

**Универзитет у Крагујевцу**  
**Факултет инжењерских наука**

**Ђорђе М. Радовић**

**Систем еластичног ослањања теретних моторних  
возила**

**завршни рад**

**Крагујевац, 2016.**

**Универзитет у Крагујевцу**  
**Факултет инжењерских наука**



**Назив студијског програма: Машинско инжењерство**

**Ниво студија: Основне академске студије**

**Модул: Моторна возила и мотори**

**Предмет: Моторна возила 1**

**Број индекса: 2007/2015**

**Ђорђе М. Радовић**

**Систем еластичног ослањања теретних моторних  
возила**

**завршни рад**

**Комисија за преглед и одбрану:**

**1. Др Јованка Лукић, проф. - ментор**

**2. \_\_\_\_\_**

**3. \_\_\_\_\_**

**Датум одбране: \_\_\_\_\_**

**Оцена: \_\_\_\_\_**

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да

Опише и анализира:

- принципе функционисања система еластичног ослањања теретних возила,
- типична конструктивна решења,
- савремена мехатроничка решења која побољшавају карактеристике СЕО и
- трендове развоја.

Препоручена литература:

[1] Стефановић А.: Друмска возила - основи конструкције -Центар за моторе и моторна возила Машинског факултета у Нишу и Центар за безбедност Машинског факултета у Крагујевцу, 2010.

[2] Иван Филиповић : Мотори и моторна возила, Машински факултет Универзитета у Тузли Тузла, 2006

...

Крагујевац, 12.03.2013.

ментор:

Др Јованка Лукић, проф.

## Резиме

Систем еластичног ослањања теретног моторног возила је приказан овим радом. Зависно еластично ослањање коме припадају лиснате опруге, најчешће коришћене за теретна возила су објашњене. Затим, геометрија ослањања која представља угаону зависност између површине подлоге и елемената система ослањања, управљања и точкова возила. Развој појединих карактеристичних решења који су имали истакнут утицај на развој предметног система и савремена мехатроничка решења која побољшавају карактеристике система еластичног ослањања, приказана су такође у раду. Исто тако и тенденције развоја и развој карактеристичних решења, као и даље усавршавање у овој области.

**Кључне речи:** систем еластичног ослањања, зависно еластично ослањање, лиснате опруге, електронски управљано активно ослањање

## Abstract

This paper presents an analysis of the elastic suspension system of a cargo motor vehicle. Solid axle suspension which belong to the leaf springs, the most commonly used on cargo vehicles are explained. Then, the suspension geometry that represents the angular dependence between the contact surface and the elements of the suspension, steering system and wheels of the vehicle. The development of some typical solutions that have had a prominent impact on the development of the modern mechatronic systems and solutions that enhance the features of suspension system, are also presented in the paper. Equally, trends of suspension system development and development of characteristic solutions as well as further improvement in this area.

**Keywords:** elastic suspension system, solid axle suspension, leaf springs, electronically controlled active suspension

# Завршни рад

---

## Садржај

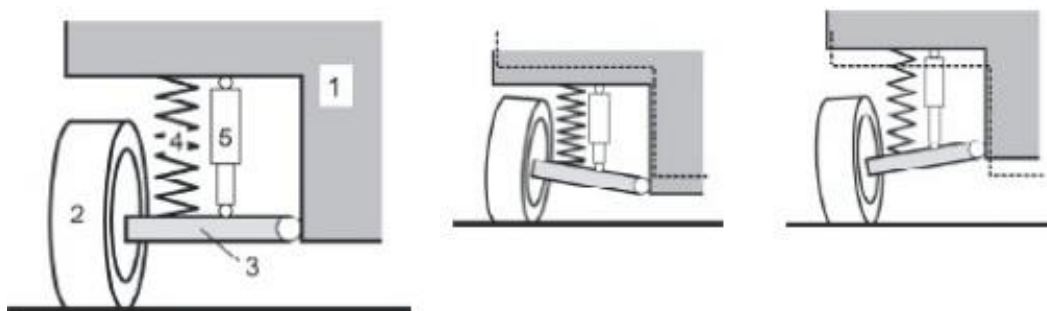
|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Увод .....                                                               | 3  |
| 2. Историјски развој система еластичног ослањања .....                      | 5  |
| 3. Осцилаторни модел система еластичног ослањања моторног возила .....      | 7  |
| 4. Принципи функционисања система еластичног ослањања теретних возила ..... | 11 |
| 5. Зависно еластично ослањање .....                                         | 18 |
| 5.1. Гумени неметални ослонци .....                                         | 22 |
| 5.2. Пнеуматски и хидропнеуматски еластични елементи .....                  | 22 |
| 6. Елементи за вођење точка (механизми за вођење точка) .....               | 31 |
| 7. Еластични ослонци (еластични елементи) .....                             | 32 |
| 7.1. Лиснате опруге (гибњеви) .....                                         | 32 |
| 8. Елементи за пригушење осциловања .....                                   | 38 |
| 9. Стабилизатори .....                                                      | 44 |
| 10. Геометрија ослањања .....                                               | 46 |
| 10.1. Нагиб точка .....                                                     | 48 |
| 10.2. Затур точкова .....                                                   | 48 |
| 10.3. Увлачење управљачких точкова .....                                    | 50 |
| 11. Савремена мехатроничка решења која побољшавају карактеристике СЕО ..... | 51 |
| 11.1. Електронски управљано активно ослањање .....                          | 51 |
| 11.2. Трендови развоја .....                                                | 55 |
| 12. Закључак .....                                                          | 57 |
| 13. Литература .....                                                        | 58 |

## 1. Увод

Друмски транспорт у Републици Србији представља динамичан и доминантан вид саобраћаја који учествује са око 80% у укупном обиму превезеног терета, односно са око 74% у укупном броју превезених путника. Друмски превоз представља врсту превоза који је присутан и у најмање развијеној земљи света и највише доступан ма колико одредиште било неприступачно. Данашњи степен развоја моторних возила карактерише се производњом врло широког спектра различитих врста, типова и категорија возила. Савремена возила карактеришу се великом сложености механизма, који се налазе на њима. [1]

Од основних склопова, механизма и система који омогућавају извршење основне функције возила су састављена сва моторна возила и имају следеће главне системе и механизме: погонски агрегат са уређајима, систем преноса снаге, ходни систем (систем кретања), систем за управљање, систем ослањања, надградњу, носећу конструкцију, електричне уређаје и специјалне уређаје.

Систем за ослањање је део доњег построја који служи за везивање точкова за носећу конструкцију возила, да ублажи ударе и осцилације које настају приликом кретања возила по неравној подлози и да обезбеди добар контакт између пнеуматика и подлоге. Овај систем обухвата еластично-пригушне елементе и механизам за вођење точкова. На слици 1 је дат приказ основних елемената система за ослањање.



**Слика 1** – Основни елементи система за ослањање (1 – носећа конструкција возила – тело возила; 2 – точак; 3 – механизам за вођење точка; 4 – еластични елемент; 5 – пригушни елемент) [2]

Увек је кретање возила по реалном путу првенствено због неравнина на путу, праћено и осцилацијама возила. Применом различитих система еластичног ослањања возила редукују се негативне последице осциловања. Осциловање маса возила са једне стране изазива замор и оптерећење возача, а са друге стране додатна оптерећења возила и пута. До знатног смањења динамичких реакција тла могу да додведу осцилације маса возила, што може даље да резултује смањењем вучних или кочионих сила, тј. да угрози и стабилност управљања. Елементи система за ослањање возила морају бити конструисани и изведени тако да обезбеђују поуздано и безбедно кретање возила по путу. [1]

Односно, уређаји за ослањање возила морају бити тако конструисани да се возило може безбедно кретати, скретати и кочити до највеће конструктивне брзине. Да при

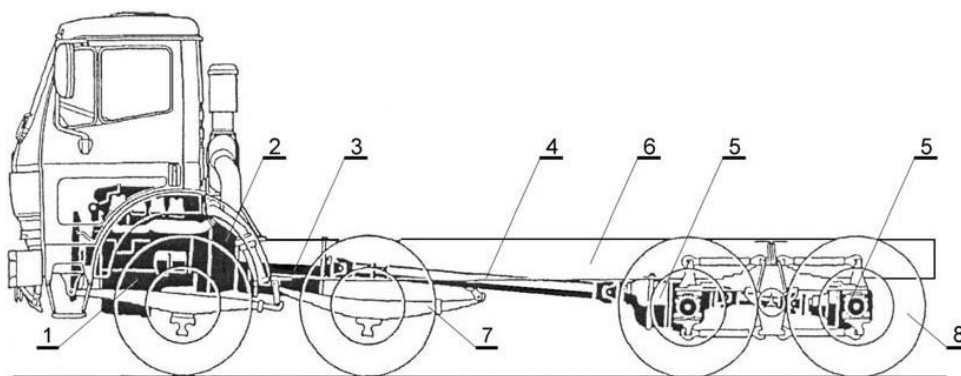
## Завршни рад

нормалним оптерећењима возила не би долазило до контакта точкова са деловима каросерије, то обезбеђује опсег подешавања уређаја за ослањање.

У сам систем ослањања спадају елементи и механизми који имају задатак да све реактивне силе и моменте који се појављују између точкова и тла у разним условима кретања пренесу на каросерију или рам. Односно, основни задатак система за ослањање је да обезбеди еластичну везу између точка и каросерије, а самим тим и стабилност возила у свим условима вожње. Наравно, уз што је могуће веће ублажавање ударних оптерећења, као и обезбеђење потребне стабилности возила, поготово приликом кретања у кривинама. Из тог разлога што при кретању у кривинама долази до осцилација које битно утичу на основне особине возила као што су вучне карактеристике, стабилност, удобност, управљивост итд.

Како би се смањиле осцилације које делују са подлоге на точкове и да би дале жељене карактеристике осциловањима возила служи систем за ослањање. Примећује се да је већа улога система за ослањање сразмерна брзини кретања возила, што значи да што се већом брзином креће то је важнији систем за ослањање. [1]

На слици 2 је приказ главних склопова и елемената за једно теретно возило, ради бољег увида у размештај агрегата и система на возилу. Ту је: 1 – мотор, 2 – спојница, 3 – мењач, 4 – карданско вратило, 5 – главни пренос и диференцијал, 6 – рам (шасија), 7 – еластични елемент (лиснатигибањ), 8 – точкови и гуме.



Слика 2 – Главни склопови и карактеристични елементи теретног возила [6]

### 2. Историјски развој система еластичног ослањања

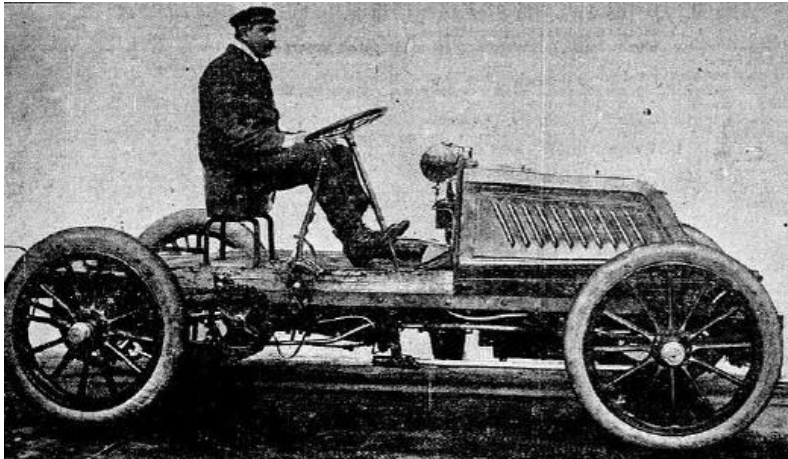
Настанак моторних возила везан је за проналазак релативно поузданог и ефикасног трансформатора енергије мотора са унутрашњим сагоревањем. Ослањање код моторних возила је са становишта безбедности, ставка од суштинског значаја. У брзини кретања возила напредак је немогућ без еквивалентног напретка у области ослањања. Историја моторног возила и историја брзине су у великој мери историја ослањања. Претпоставка је да њихова историја датира из времена Сумерана (слика 3). Првобитно су аутомобили развијени као самоходне верзије запрежних возила. Али, коњске запреге су дизајниране за релативно мале брзине кретања, а њихово ослањање није било погодно за веће брзине кретања какве данас постоје употребом мотора са унутрашњим сагоревањем. [3]



Слика 3 – Примитивна кола Сумерана

Системи за управљање и ослањање настали су у 19. веку. Сва решења су тада урађена на кинематском концепту док се динамички концепт управљања јавља у 20. веку. Тада долази и до повећања брзина и усавршава се систем ослањања, развија се систем независног ослањања, итд. Године 1920., Лејланд Моторс (*Leiland Motors*) користи торзионе шипке у систему ослањања. Док независно предње ослањање 1992. год. је било „пионир“ на Ланџиа Ламбда (*Lancia Lambda*) аутомобилу, а касније 1932. се употребљава у масовној производњи аутомобила. Године 1901., Париски Морс (*Mors*) је први опремљен аутомобилом са амортизерима. Са предношћу система за ослањање на свом „Mors Machine“ аутомобилу, Анри Фурније (слика 4) је освојио је престижну трку од Париза до Берлина 20. јуна 1901. године. Фурније је предвиђену стазу прешао за 11 сати, 46 минута и 10 секунди, а најбољи такмичар је био Леонс Жирардо у Панхарду са временом од 12 часова 15 минута и 40 секунди. [3]

Свако возило са четири точка мора да има ослањање на предњим точковима као и задње ослањање, али предњи и задњи точкови могу имати различиту конфигурацију, што је и очигледно. Задње ослањање за разлику од предњег погонског дела аутомобила, има неколико ограничења и користи технологију разноврсности снопа осовине и независног ослањања. Ослањање за предњи погон аутомобила, има веома велику улогу и користи се независно ослањање. А ослањање које је слично за оба предња и задња точка имају возила са четири точка.



