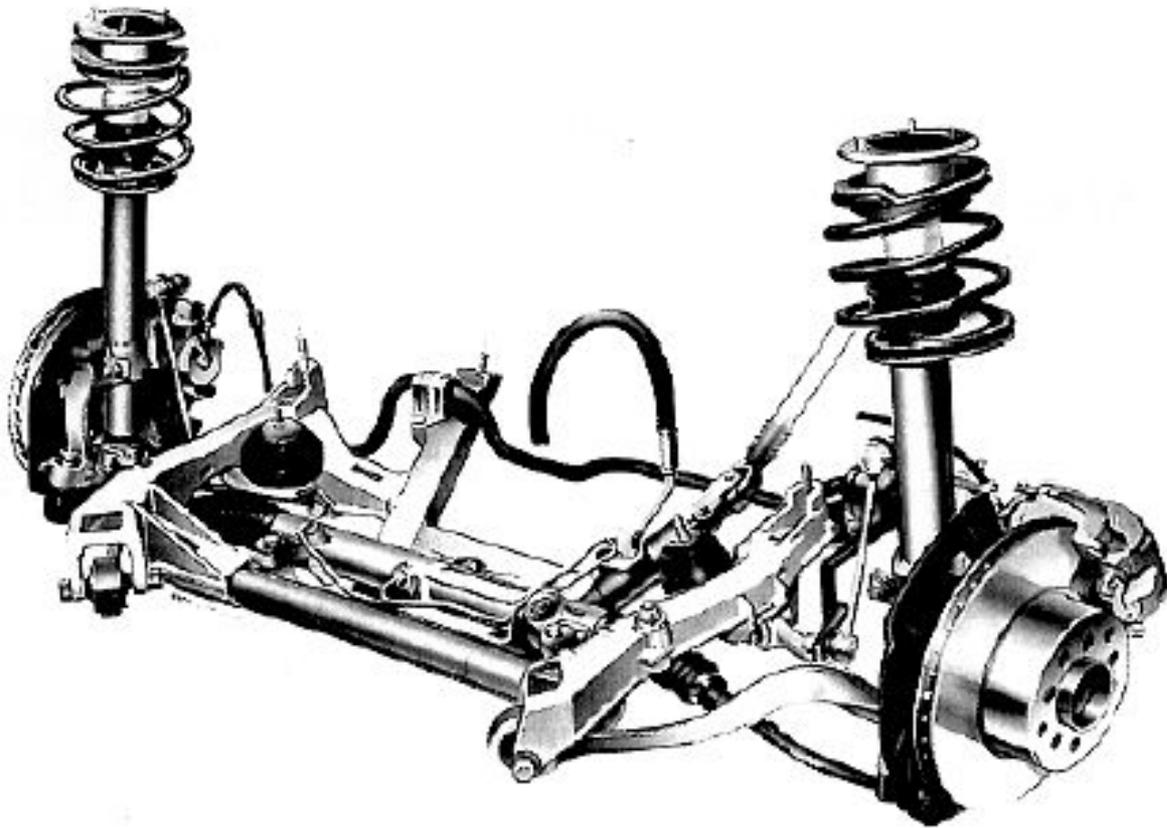
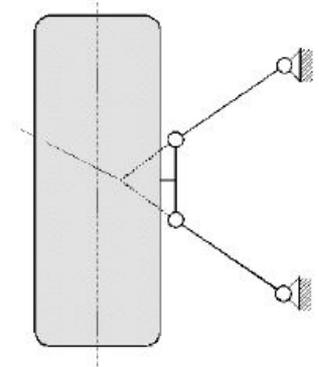
Двухрычажная подвеска