Слика 4 – Анри Фунрије са својим аутомобилом [3]

### 3. Осцилаторни модел система еластичног ослањања моторног возила

---

Како је у пракси и представљено, брзина моторних возила није ограничена снагом мотора или спојем точка и тла, већ великим вибрацијама које су у тесној вези са карактеристикама осцилаторних параметара. То је зато што се при великим брзинама због осцилаторних побуда од пута, неуравнотежених точкова и мотора и других ротирајућих маса, неуниформисаности пнеуматика, јављају повећане вибрације возила, па поред тога и велика осцилаторна неудобност возила. Овај проблем пројектанти решавају оптималним избором карактеристика осцилаторних параметара, док возачи смањењем брзине кретања возила. [4]

Према свема наведеном до сада, општи закључак је да се системом ослањања обезбеђује:

#### ➤ Осцилаторна удобност

У литератури осцилаторна удобност, позната и под називом конфор ослањања (конфор огибљења), представља меру удобности које ослањање возила пружа путнику током вожње. Она подразумева ограничавање максималних убрзања маса, а самим тим и спречавање ударних оптерећења, одржавање убрзања ослоњених маса у предвиђеним границама и то у ширем фреквентном дијапазону, пригушивање осцилација и угаоних померања ослоњених маса као и ограничавање хода и зазора истих. Као јединица мере се узима  $m/s$ .

Овде спада и спречавање појава резонанце целог система, тј. одржавање сопствене фреквенце система у предвиђеним границама (још у фази пројектовања води се рачуна о сопственим фреквенцијама система, како не би дошло до подударности са побудним и тиме појаве резонанце). Приликом пројектовања осцилаторних система моторних возила, полази се од захтева да се замор човека изазван вибрацијама сведе на најмању могућу меру. Вибрације којима је човек у возилу изложен сврставају се у две групе и то вибрације целог тела (вибрације које се преко седишта или пода преносе на цело тело) и локалне вибрације које делују на руке или ноге у току вожње. На основу испитивања сваки унутрашњи орган човека има највишу дозвољену фреквенцу, које су међусобно различите, тако да се још у фази пројектовања, као задатак задаје конструктору да се конструктивним мерама оне смање што је могуће више. [4]

#### ➤ Стабилност управљања

Стално одржавање контакта точка са коловозом обезбеђује, а тиме поуздано преношење сила и момената, стабилно одржавање кривине коловоза приликом вожње у кривини и спречавање заносења. Такође, одржавање кинематике и система стабилизације управљајућих точкова у одређеним границама је битна функција, тако што се зазори система одржавају у фабрички дефинисаним условима.

#### ➤ Довољно дуг век трајања делова и целог система

Еластичним преношењем сила и момената и спречавањем ударних оптерећења се сви елементи система штите од претераног хабања, укључујући и пнеуматике.

## Завршни рад

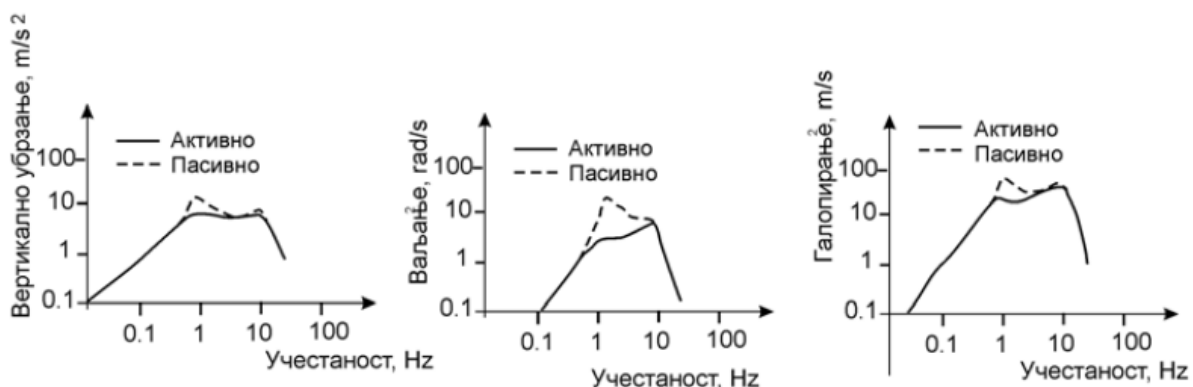
Системи ослањања возила и његових агрегата у зависности од начина реаговања на осцилаторне побуде, могу бити:

- пасивни и
- са регулисаним карактеристикама самонивелирајући, полуактивни и активни.

Са пасивним је почео еволуциони развој система еластичног ослањања возила, да би се преко полуактивног развио до активног. Ако се код система за ослањање може постићи промена карактеристика опруге или чешће пригушивача при свакој промени услова кретања, ради се о полуактивном систему за ослањање. Активни систем ослањања представља систем за ослањање, коме се додаје генератор активне силе, уређај који може у сваком тренутку генерисати силу зависно од информација о стању система.

На слици 5 је дато поређење перформанси поменутих система. У области до 1 Hz активни систем боље пригушује све три врсте вибрација. Уколико су карактеристике регулатора оптимизоване за осцилаторну удобност, онда су резонанце точкова око 10 Hz. И до боље дирекционе стабилности доводи овај систем, што је у директној вези са управљивошћу. Али, пракса је показала да оптимизација овог система са аспекта управљивости унеколико погоршава параметре осцилаторне удобности, што изискује одређене компромисе. [4]

Полуактивни и активни системи за ослањање генерално посматрано, имају већу способност да одрже оптималне перформансе али им је недостатак већа цена, веће димензије и маса, сложеност конструкције и мања поузданост. Из тог разлога је на истраживачима задатак да развију активни систем ослањања са минималним димензијама и масом компонената.



Слика 5 - Упоредне карактеристике активних и пасивних система за ослањање возила

Код осциловања система возила, као један осцилаторни систем у принципу чине три масе и то:

- укупна ослоњена маса,
- маса предње осовине са точковима и
- маса задње осовине са точковима.

Применом механичких модела различите сложености се успешно решава проблем пројектовања и оптимизације осцилаторних система моторних возила. Од проблема

који се решава зависи избор структуре модела, а пракса је показала да није увек потребно користити сложене осцилаторне моделе (нпр. са више од 5-6 степени слободe кретања). То се може поткрепити чињеницом да у поменутих моделима фигуришу масе, моменти инерције и карактеристике еласто-пригушних елемената, чије вредности често нису познате довољно прецизно, па увођење већег броја оваквих параметара у модел доводи до појаве већих грешака током симулације. Да модел треба експлицитно да обухвата величине које се анализирају је основно правило кога се треба придржавати. Као што су нпр. вертикалне вибрације, динамичке реакције тла, ваљање каросерије, и сл. Од задатка који се решава зависи врста и сложеност осцилаторних модела. [5]

До кретања точка на горе долази преласком точка преко мањих избочина на путу, што се преко система повезивања точка са осталим делом система и ослањањем, директно одражава на систем ослањања, тако да се еластични елементи целог система (пнеуматици, међуелементи и опруге) сабијају, а каросерија због велике инерције система остаје релативно мирна. Тим пре што на њу тада дејствује релативно мала сила изазвања сабијањем опруге, тако да се само точак покрене на горе. До наглог растерећења опруге долази приликом преласка избочине пута, па точак убрзава на доле. Поново на каросерију делује само сила растерећења, која одговара висини избочине, а која је знатно мања од силе инерције каросерије, тако да каросерија опет остаје релативно мирна. Само у случају док је побудна сила мања од силе преднапрегнутости опруге која потиче од силе тежине ослоњене масе важи овакав систем. Када је сила изазвана неравнином, већа од силе у еластичним и пригушним елементима, точак се „одбацује“ од коловоза, реакција каросерије је знатно већа, па је и кретање каросерије веће (слика 6).

Тада точак губи спој са подлогом, тако да у принципу, у том кратком периоду, који директно зависи од брзине кретања возила, нема управљања ни кочења. Слично је и када точак после препреке, крене на доле. Уколико је сила која је потребна за убрзано кретање точка на доле мања од унутрашњих сила еласто – пригушних елемената, тада се точак недовољно брзо креће на доле, па се као последица јавља привремени губитак контакта точак - коловоз.



Слика 6 – Осцилације кретања возила

Ход ослоњене масе са својом амплитудом осциловања представља кретање каросерије од горње до доње мртве тачке, која се пригушењем система смањује до потпуног заустављања. Зато је утолико повољније повратно дејство опруге на каросерију када великом сабијању опруге одговара релативно мала сила опруге (опруге мале крутости – меке опруге). Односно, ослањање је најповољније када је преднапрезање опруга изазвано тежином ослоњене масе што је могуће веће, а маса неослоњених делова (точкови, осовине и сл.) што је могуће мање. Такође, са аспекта вибрација, велике ослоњене масе возила и мекано ослањање изазивају у каросерији мали број сопствених осцилација (због дугог трајања осцилација), а мале масе са тврдим ослањањем изазивају велики број сопствених осцилација узроковано кратким трајањем осцилација.

Одатле и следе основна правила ослањања возила [5]:

- меко ослањање и велика маса возила резултују осцилацијама мале учестаности, а тиме и малим амплитудама убрзања (ослоњена маса остаје релативно мирна);
- требало би да је однос ослоњене према неослоњеној маси што је могуће већи и
- приликом конструкције ослањања треба тежити постизању мале сопствене фреквенце возила (меко ослањање).

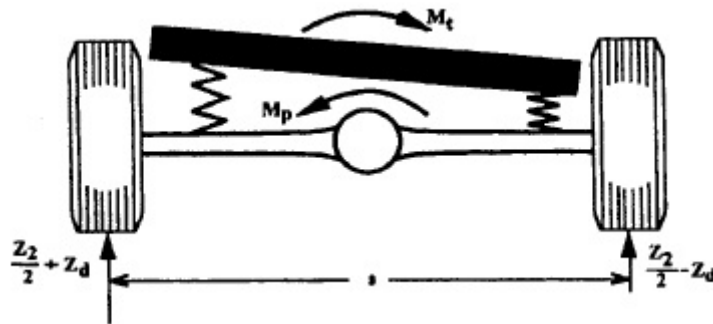
Пошто на возило поред избочина на друму понекад делују и бочне силе, ослањање треба да буде и бочно ефикасно. То се у принципу „попречно ослањање“ постиже бочно еластичним пнеуматичима (пнеуматици са дијагоналним оплетом корда), а делимично и самом конструкцијом ослањања укључујући еластичне елементе за прикључење (уопште гумо - метални елементи и гумо – металне чауре).

### 4. Принципи функционисања система еластичног ослањања теретних возила

Пошто систем за ослањање врши улогу посредовања између ослоњене и неослоњене масе, треба да задовољи основне захтеве и то [6]:

- оптималне величине сопствених фреквенција осциловања одређених у зависности од статичког угиба,
- довољан динамички ход који искључује ударе о граничнике,
- потребне кинематичке карактеристике точкова, а у циљу смањења хабања пнеуматика, стабилизације управљачких точкова и побољшање карактеристика понашања возила при кретању и
- оптималне величине пригушивања осциловања надградње и точкова.

Ради боље илустрације система за ослањање, на слици 7 је дат приказ возила са крутом осовином и задњим погоном. До додатног оптерећења опруга на једној страни, а растерећења на другој страни возила, долази због деловања погонског обртног момента  $M_p$ . Од резултујуће торзионе крутости система за ослањање (заједно са опругама и стабилизаторима) зависе ове деформације. До појаве торзионог момента  $M_t$  долази као последица појаве ваљања возила. Један погонски точак се додатно оптерећује, док се други за исту толику вредност растерећује, што се и примећује.



Слика 7 – Илустрација утицаја карактеристика система за ослањање на прераспodelу сила

Према слици 7 може бити:

$$\sum M^F = \left( \frac{z_2}{2} + z_d - \frac{z_2}{2} + z_d \right) \frac{s}{2} M_t - M_p = 0 \quad (1.1)$$

Додатна радијална сила се добија одатле:

$$Z_d = \frac{M_p - M_t}{s} \quad (1.2)$$

Према познатој погонској сили  $F_{o2}$ , може се израчунати погонски момент:

$$M_p = F_{o2} \frac{r_d}{i_0} \quad (1.3)$$

$r_d$  — динамички полупречник точка,

$i_0$  — преносни однос у погонском мосту.

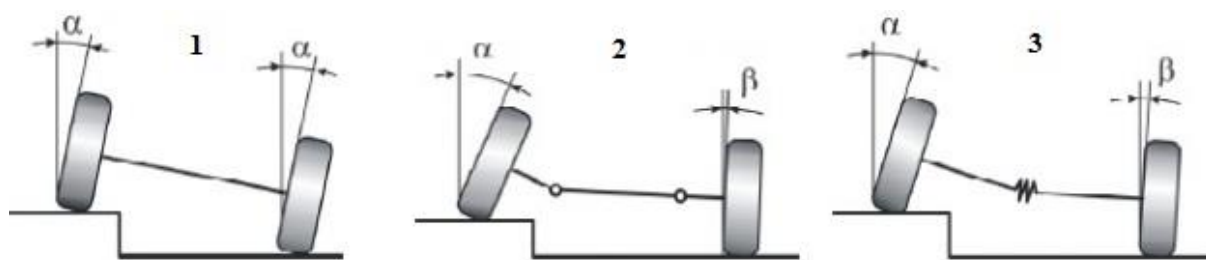
Елементи еластичног ослањања се налазе између точкова или осовина возила и точкова. У општем случају систем ослањања представља један веома сложен систем који се састоји из више основних, односно четири посебна механизма (система) [5]:

- 1) механизам за вођење точка (елементи за вођење),
- 2) еластични ослонци (еластични елементи),
- 3) елементи за пригушење осциловања и
- 4) стабилизатори.

Механизам за вођење точка (елементи за вођење) има задатак да обезбеди што повољније њихово релативно померање у односу на оквир или каросерију возила. Исто тако, елементи за вођење морају, да обезбеде и преношење хоризонталних реактивних сила и реактивних момената са самог точка на оквир, тј. каросерију возила. Од великог значаја за динамичко понашање возила је геометрија механизма и кинематика точкова.

Ослањање точкова (слика 8) може бити:

- 1) зависно,
- 2) независно и
- 3) полузависно.



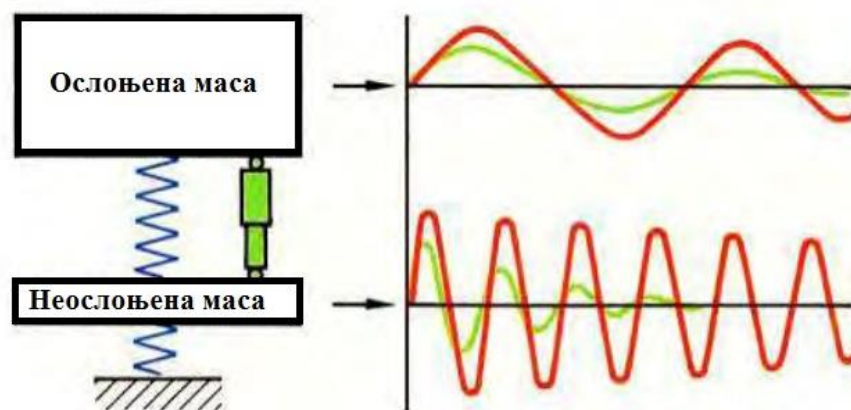
Слика 8 – Ослањање точкова

Независно ослањање се примењује само код путничких возила увек на предњој и често на задњој осовини, а полузависно ослањање само на задњој осовини путничких аутомобила. Тако да ће овде бити детаљније објашњено само зависно ослањање које се користи код теретних мотоних возила, што је и тема овог завршног рада [6].

## Завршни рад

Еластични ослонци (еластични елементи) у суштини имају задатак да пренесу на рам или каросерију вертикалне реактивне силе. Што значи да је њихов суштински задатак приликом преношења ових вертикалних сила да обезбеде њихово што веће ублажавање, тј. да се оствари што веће смањивање величина ударних оптерећења. У ужем смислу речи, еластични ослонци су они који прихватају подужне и бочне силе као и одговарајуће моменте, који се од пута преко точкова преносе на ослоњену масу (слика 9).

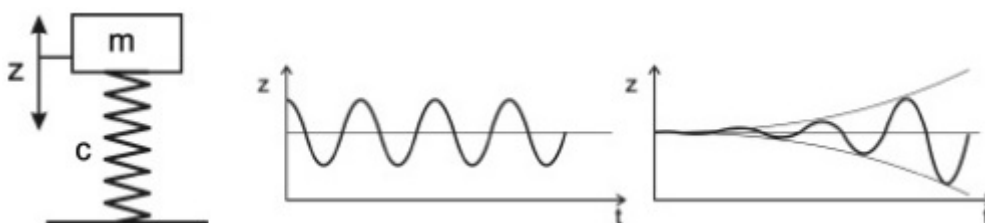
Подразумевају се сви делови изнад еластичних елемената (нпр. гибњева) под ослоњеном масом, чија тежина оптерећује еластичне елементе. Додаје се овој групи елемената и половина масе самих елемената. Тако да, сходно томе сви елементи тј. масе испод еластичних елемената, чија тежина не оптерећује еластичне елементе, називају се неослоњеном масом. Што значи да масе предње и задње осовине и половина масе еластичних елемената припадају групи тзв. неослоњених маса.



Слика 9 – Ослоњене и неослоњене масе система

Елементи за пригушивање осциловања имају основни задатак да пригушују осцилације еластичних ослонаца, тј. система ослањања и возила у целини, као и смањивање ударних оптерећења. Осцилације еластично ослоњене масе тела возила настају због побуда од стране подлоге која настаје кретањем возила.

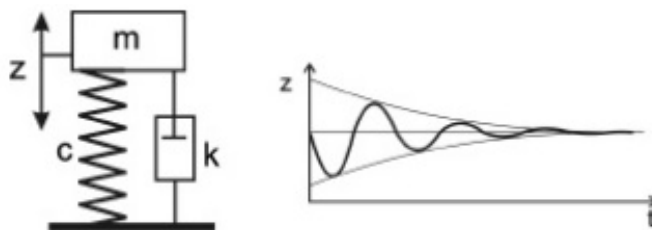
Еластично ослоњена маса (слика 10) теоријски тежи да осцилује неограничено дуго. Уколико се фреквенција периодичне побуде поклопи са сопственом фреквенцијом система, амплитуда може да достигне веома велике вредности.



Слика 10 – Пригушни елементи

## Завршни рад

На слици 11 је приказ пригушења у систему еластично ослоњене масе, који енергију осциловања претвара у топлоту и при томе се амплитуда осциловања смањује. И на слици 10 и 11 је:  $m$  – ослоњена маса;  $c$  – опруга;  $z$  – ход ослоњене масе;  $t$  – време и  $k$  – коефицијент пригушења амортизера система ослањања.



Слика 11 – Пригушење у систему еластично ослоњене масе

Стабилизатори су елементи који на друмским превозним средствима, поред претходно дефинисаних механизма и елемената система ослањања, представљају и неке посебне елементе који имају за циљ обезбеђење што веће стабилности возила, приликом његовог кретања у кривини [6].

Један еластични елемент код одређеног броја система ослањања може да испуни функцију и елемента за вођење и елемента за пригушење осциловања. На пример, код великог броја теретних возила уздужни лиснати гибњеви, поред своје функције еластичног елемента, одређују кинематику точкова, примају све видове оптерећења и пригушују осциловање услед трења између листова гибња.

Сва три подсистема код одређеног броја система ослањања су изведена одвојено:

- еластични елементи – у виду опруга,
- елементи за вођење – у виду полуга, ослонаца и зглобова,
- елементи за пригушење осциловања – у виду амортизера.

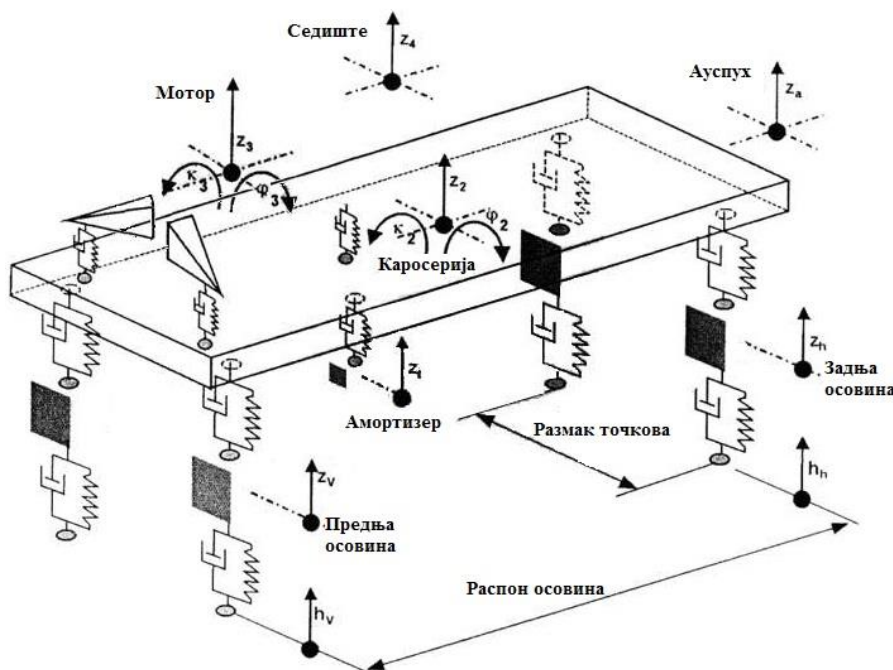
Пошто у савременим конструкцијама моторних возила најчешће појединачни склопови губе смисао, а системи ослањања (осовине и точкови) су у директној вези са системом огибљења, понекад је чак и немогуће посматрати их и анализирати одвојено. Баш из тог разлога се користи израз систем еластичног ослањања – СЕО.

Чињенично је стање да свако кретање возила по путу изазива осцилације целог возила, као и масе које су на или у њему и које се побуђују неравнинама подлоге. Има више модела по којима се врши анализа система, иако су они доста компликовани за израчунавање и свеобухватни, гледано са аспекта који се ниво квалитета жели постићи анализом. На слици 12 је дат пример једног од осцилаторних модела возила, али није могуће анализирати један детаљ као на пример осцилације и удобност у кабини без узимања у обзир осцилаторних ефеката осталих склопова возила. Поред сила од

неравнина пута и друге силе могу да узрокују осцилације возила (вучне силе на точковима, сила кочења, сила ветра и сл.) [6].

Што је брзина кретања и маса возила већа, то су и осцилације веће. Убрзања маса, проузрокована осцилацијама услед тога могу да буду и вишеструко већа од убрзања земљине теже, услед чега долази до прекида контакта точка са друмом или путника од седишта (одскакање). Приликом прекида контакта точка са друмом у том тренутку нема управљања ни кочења, а у кривини може да доведе и до губитка стабилности возила. Изазвана осцилацијама убрзања маса изазивају велике динамичке силе, које су у директној пропорционалности са релативним убрзањима возила. Код возила са лошим ослањањем, ове динамичке силе могу да се манифестују као удари, који се преносе на читаво возило. Док, у возилима са квалитетним ослањањем, убрзања маса су далеко мања, тако да су и динамичке силе њима изазване мање. Осцилације маса, односно динамичке силе, изазивају код путника непријатност и умор, а уколико је у питању терет на каросерији, могућност његовог оштећења или пада са каросерије, што се директно одражава на сигурност целог возила и путника.