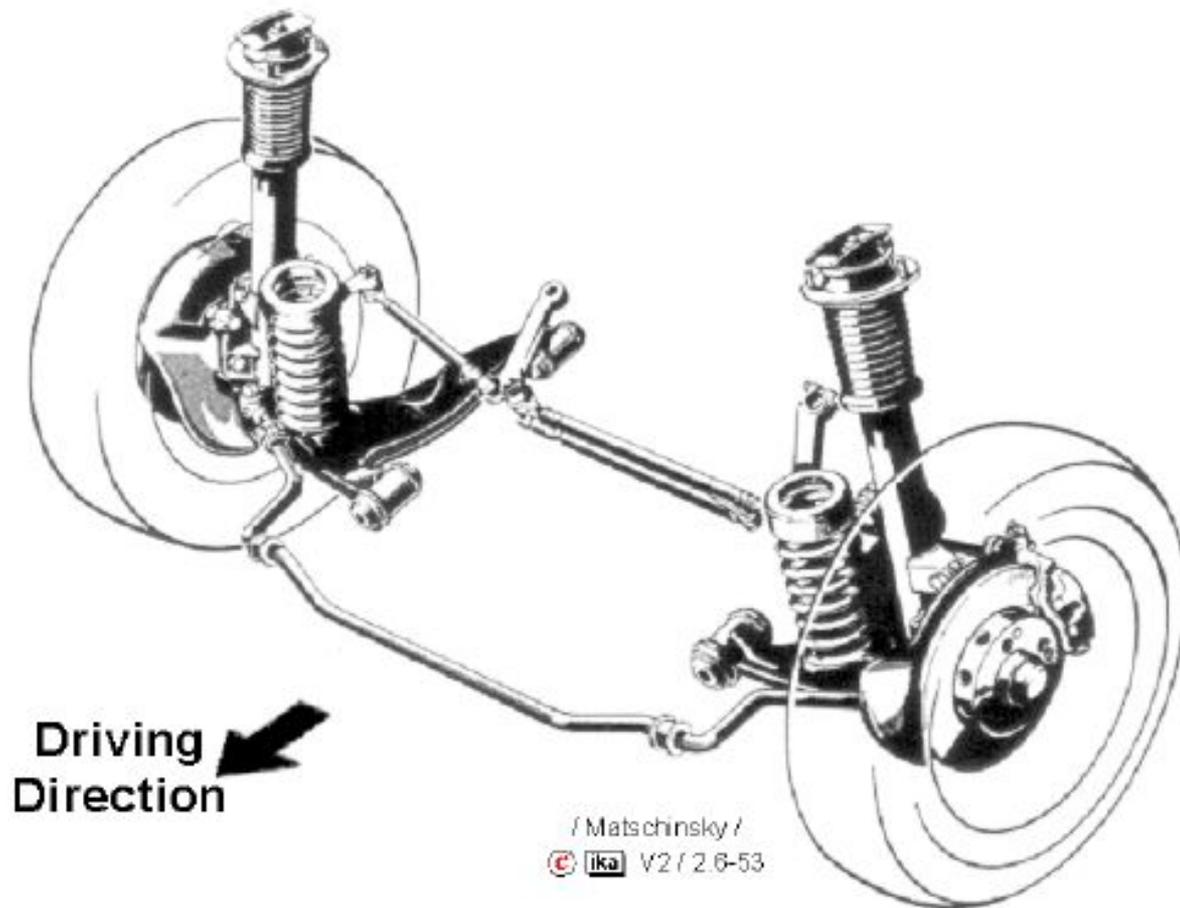
Подвеска Макферсон



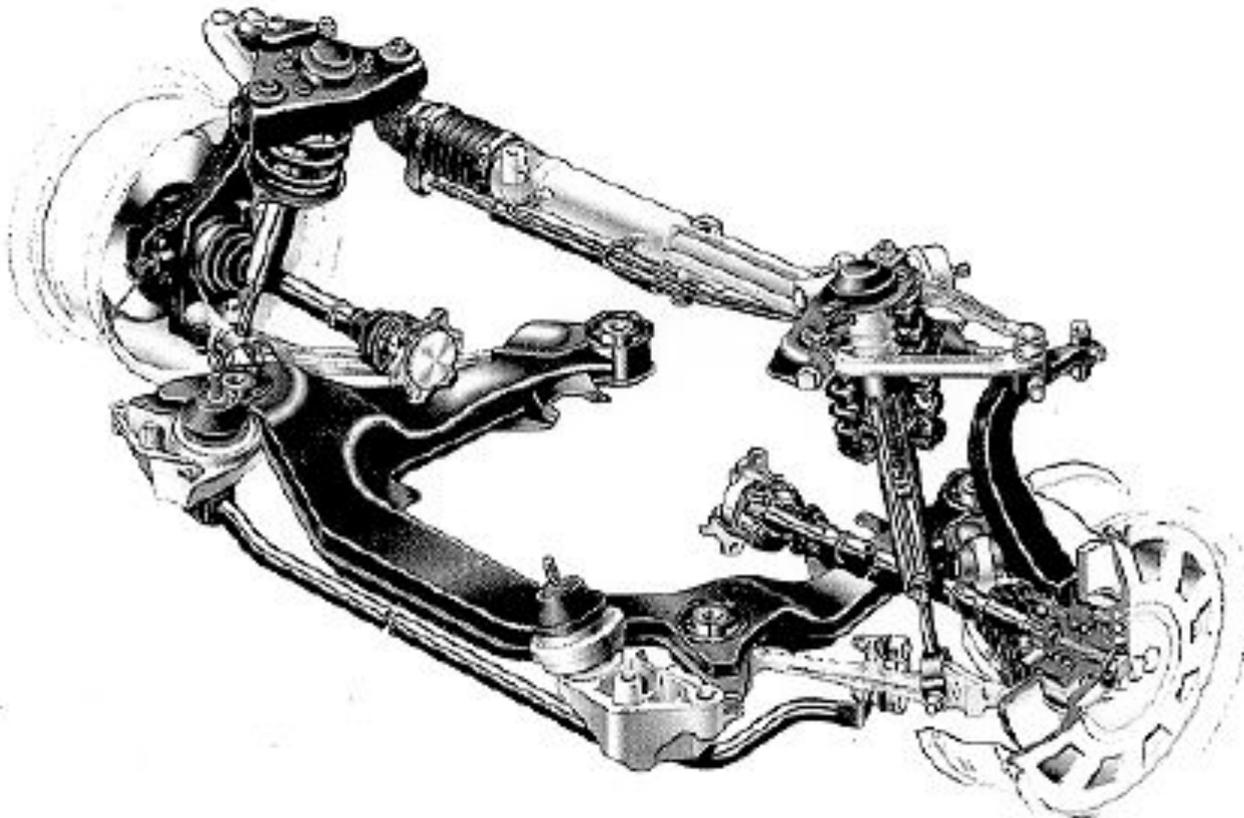
Point of intersection of the virtual steering axis at lower wishbone plane