На основу свега тога, систем еластичног ослањања у који спада и систем пригушења осцилација (СЕО), имају основни задатак да обезбеде: конфор вожње возача и путника, односно терета код теретних возила и квалитетно одржавање контакта точка са путем и држање правца кретања возила у кривини, што чини основ активне безбедности возила.



Слика 12 – Осцилаторни модел друског возила

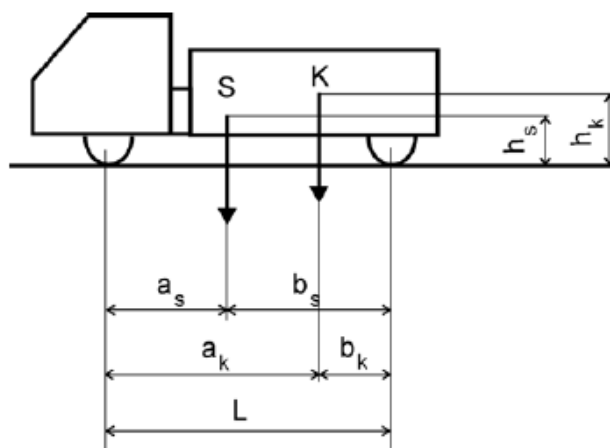
У табели 1 је дат приказ неких могућих критеријума за пројектовање система еластичног ослањања.

## Завршни рад

Табела 1: Преглед неких од могућих критеријума за пројектовање СЕО

| Функционални критеријум                                   | Радни век и димензије | Остали критеријуми     |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Оптимална величина сопствених фреквенција осциловања      | Еластични елементи    | Економичност           |
| Одговарајући статички угиб                                | Пригушни елементи     | Трошкови производње    |
| Довољан динамички угиб                                    | Габарити              | Трошкови експлоатације |
| Оптимална величина пригушивања ослоњене и неослоњене масе | Тежина                | Сигурност              |
| Стабилност управљања                                      | -                     | Еколошки аспекти       |
| Оптерећење точкова                                        | -                     | -                      |
| Погодност за одржавање                                    | -                     | -                      |

Тачке преко којих се преносе силе са и на каросерију је важна карактеристика система за ослањање. Постоји једна карактеристична тачка код система за ослањање у којој деловање бочних сила не доводи до ваљања каросерије возила и која се назива тренутним центром - полом ваљања. За осцилаторну удобност али и за управљивост возила су значајни положаји тренутних центара ваљања. На основу слике 13 се може одређивање центара ваљања одредити комбинаторичким решавањем. Уколико постоји већи броја чланова, метода се онда састоји у изради табела у које се уносе познати и непознати релативни и апсолутни тренутни полови појединих чланова [6].

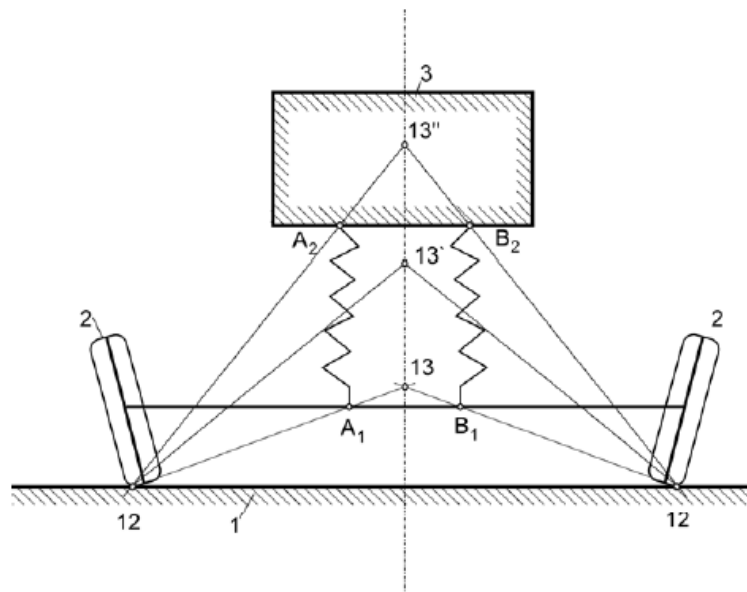


Слика 13 – Одређивање координата тежишта возила

Поступак се примењује на систем за ослањање са крутом осовином и гибњевима, приказан на слици 14, где се зглобне везе дефинишу положаје тренутних центара. Ту је 1 – тло, 2 – леви и десни точак, 3 – каросерија, 12 – тренутни центри точкова и тла, 13 – права на којој се налази тренутни центар. Како би се одредио тренутни центар каросерије у односу на тло поступа се на следећи начин.

## Завршни рад

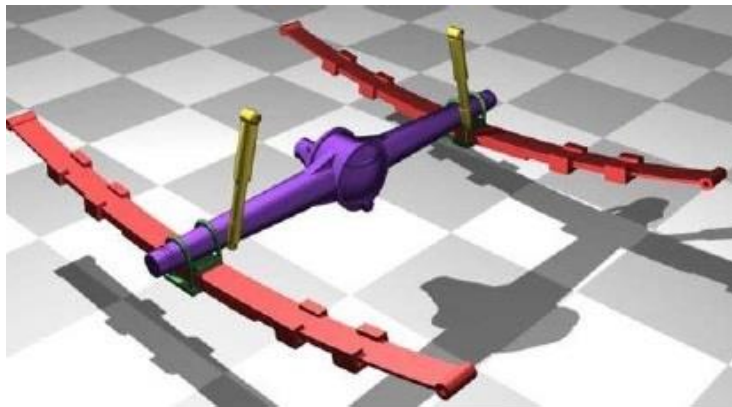
Тренутни центар се налази између тачака  $A_i$  и  $B_i$  ( $i=1,2$ ). Претпоставка је да се због веће еластичности гибња, тренутни центар налази у висини ушица гибња (тачке  $A_2$  и  $B_2$ ). Овде су коришћене исте ознаке за леву и десну страну возила и положај тренутног центра  $13''$  се добија у пресеку праваца правих, које пролазе кроз тачке  $12$  и  $A_2$ , односно  $12$  и  $B_2$ . Могу се описаним поступком одредити положаји тренутних центара за било који систем ослањања [6].



**Слика 14** – Примена методе комбинација при одређивању тренутних полова зависног система за ослањање

### 5. Зависно еластично ослањање

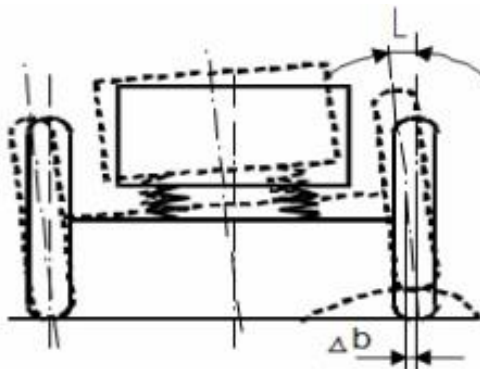
Зависни систем ослањања (слика 15) точка је једноставније конструкције, али, због неослоњене масе, слабије одговара захтевима који се постављају пред системе еластичног ослањања, поготово код возила која се крећу већим брзинама. Све је распрострањенија примена независног ослањања точкова и примењује се не само код путничких возила, већ све више и код предњег ослањања аутобуса и лакших теретних возила [7].



Слика 15 – Изглед зависног система за ослањање

За појам круте осовине су везани зависни системи, која може бити погонска или не погонска. Порекло круте осовине је од коњских запрега. Данас се круте осовине користе релативно ретко и могу се срести на неким путничким возилима и возилима спортско-доставног типа (СУВ возилима) која су намењена за озбиљнију теренску употребу (нпр. Цип Рубикон (*Jeep Rubicon*) из 2007. године). Чешћа решења су круте погонске осовине на задњим точковима и углавном се користе на тежим возилима код којих комфор није у првом плану.

Точкови су повезани крутом осовином код зависног ослањања, па померање једног точка утиче на померање другог точка. Код теретних возила, на управљачким мостовима се користе системи зависног еластичног ослањања (слика 16), као и код теренских аутомобила (концепције 4x4) где може бити на свим осовинама. Најједноставнији су ови системи, али не пружају могућности обезбеђења правилне кинематике управљања. Веома ретко се користе код путничких аутомобила (и то само за ослањање задњих точкова), осим на аутомобилима старије концепције [7].



Слика 16 – Систем зависног еластичног ослањања

## Завршни рад

На слици 16, код система зависног ослањања појављује се, при наиласку точка на препреку, промена нагиба точка дефинисана углом ( $\lambda$ ) и промена трага точка за величину ( $\Delta b$ ). Може доћи до појаве жirosкопског момента који доводи до нестабилног управљања ако се ради о управљачким точковима, када угао ( $\lambda$ ) достигне вредности веће од  $10^\circ$ . Зато се зависно ослањање управљајућих точкова користи код возила која имају мање брзине кретања.

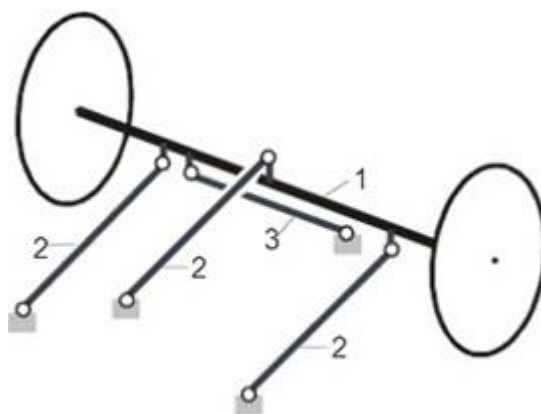
Предности зависног ослањања су у ниској производној цени, једноставности конструкције и чињеници да лиснати гибњеви могу истовремено да обављају функцију еластичног елемента и функцију елемента за вођење точкова.

Док су недостаци зависног ослањања промена трага точкова ( $\Delta b$ ) и појава угла ( $\lambda$ ) који погоршавају возне особине, као и повећана тежина система за ослањање. Поред наведених система зависног ослањања постоји још низ конструкција код којих су основни недостаци зависног ослањања ублажени квалитетним конструктивним решењима.

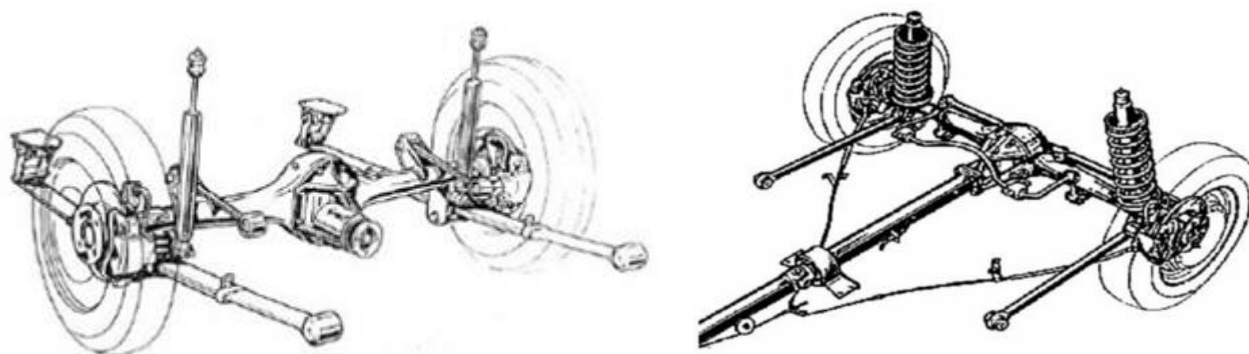
Израженија је прерасподела оптерећења услед деловања погонског момента код возила са крутим осовинама него код возила са независним системом ослањања, зато што примена независног система ослањања значајно побољшава поузданост контакта пнеуматика и тла, и тако доприноси побољшању проходности. На слици 17 је дат приказ зависног ослањања точкова са три уздужне и једном попречном полугом, где је:

- 1) крута осовина,
- 2) уздужне полуге и
- 3) Панарова полуга (прима бочне силе).

На слици 18 је приказ зависног система ослањања, повезаним са појмом погонског крутог моста.

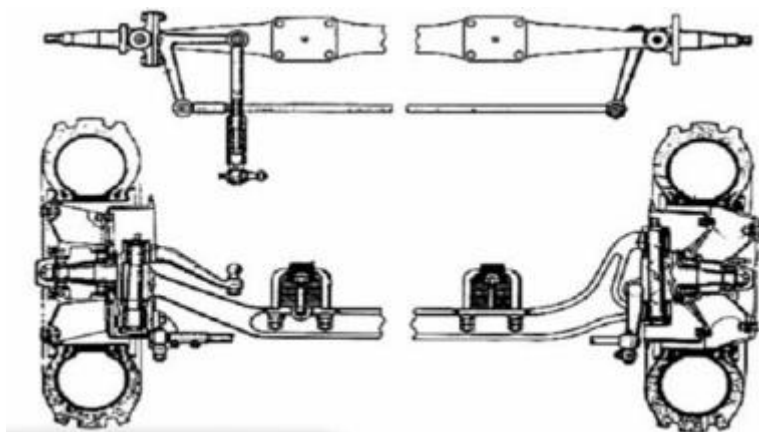


**Слика 17** - Зависно ослањање точкова са три уздужне и једном попречном (Панаровом) полугом



**Слика 18** - Крута задња осовина – погонски мост

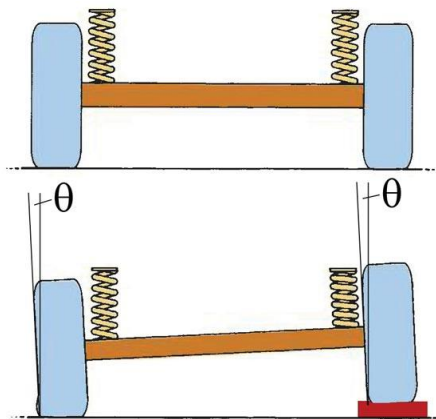
На слици 19 је приказано зависно еластично ослањање са балансирајућим суседним точковима удвојених осовина [7].



**Слика 19** – Крути управљачки мост

Недостаци крутих осовина су:

- узајамни утицај точкова исте осовине (слика 20),
- потребан простор изнад осовине за ход ослањања, уколико је ход ослањања дуг путнички или товарни део који се мора додатно жртвовати због смештања система ослањања,
- велика неослоњена маса, поготово ако је диференцијал у кућишту осовине,
- вертикално оптерећење се мења приликом убрзања и
- немогућност подешавања геометрије.



Слика 20 – Узајамни утицај точкова исте осовине крутих осовина

Предности крутих осовина су:

- једноставност, економичност, интеграција задњег диференцијала у кућиште осовине (полувратила без зглобова),
- систем је мале висине,
- могућа су велика померања осовина (теренска употреба),
- не мења се траг точкова, увлачење точкова и нагиб точкова приликом истовременог једнообразног вертикалног померања оба точка исте осовине што омогућава мало хабање,
- пнеуматика и сигурно држање правца и
- не мења се нагиб точкова приликом скретања па је омогућено равномерније преношење бочне силе помоћу оба пнеуматика исте осовине.

У поређењу са крутом погонском осовином, крута осовина на непогонским точковима поседује мању неослоњену масу зато што нема диференцијал и полувратила. На непогонским точковима неослоњена маса се може додатно смањити коришћењем тањег материјала за греду која повезује точкове. Код погонске круте осовине диференцијал може бити интегрисан у кућиште осовине или може бити монтиран на каросерију возила и тако одвојен од осовине. Примереније је прво решење тешким возилима, а друго које омогућава значајно смањење неослоњене масе, назива се Де Дионова (*De Dion*-ова) осовина, која се углавном користи на путничким возилима.

У највећој мери еластичну карактеристику система ослањања предодређују еластични елементи. Пошто је ова карактеристика са друге стране, један од најбитнијих показатеља система ослањања у целини, то су еластични елементи доживели различита конструктивна решења, и данас се израђују од метала и неметала. Често се сусрећу на новијим конструкцијама возила два па и више врста еластичних елемената. Тада се говори о комбинованим еластичним елементима.

Неметални ослонци су:

- 1) гумени,
- 2) пнеуматски и
- 3) хидраулични.

У металне ослонце спадају:

- 1) опруге (гибњеви),
- 2) завојне опруге и
- 3) торзиони штапови.

### 5.1. Гумени неметални ослонци

---

Гумени елементи се у значајној мери примењују у системима ослањања и користе се као пригушници или граничници [7]. Поред тога, гумени ослонци (слика 21) се веома широко примењују у системима ослањања разних агрегата у возилима, као што су на пример мењач, мотор, разводник погона и др.

Добра својства гумених ослонаца су једноставност, дуг век трајања, нелинеарна карактеристика и делимично пригушивање осцилација (хистереза). Док су недостаци гумених ослонаца немогућност вођења точкова, осетљивост на температуру и појава заосталих напона.

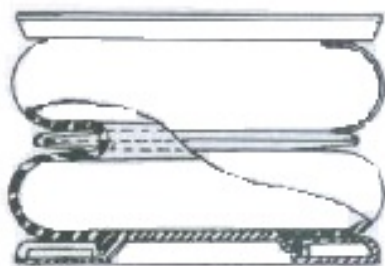


Слика 21 – Пример гумених ослонаца

### 5.2. Пнеуматски и хидропнеуматски еластични елементи

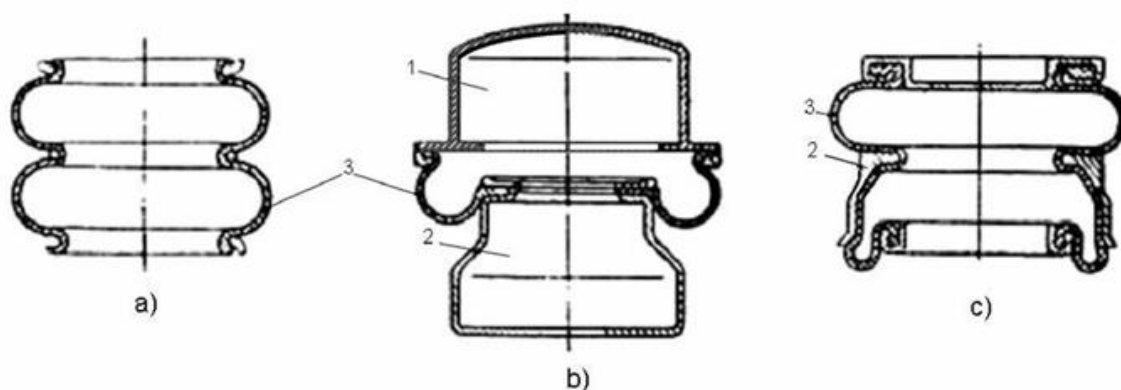
---

Пнеуматско ослањање потиче још из 1847. године, као идеја, а прва испитивања са њима су обављана 1910. године. Међутим, тек последњих година се пнеуматско ослањање користи са већим успехом код различитих типова возила. Код еластичних пнеуматских ослонаца користи се основно еластично својство сабијеног гаса при наглим променама запремине у простору у коме се гас налази. Употребљавају се због њихове нелинеарне карактеристике (ослонац не мења своју висину са променом оптерећења) код возила код којих се оптерећење мења у широком распону (аутобуси, камиони и приколице), као и код путничких возила више класе код којих конструктори желе обезбедити додатни комфор Цитроен, Ренџ Ровер, Мерцедес (*Citroen, Range Rover, Mercedes*, итд.). Најчешће се користе двонаборани пнеуматски еластични ослонци (слика 22). [7]



Слика 22 – Двонаборани пнеуматски еластични ослонац

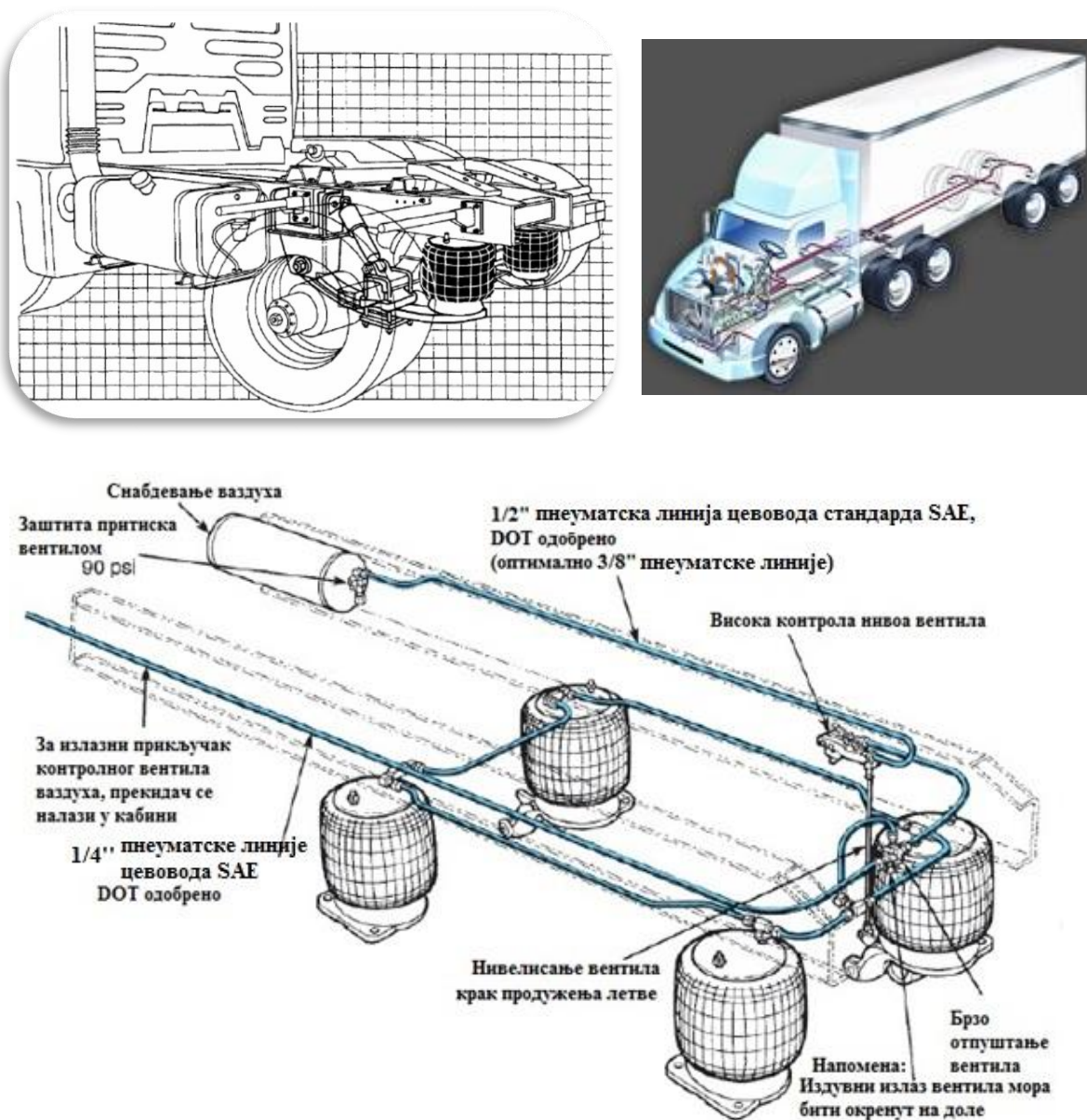
На слици 23 су приказани облици пнеуматски еластичних елемената, изведени од гуме ојачане челичним влакнима (полиуретанске гуме). Његова крутост се путем промене притиска ваздуха који се налази унутар елемента аутоматски регулише.



Слика 23 – Облици пнеуматских еластичних елемената (1, 2 - метално звоно, 3 - армирани гумени елемент (балон))

То доприноси да се при различитим статичким оптерећењима угиб елемента не мења, тј. да каросерија задржава константан положај у односу на пут. Из инсталације за кочење се врши напајање елемената ваздухом под притиском (уколико је систем кочења са компримираним ваздухом), или из самосталне инсталације. [7]

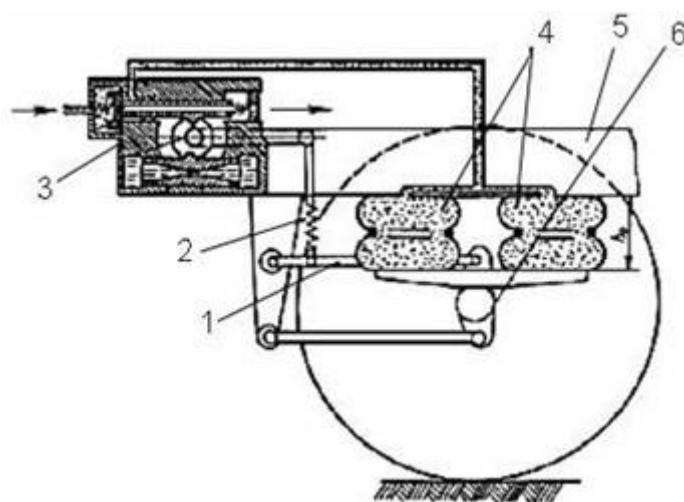
Са слике 24 се види приказ пнеуматског и хидропнеуматског еластичног елемента, односно сам тај процес сабијања ваздуха, пнеуматском линијом цевовода до излазног прикључка контролног вентила. Према међународном стандарду, који је првобитно основан као друштво аутомобилске технике (енгл. *SAE - Society of Automotive Engineers*) и одобрењу од стране Одељења за саобраћај (енгл. *DOT - Department of Transportation*), примећује се да је пнеуматски цевовод  $\frac{1}{4}$  и  $\frac{1}{2}$  инча, а самим тим одличне издржљивости и временске отпорности.