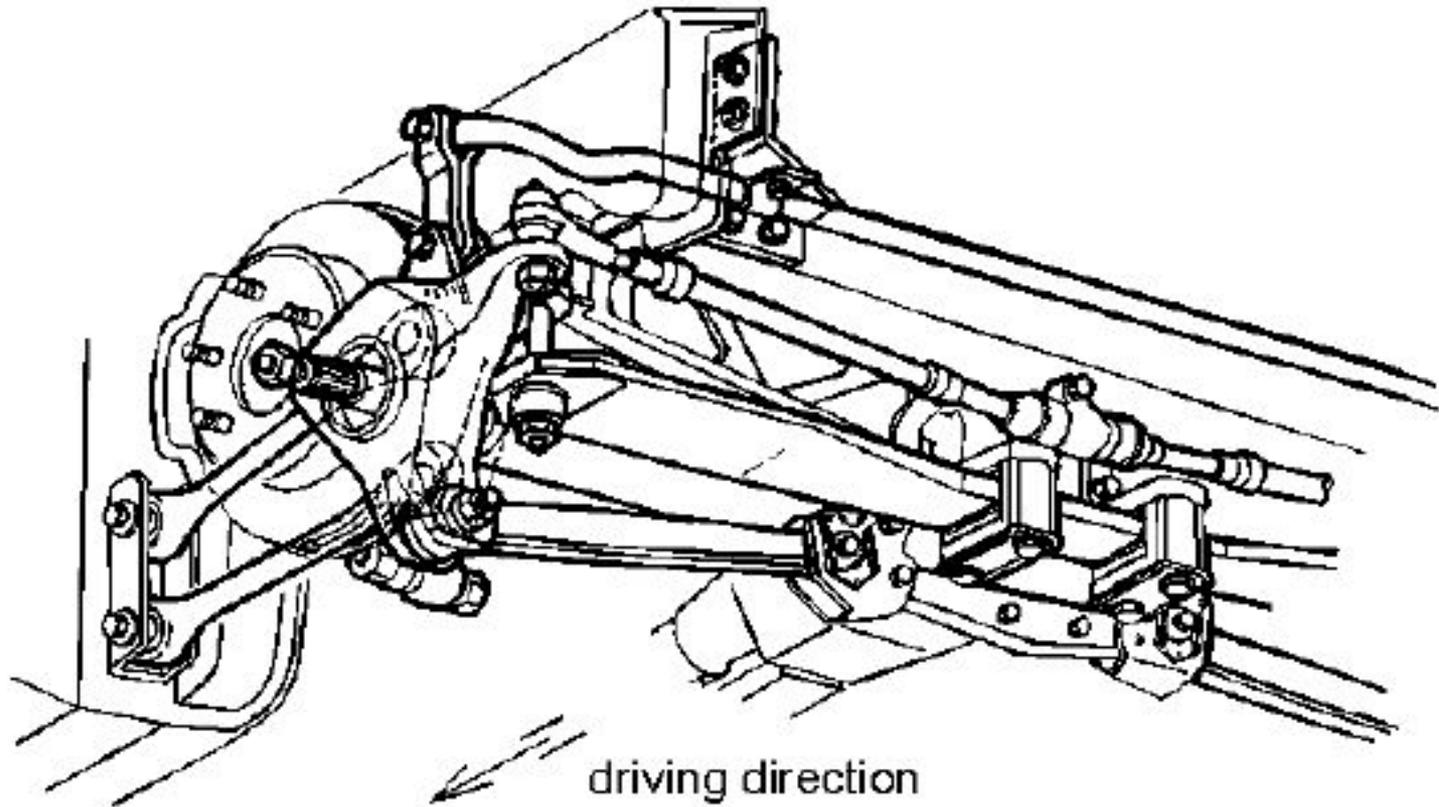
Раздельная установка упругого элемента и стойки