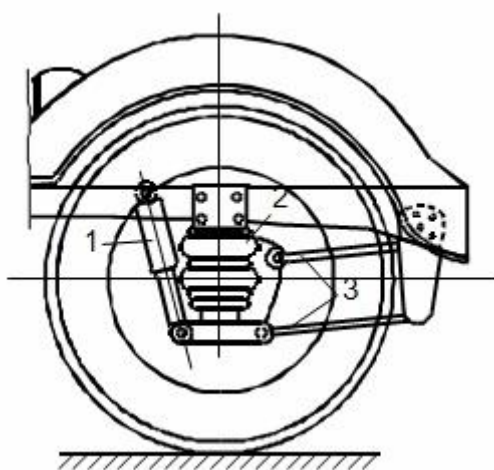
Слика 24 – Пнеуматски и хидропнеуматски еластични елементи

На слици 25 је дат приказ аутоматске регулације крутости која се врши посебним регулаторима, где је: 1 – распон (подупирач) ослањања, 2 - еластична веза, 3 - регулациони уређај, 4 - ваздушни јастуци, 5 - носач, 6 - регулатор нивоа). Ти еластични елементи се користе и код зависног и код независног ослањања.

Како пнеуматски елементи немају могућност да пренесу уздужне и попречне силе то морају бити комбиновани са елементима за вођење који се изводе у облику штапова (полуга), а постављају се у правцу деловања сила (слика 26).



Слика 25 – Аутоматска регулација положаја ваздушног еластичног елемента



Слика 26 – Зависно ослањање предњих точкова (1 - телескопски амортизер, 2 - пнеуматски еластични елемент, 3 - полуга за вођење)

Предности су још и:

- могућност подешавања крутости у широким границама у току саме вожње,
- могућност подешавања висине прелазности возила нпр. приликом кретања по различитим врстама тла и
- дужи век трајања, како самих ослонаца, тако и возила у целини.

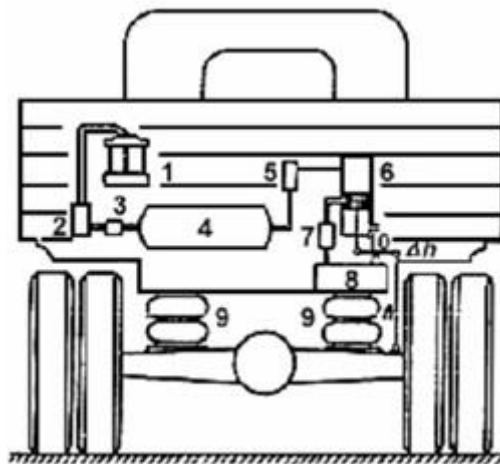
А недостаци су:

- потреба за коришћењем сасвим посебних механизма за вођење точкова, као и елемената за пригушивање и
- сложена конструкција, па самим тим и сложеније одржавање и знатно већа цена.

## Завршни рад

Принцип рада пнеуматских ослонаца може се довољно јасно сагледати из шематског приказа система пнеуматског еластичног ослањања са помоћним системима који му припадају на слици 27. Са ове слике се може схватити процес функционисања пнеуматских еластичних елемената на возилу [7], где је:

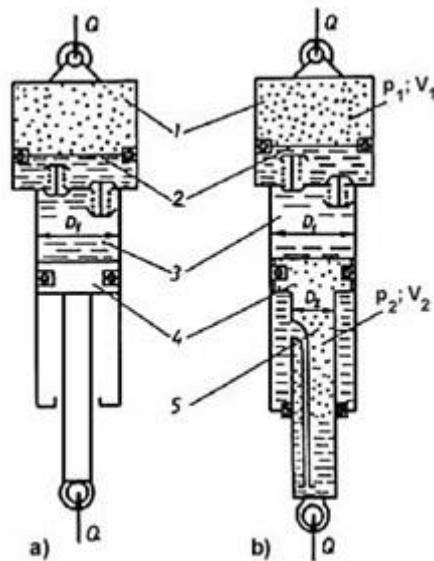
- 1) компресор,
- 2) регулатор притиска,
- 3) неповратни вентил,
- 4) резервоар,
- 5) регулатор притиска са неповратним вентилом,
- 6) регулатор нивоа ослоњене масе,
- 7) регулациони вентил,
- 8) разводник,
- 9) еластични елемент и
- 10) полуга.



Слика 27 – Систем пнеуматског еластичног ослањања са помоћним елементима

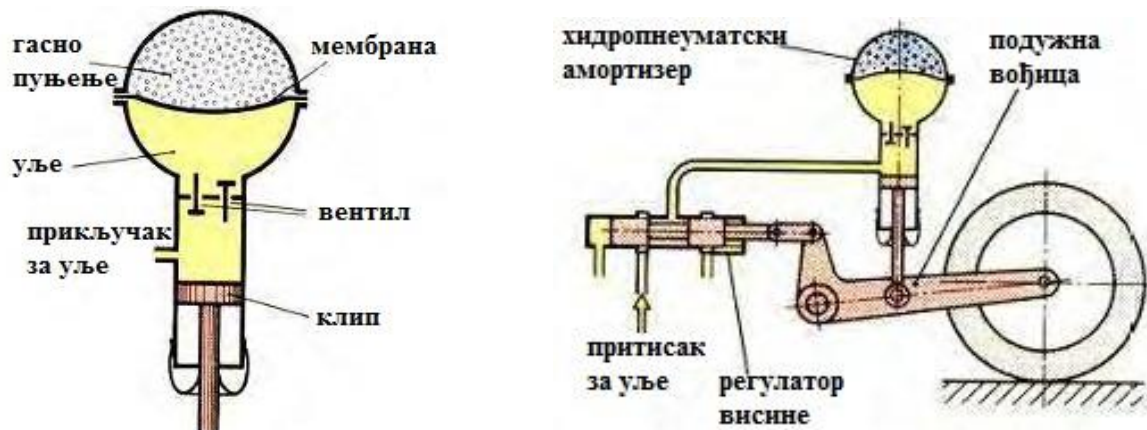
Хидро-пнеуматски еластични елемент се добио комбинацијом два различита медија, нестишљиве течности и стишљивог гаса. На течност се преноси свако померање точка, а преко тога на мембрану изнад које се налази гас. Тако се изазива сабијање гаса на основу чега се добија дејство еквивалентно дејству пнеуматског еластичног елемента.

На слици 28 је дата шема хидропнеуматског еластичног ослонца са еластичним елементима телескопског типа, где је а) без контрапритиска и б) са контрапритиском. Величине представљају:  $V_1$ ,  $V_2$  - радну запремину,  $p_1$ ,  $p_2$  - притисак и  $D_1$  - пречник радног цилиндра, а  $D_2$  - пречник контрапритисног простора. Приликом повећања оптерећења повећава се  $p_1$ , а опада  $p_2$  тако да долази до повећања учесталости осцилације. А ако постоји и контра притисни простор промене оптерећења мање утичу на сопствену учесталост осцилација.



**Слика 28** – Шема хидропнеуматског еластичног елемента (1 - радни простор, 2 - подеони клип, 3 - резервоар, 4 - клип са клипњачом, 5 - контрапритисни простор)

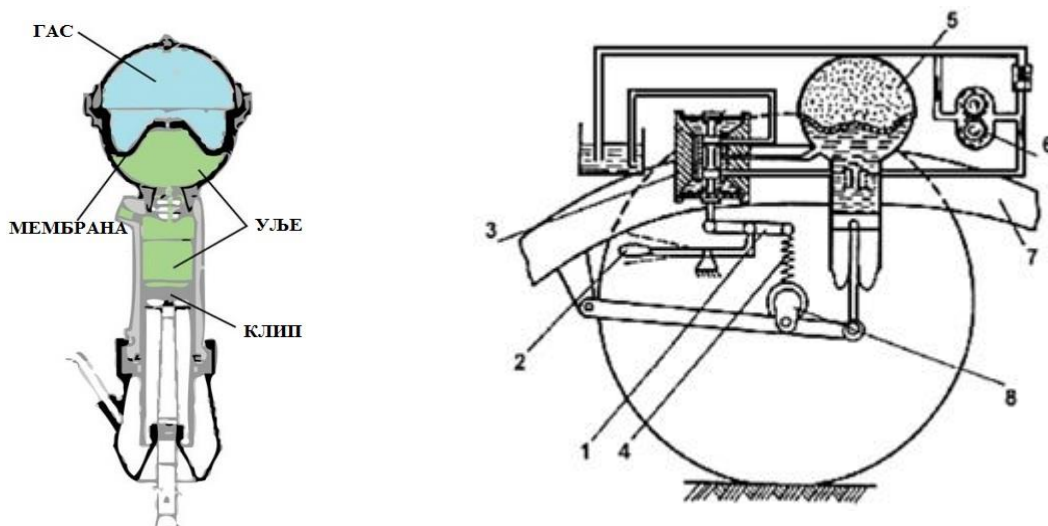
У принципу, ова врста опруга (слика 29) исто тако ради и као гасна опруга. Од двеју комора се састоји, од којих је једна испуњена непроменљивом количином гаса, најчешће азот и друга комора у којој се налази цилиндар са клипом и системом вентила, у којој се као флуид користи уље. Под притиском између 100 до 200 бара се налазе флуиди у коморама, док су међусобно одвојене гуменом мембраном. Такође, ова врста опруга може квалитетно да послужи као амортизер, али и регулатор нивоа, тако што се зависно од оптерећења, количина уља у систему може променити путем посебног уљног система са пумпом високог притиска.



**Слика 29** - Систем хидропнеуматског ослањања - хидропнеуматска опруга (лево), скица склопа хидропнеуматског ослањања (десно)

Хидропнеуматски еластични елементи су слични пнеуматским, а разлика је у томе што се поред компримованог ваздуха у систему налази и нестишљива течност. Улогу еластичног елемента у хидропнеуматским системима ослањања има хидраулична сфера. У горњем делу сфера садржи гас (најчешће азот) под притиском који се налази изнад дијафрагме. Помоћу хидрауличне течности под притиском се преко дијафрагме

сабија гас, а када притисак опадне гас враћа хидрауличну течност у претходни положај. Ова појава је слична сабијању и истезању опруге. На слици 30-лево је илустрација дела система хидропнеуматског ослањања, док је на истој слици десно регулатор са хидропнеуматским еластичним елементом, где је: 1 – полућа; 2 – ручица за принудно закретање; 3 – регулатор; 4 – опруга; 5 – хидропнеуматски елемент; 6 – зупчаста пумпа; 7 – оквир; 8 – оса точка. Такви регулатори (као на слици) положаја надградње и регулатори крутости система ослањања, се примењују код хидропнеуматских система еластичног ослањања, као и код пнеуматских система ослањања.



**Слика 30** – Илустрација дела система хидропнеуматског ослањања (лево), регулатор хидропнеуматског система еластичног ослањања (десно)

Системи ослањања се користе како би раздвојили кабину од оквира теретних моторних возила. Све више се користе ваздушне опруге, чиме се постиже већа удобност. У пракси се ваздушне опруге најчешће користе у комбинацији са параболичним опругама [7].