Многорычажные подвески



Многорычажная подвеска с листовой рессорой



Многорычажная подвеска

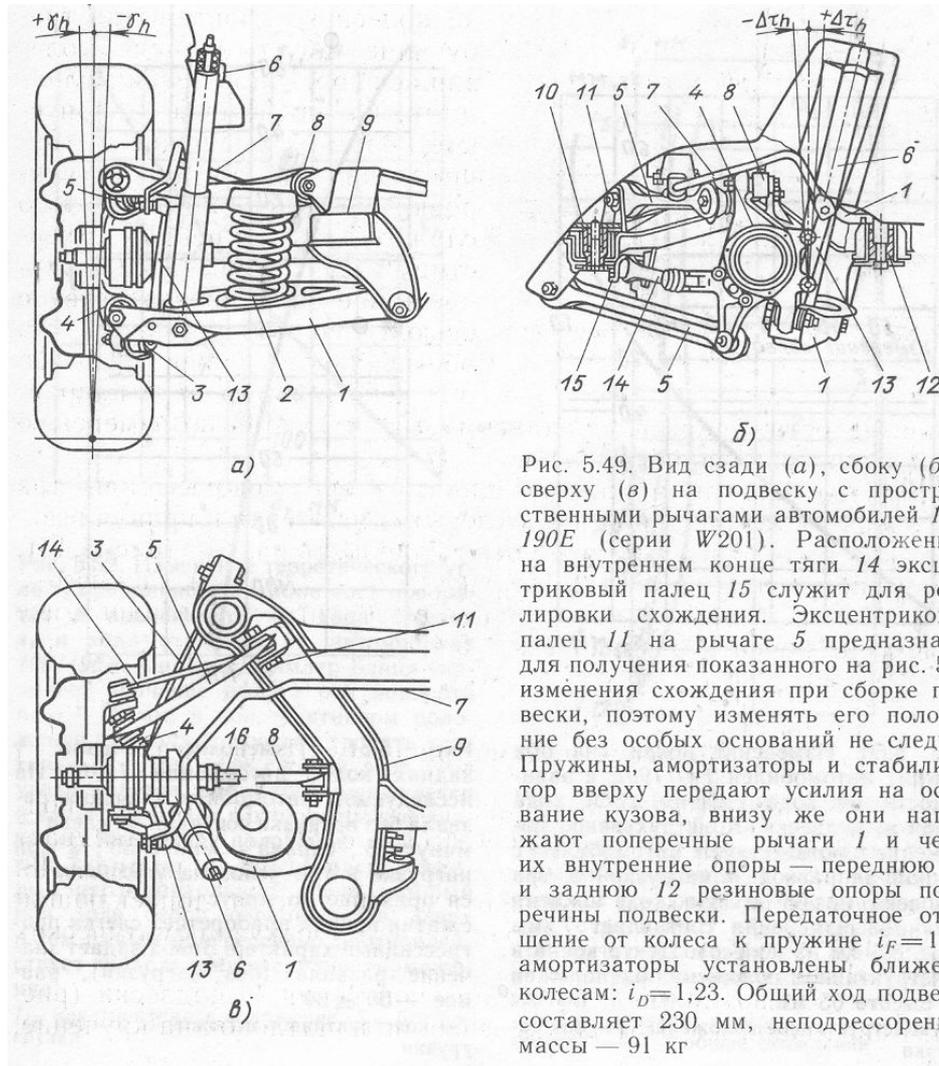
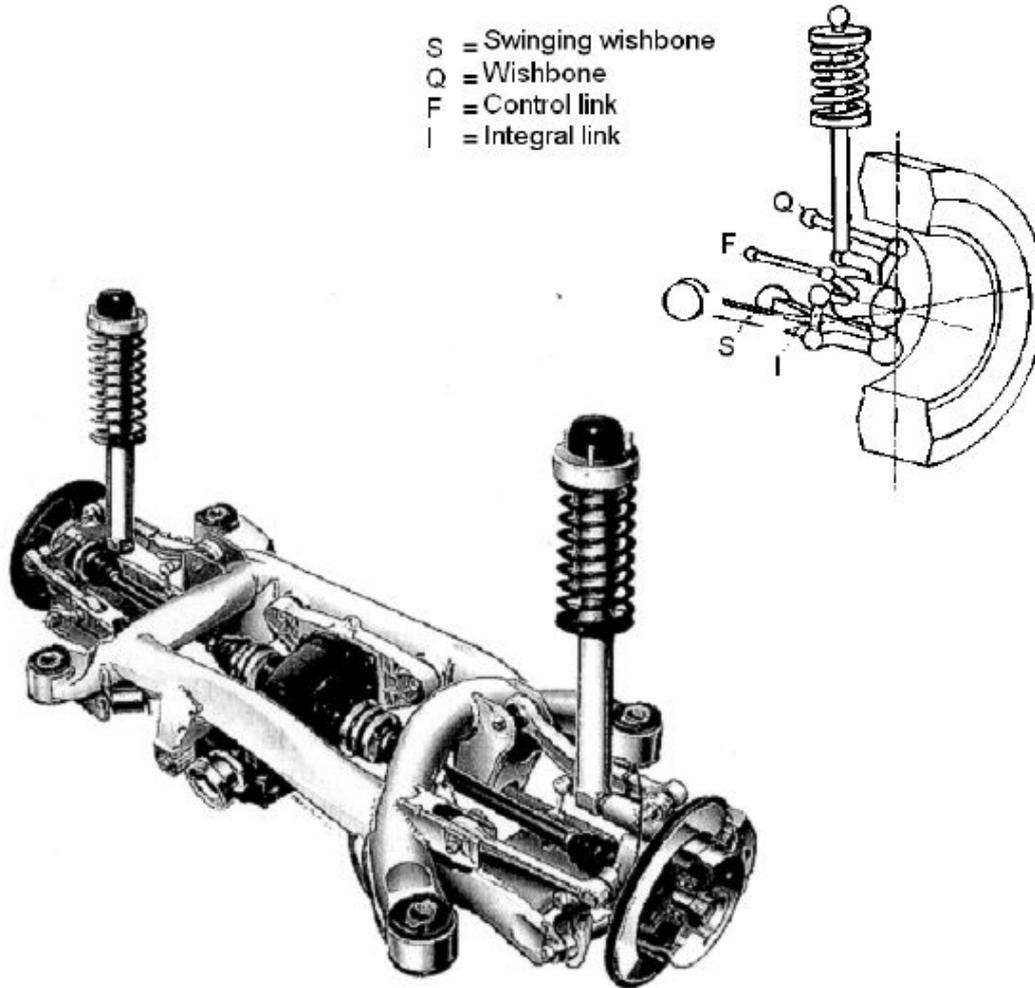