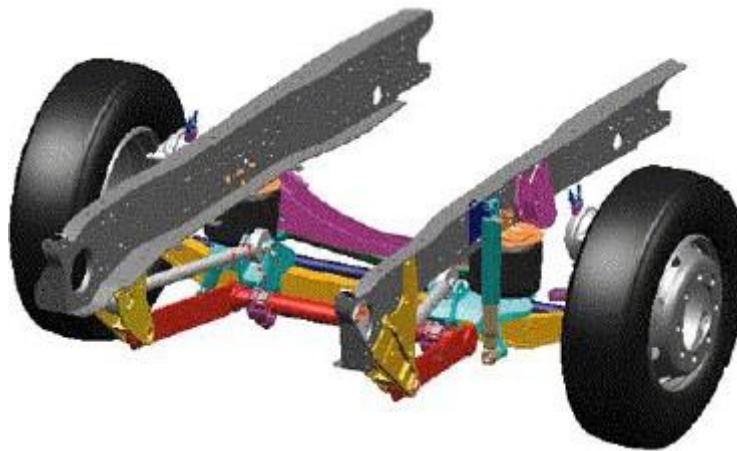
У систему ослањања ваздушни јастуци замењују опруге као пригушне елементе. Сваки појединачни ваздушни јастук је повезан вентилом који контролише количину ваздуха која се налази у ваздушном јастуку. На компресор и на мали резервоар ваздуха под притиском су повезани вентили. Количина ваздуха у сваком појединачном ваздушном јастуку се може подешавати отварањем и затварањем вентила. Одстојање возила од тла се смањује смањењем притиска у ваздушним јастуцима и обрнуто. А пошто пнеуматски елементи немају могућност да пренесу уздужне и попречне силе комбинују се са елементима за вођење. Степен удобности је један од разлога за коришћење ваздушног ослањања, као и ваздушно ослањање преноси значајно мање вибрација са путне подлоге од конвенционалних система.

На слици 31 је приказ конструктивног решења система ослањања са ваздушним опругама. Возила која се користе искључиво ван пута (кипер, аутодизалице и друга), користе се трапезасте опруге и то код формула точкова 4x4. Ширу примену у последње време налазе и ваздушне опруге, углавном на задњој осовини тегљача. Тако се код неоптерећеног тегљача, поред удобности, постиже и стабилност, испуштањем ваздуха из опруга, јер се постиже нижа висина возила [11].

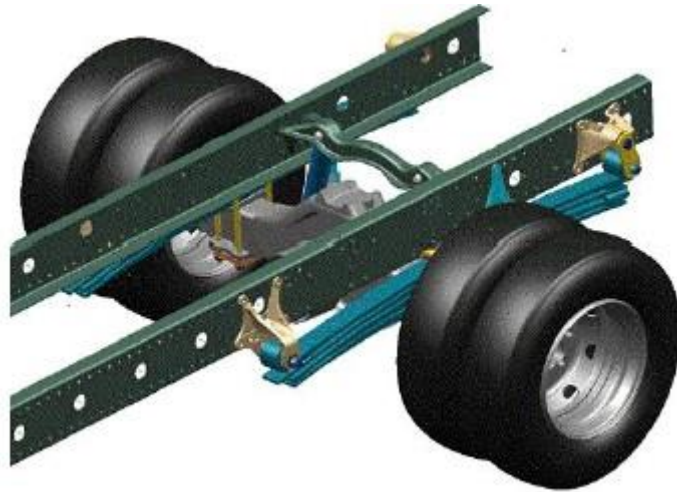


**Слика 31** – Ваздушни систем за ослањање

Често се вођење осовине код савремених камиона са ваздушним еластичним ослањањем врши преко уздужно постављених зглобних полуга (слика 32). Док код камиона са челичним ослањањем и даље се као на савременом камиону Atego користе гибњеви као елементи вођења погонског моста (слика 33).

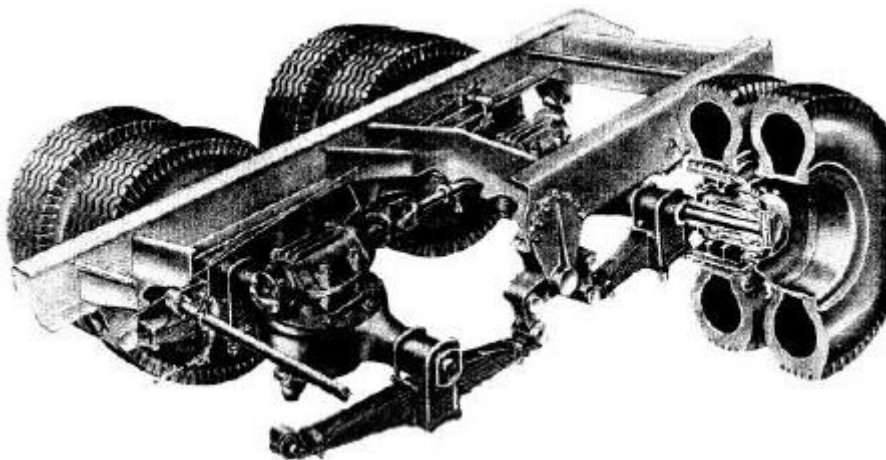


**Слика 32** – Предњи зависни систем ослањања камиона Atego, фирме Mercedes-Benz са ваздушним еластичним ослањањем



**Слика 33** – Задњи зависни систем ослањања камиона Атего (*Atego*), фирме Дајмлер Бенц (*Daimler Benz*) са крутим еластичним ослањањем

Потребно је код удвојених задњих мостова уравнотежити оптерећење мостова који су постављени близу. Повезивањем система ослањања системом зглобних полука се постиже уравнотежење, чији је пример извођења таквог система дат на слици 34 [11].

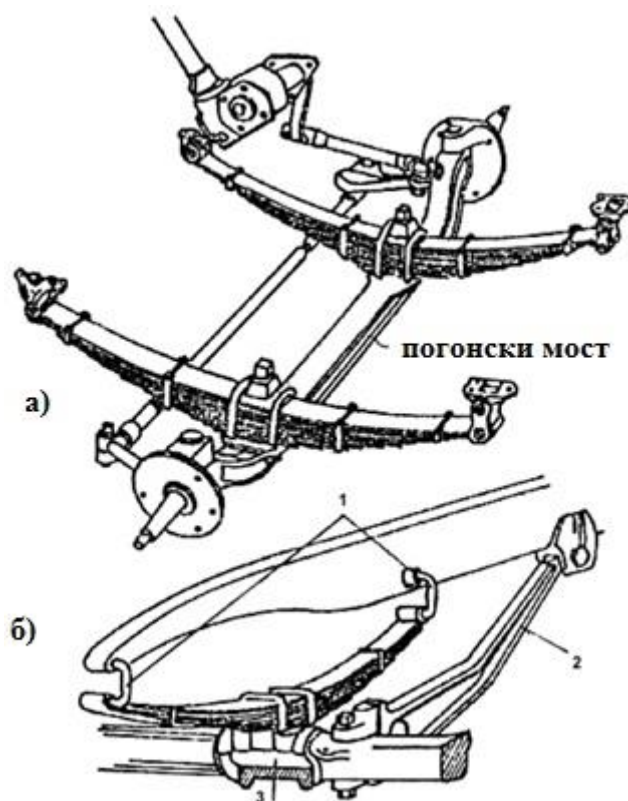


**Слика 34** – Уравнотежени механизам ослањања и вођења удвојених задњих погонских мостова теретног возила [11]

### 6. Елементи за вођење точка (механизми за вођење точка)

Код елемената вођења или елемената веза у ужем смислу речи, на могућност управљања и понашања возила како приликом вожње у кривини, тако и приликом вожње по правом путу битно утиче начин и карактер померања точкова у односу на рам или каросерију. Искључиво од конструкције и врсте елемената за вођење точка зависи кинематика точкова, а независна је од осталих елемената система ослањања. Поред основног задатка да обезбеде повољну кинематику точкова елементи за вођење морају обезбедити пренос активних и реактивних сила и момената. [6]

На слици 35а) је дат приказ најједноставнијег решења зависног ослањања које је остварено на принципу два лисната гибња. У односу на рам карактер померања моста зависи од карактеристика гибња, односно гibaњ игра улогу и еластичног елемента и елемента за вођење. Приказ система зависног ослањања је на слици 35б) где подужне силе и реактивне моменте поред гибња, преноси и полуга (2). Преко узенгије (1) је остварен спој гибња са рамом, па се тангенцијалне силе и одговарајући реактивни момент преносе преко полуге (2), тако да је гibaњ растерећен.



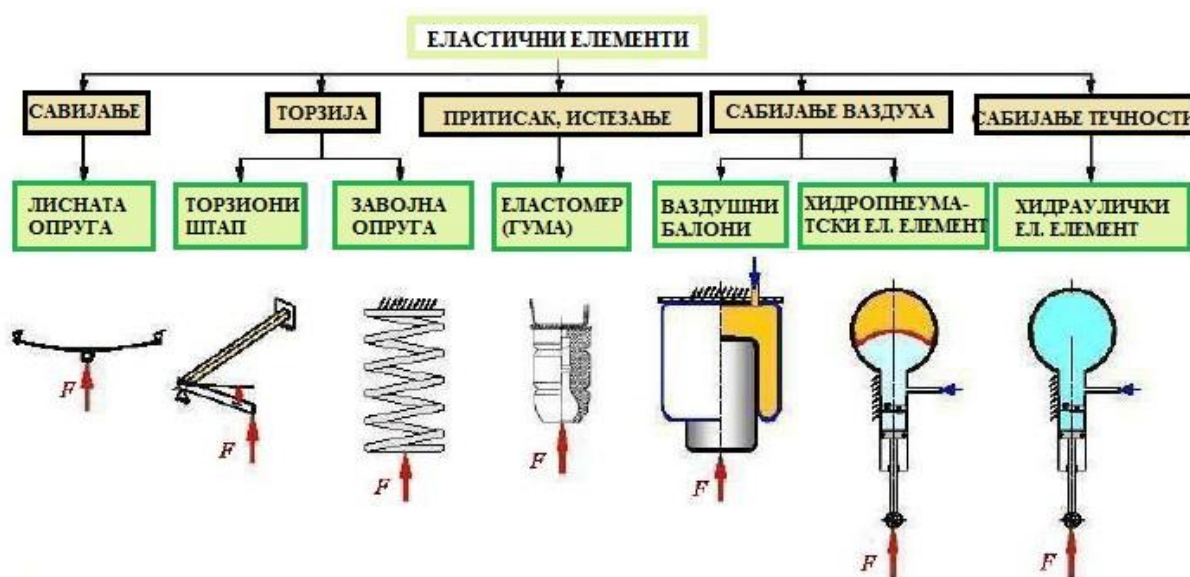
Слика 35 - Системи зависног ослањања

## 7. Еластични ослонци (еластични елементи)

У највећој мери еластичну карактеристику система ослањања предодређују еластични елементи. У целини на осцилаторна својства и комфор возила битно утичу карактеристике еластичних ослонаца. Нарочито код теретних возила, ови елементи утичу даље и на понашање оптерећеног, тј. неоптерећеног возила, промену положаја тежишта, радне углове зглобних преносника и на читав низ других система возила. Из тог разлога је правилан избор еластичних ослонаца важан и сложен задатак пројектанта возила. [6]

Што значи да се према врсти еластичних елемената системи ослањања се могу сврстати у следеће групе (слика 36):

- 1) са лиснатим гибњевима,
- 2) са завојним опругама,
- 3) са торзионим опругама,
- 4) са пнеуматским еластичним елементима,
- 5) са хидрауличним еластичним елементима и
- 6) са комбинованим еластичним елементима.