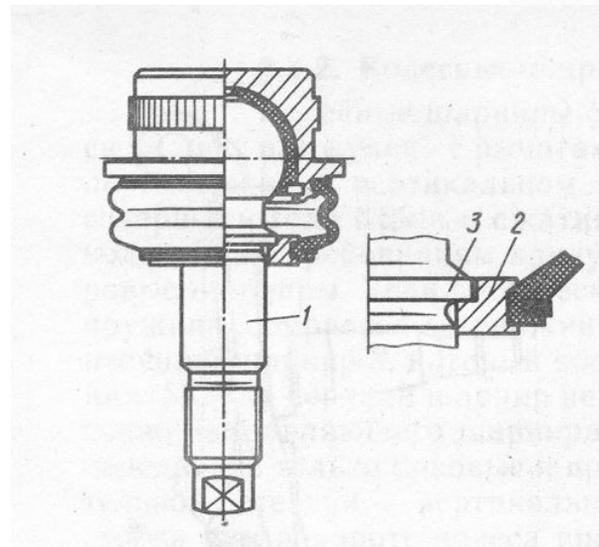
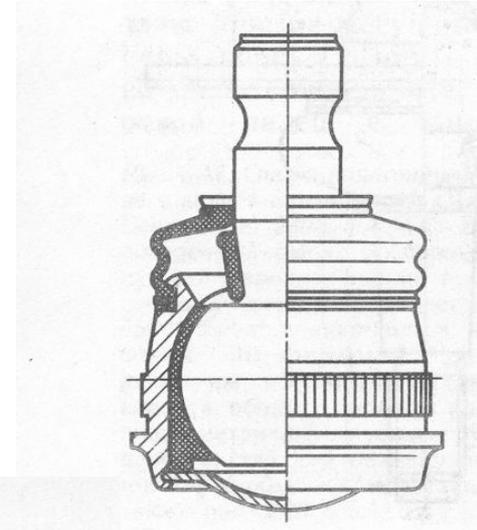
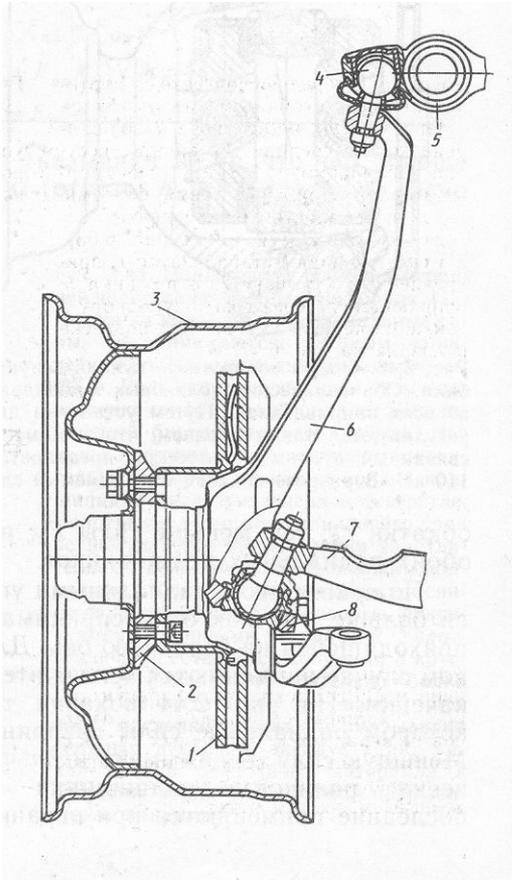
Рис. 5.49. Вид сзади (а), сбоку (б) и сверху (в) на подвеску с пространственными рычагами автомобилей 190/190E (серии W201). Расположенный на внутреннем конце тяги 14 эксцентриковый палец 15 служит для регулировки схождения. Эксцентриковый палец 11 на рычаге 5 предназначен для получения показанного на рис. 5.53 изменения схождения при сборке подвески, поэтому изменять его положение без особых оснований не следует. Пружины, амортизаторы и стабилизатор вверх передают усилия на основание кузова, внизу же они нагружают поперечные рычаги 1 и через их внутренние опоры — переднюю 10 и заднюю 12 резиновые опоры поперечины подвески. Передаточное отношение от колеса к пружине $i_F=1,83$, амортизаторы установлены ближе к колесам: $i_D=1,23$. Общий ход подвески составляет 230 мм, неподрессоренные массы — 91 кг

Многорычажная подвеска

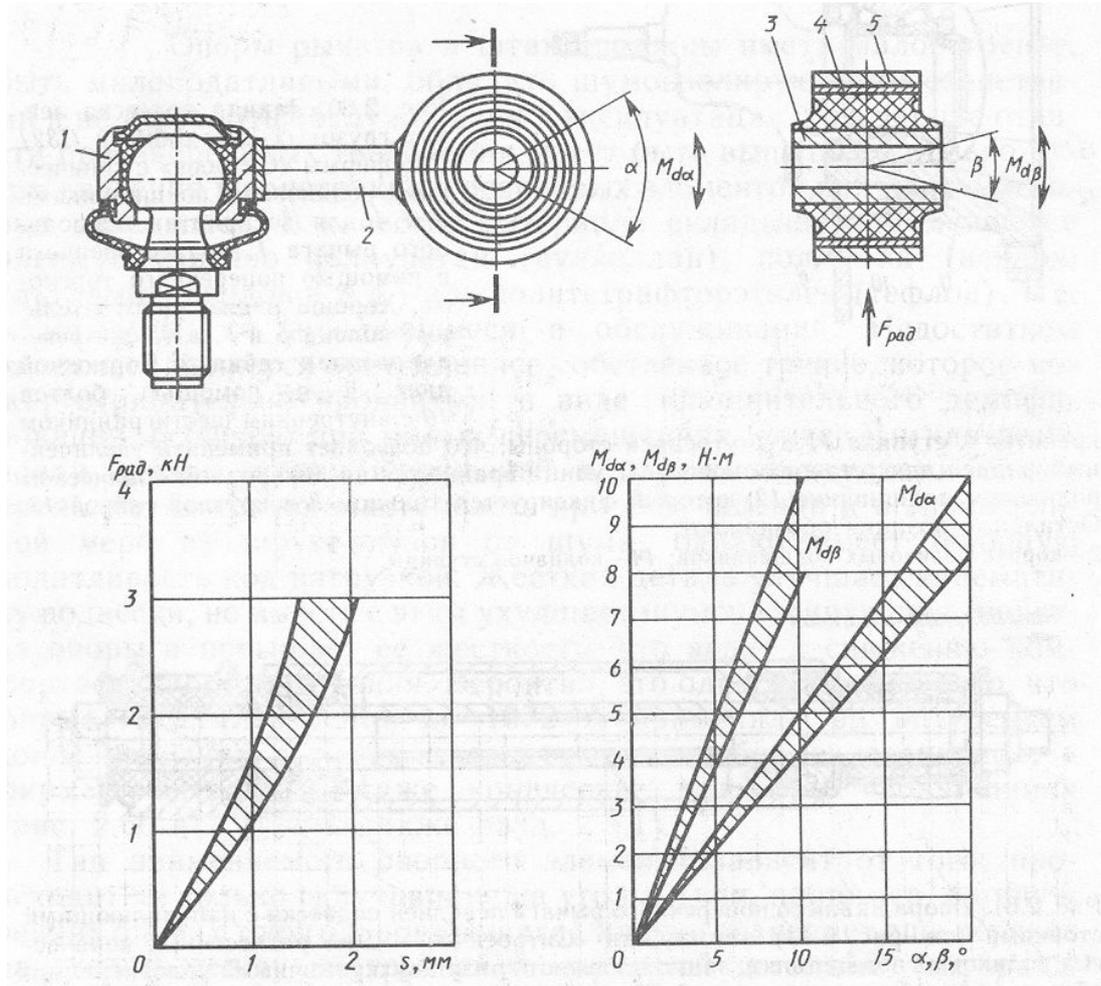
- S = Swinging wishbone
- Q = Wishbone
- F = Control link
- I = Integral link



Шарниры подвески



Резинометаллические шарниры подвески



Резинометаллические шарниры подвески

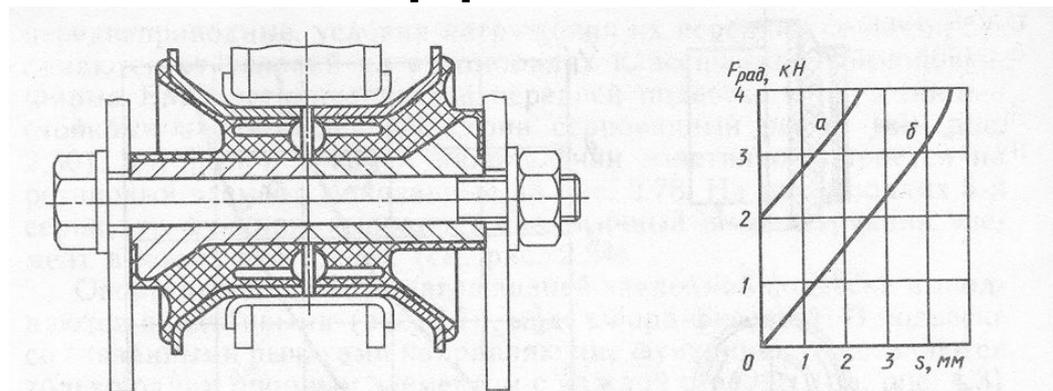
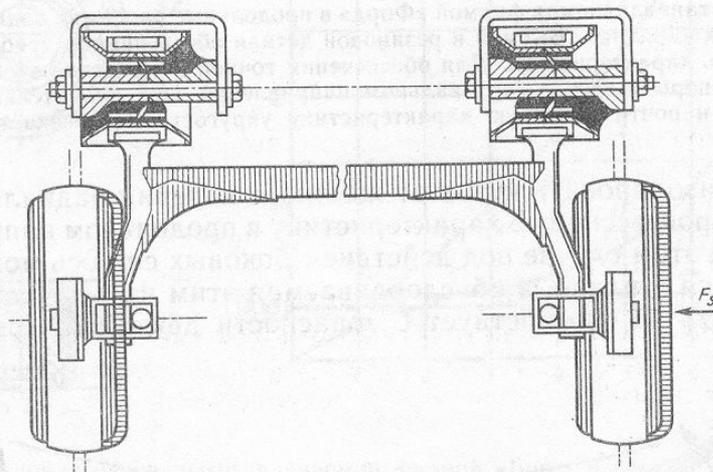
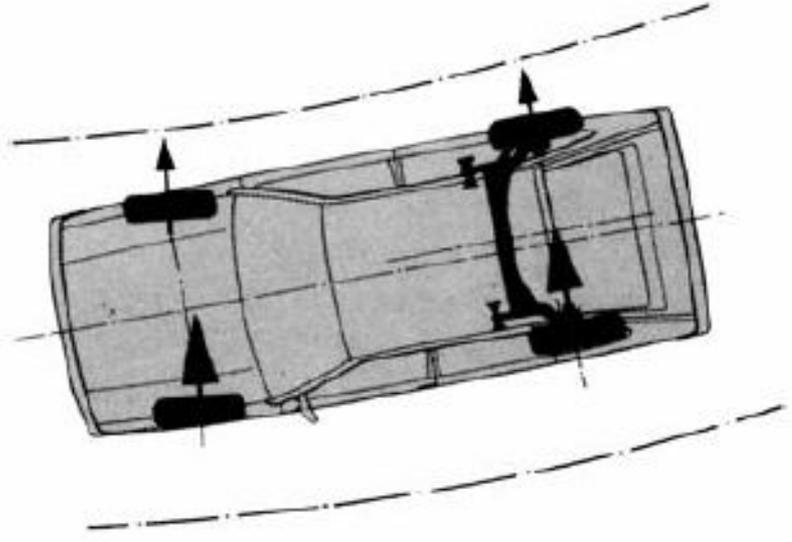
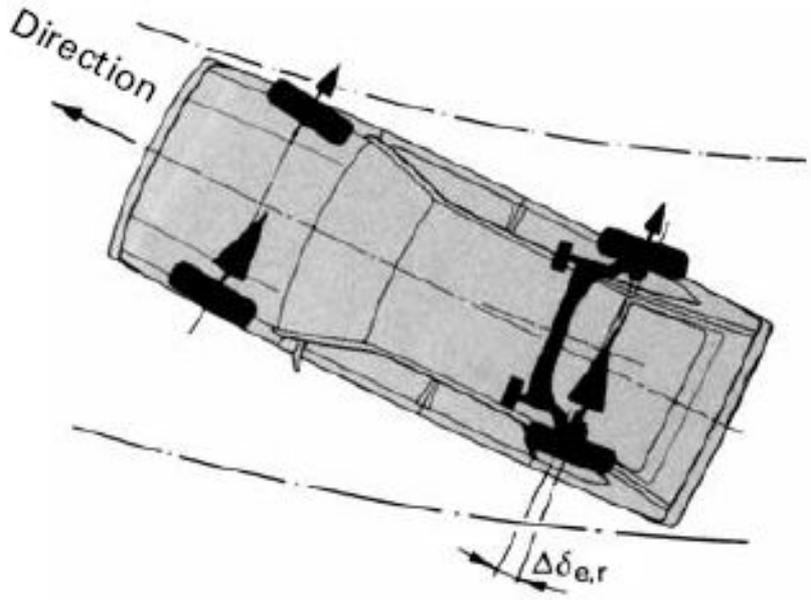


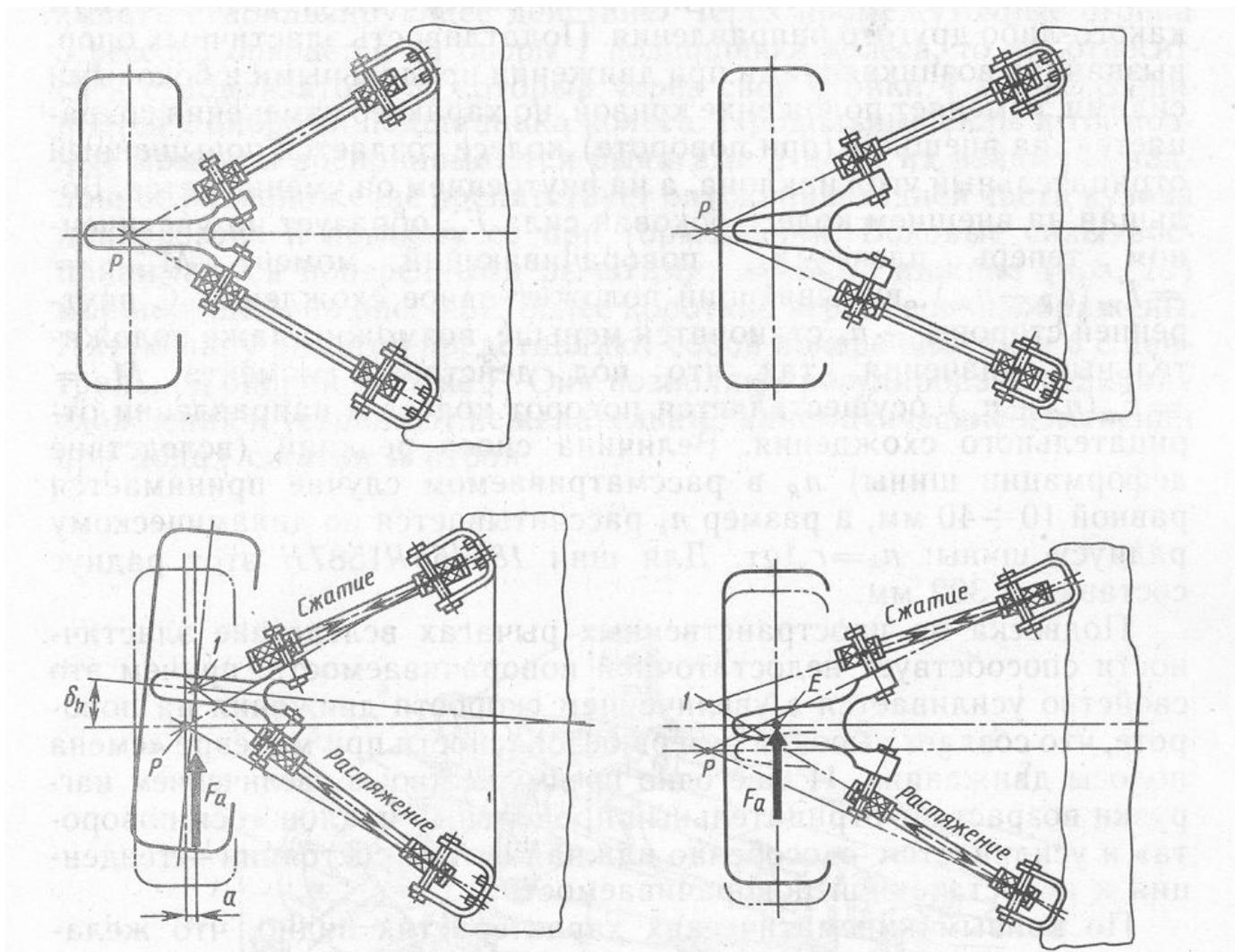
Рис. 2.81. Корректирующие опоры, устанавливаемые фирмой «Фольксваген» в задней подвеске со связанными рычагами автомобиля «Пассат». Резиновые детали привулканизированы к внутренним втулкам и наружным чашкам. На диаграмме (рисунок фирмы «Лемфёрдер металварен») показана продольная податливость при прямолинейном движении без внешнего воздействия и при наличии боковых сил:

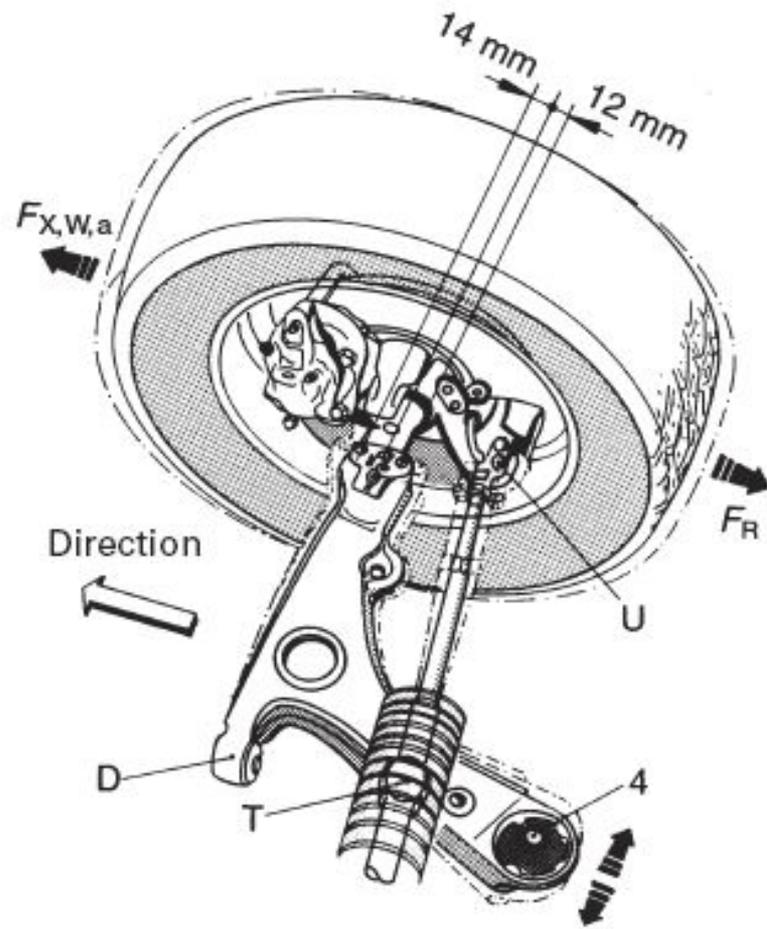
a — при наличии боковой силы; *b* — при прямолинейном движении



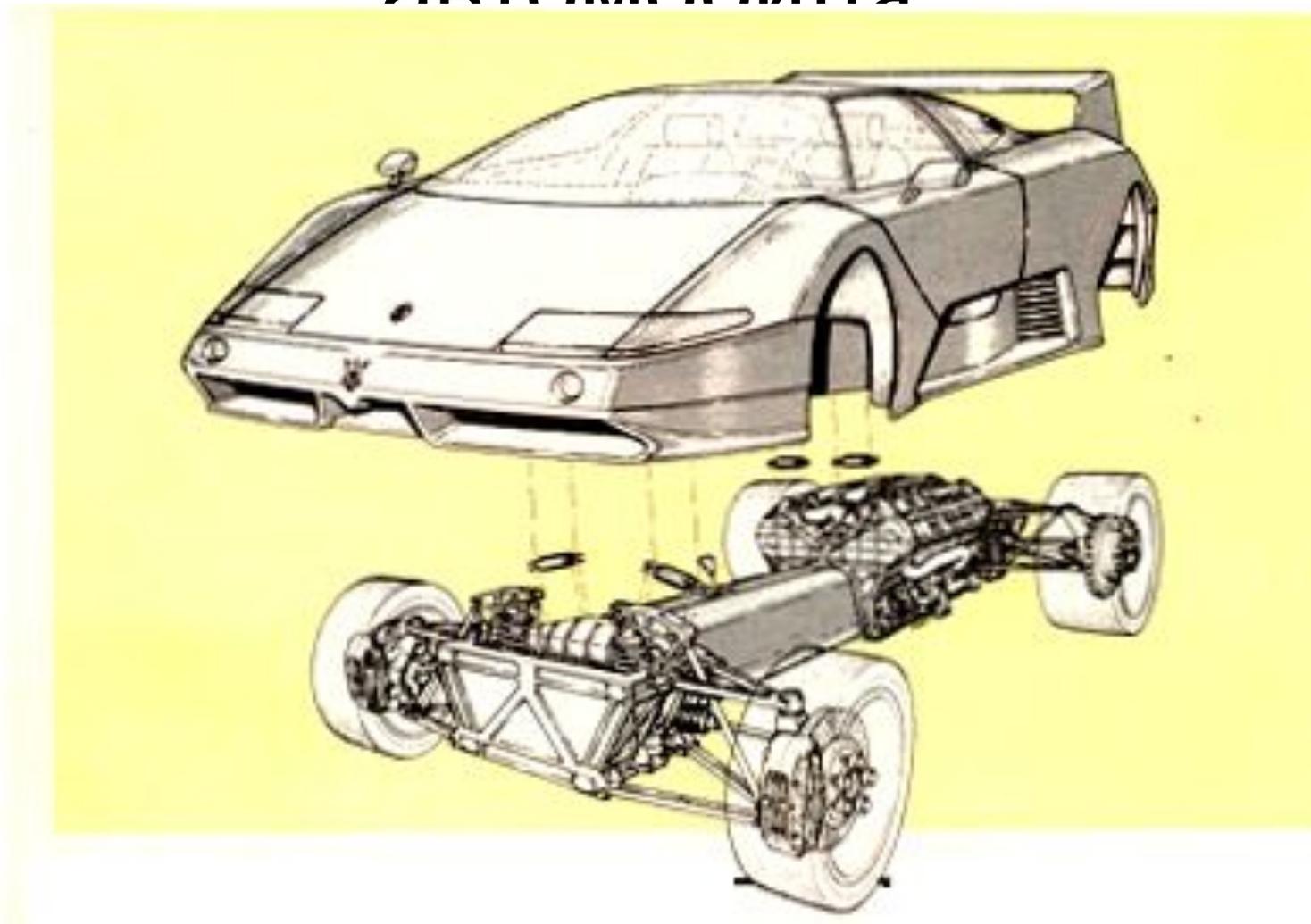


Эластокинематика





Подвеска спортивного автомобиля



Подвеска спортивног о автомобил я