Слика 36 – Преглед еластичних елемената

### 7.1. Лиснате опруге (гибњеви)

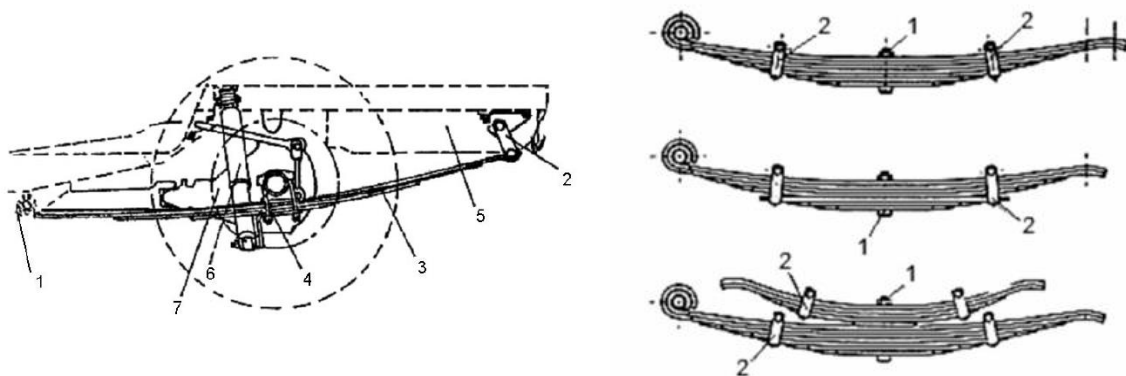
У пројектовању и производњи возила су лиснате опруге јако омиљен елеменат, зато што су једноставне за пројектовање, испитивање и производњу. Основна предност ове врсте еластичног ослонца је да он може да преузме и функцију механизма за вођење точка, па због трења између листова и функцију пригушног елемента. Обично се лиснати гибњеви употребљавају код зависног система ослањања. Као што је већ речено, код зависног система ослањања са уздужно постављеним гибњевима нису потребни елементи за вођење. Како бигибањ могао да предаје и прима уздужне силе,

## Завршни рад

мора бити са каросеријом (рамом) везан преко једног крутог и једног помоћног ослонаца (обично преко полуге која је са једне стране зглобно везана за рам, а са друге загибањ). А да би лиснатигибањ задржао мост од окретања око своје осовине мора бити са њим круто везан. [6]

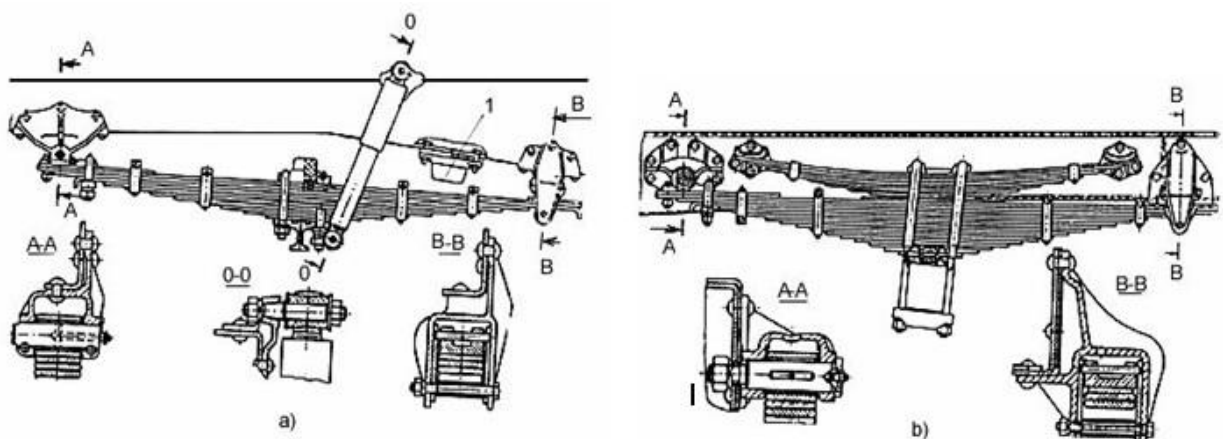
На слици 37 (лево) је дат приказ начина везивања лиснатоггибања за осовину и рам, где је: 1 - непокретни ослонац, 2 - покретни ослонац, 3 - лиснатигибаљ, 4 - узенгија (веза мостагибања), 5 - рам, 6 - амортизер, 7 - погонски мост. На истој слици десно је склоп лиснатоггибања где је: 1 – централни завртањ који служи да не би дошло до померања листовагибања и 2 – стега.

Углавном је лиснатигибањ састављен од лиснатих, ваљаних или вучених челичних трака, а због оптерећења на савијање састоји се од више листова различите дужине и различитог радијуса кривине а у циљу смањења трења између листова постављају се слојеви од пластике.

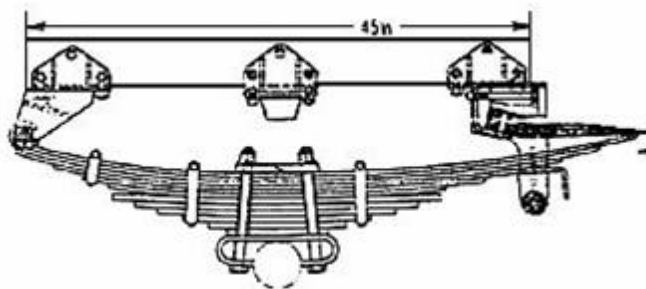


Слика 37 – Везивање лиснатоггибања на возилу (лево), конструкција извођењагибања (десно)

Такође на слици 38 је дат пример везе (улежиштења)гибања на возилу и граничник савијањагибања (а) – позиција 1, а 38б) су паралелно двагибања (главни и помоћни). Решење другачијег извођења главног и помоћноггибања је на слици 39. [7]



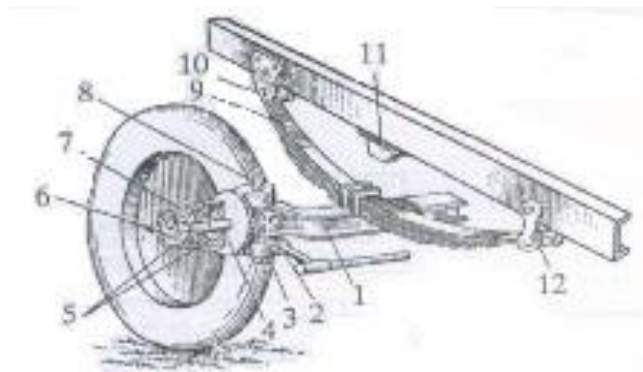
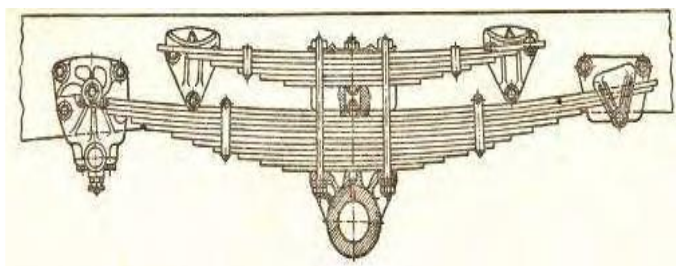
Слика 38 – Уградња лиснатихгибања на возилу



Слика 39 – Решење главног и помоћног лиснатог гибња

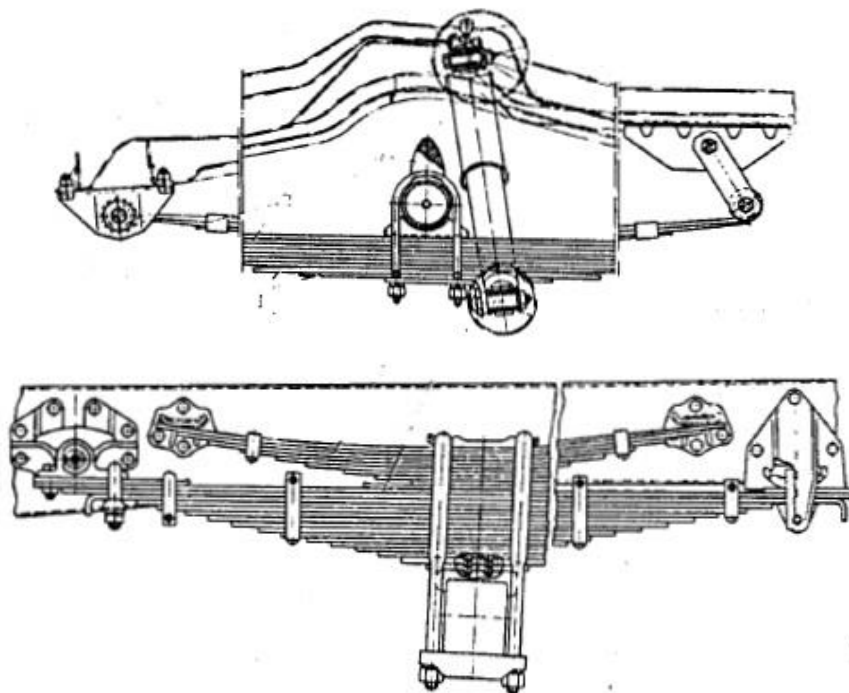
Уздужни лиснати гибњеви се користе код већине система крутог ослањања. Могу да обезбеде у зависности од конструкције, делимичну или потпуну контролу осовине. Како би се ограничиле бочне или уздужне силе које делују на осовину, често се користе и додатне споне. У принципу, лиснати гибњеви спадају у гибњеве са линеарном крутошћу, али постављањем додатног гибња у тзв. двоструке гибње (слика 40 (лево)), може да се постигне и прогресивна крутост, па се такви користе код теретних возила.

Пример примене лиснатих опруга (гибњева) на камиону приказан је на слици 40 (десно), где је . (1 – греда предњег моста, 2 – лежај, 3 – љушка рукавца, 4 – рукавац, 5 – лежај, 6 – навртка, 7 – главчина точка, 8 – осовина рукавца, 9 – гигањ, 10 – непомични ослонац, 11 – гумени одбојник, 12 – зглобна веза). Предњи управљачки мост укључује елементе греду предњег моста са носачима и рукавце точка са главчинама.



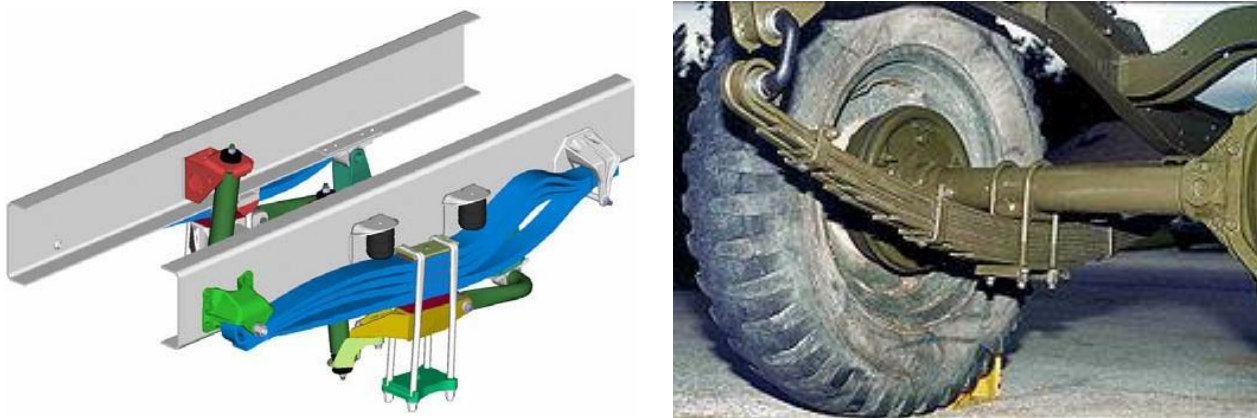
Слика 40 – Веза двоструких лиснатих гибњева на теретног возила (лево), предњи управљачки зависно ослоњени мост (десно)

Из тог разлога се за возила која су намењена за експлоатацију на путевима користе најчешће „параболичне“ лиснате опруге, дужина од око 1800 mm (на предњој осовини опруга има 3-4 листа, са статичким угибом до 200 mm и динамичким угибом од око 80 mm, док задња главна опруга има 3-4 листа, а помоћна 1-3 листа тако да може да се оствари статички угиб оптерећеног и неоптерећеног возила од око 100 mm). На слици 41 су дата конструктивна решења ослањања предње (изнад) и задње (испод) осовине са гибњевима. [7]



Слика 41 - Најчешће заступљена структура предњег (изнад) и задњег система (испод) за ослањање теретног возила

Док је на слици 42 дат приказ RAD-L90 инсталације задње осовине коју користи конкретно теретно возило произвођача Волво (VOLVO), конфигурације 4x4 са „параболичним“ или обичним опругама. Ова лисната опруга „S“ облика (са 3 листа) даје одличну стабилност и доводи до равномерније и безбедије вожње, што је побољшано возачевом ефикасношћу. А на истој слици десно је приказан лиснатигибањ постављен на теретном моторном возилу. [12]



Слика 42 – Теретно возило 4x4 RST-PAR1, погон на свим точковима (лево), лиснатигибањ на теретном возилу (десно) [12]

Hotchkiss-ова осовина је добро познати тип задње погонске осовине која поседује елиптичне лиснате гибње, и данас се користи на многим СУВ возилима и лаким теретним возилима. Ово решење нема никаквих додатних веза на ослањању. Бочна и

## Завршни рад

уздужна померања точкова се контролишу само помоћу лиснатих гибњева. На слици 43 је положај двоструких лиснатих гибњева теретног возила.



Слика 43 – Положај двоструких лиснатих гибњева теретног возила [1]

Добру пригушну карактеристику имају лиснати гибњеви, која се постиже међусобним трењем појединачних листова. Та карактеристика условљава повећану негу гибњева, тако што између листова увек треба да постоји слој мазива или неког „међулиста“ од тврде пластике са добрим додирним својствима, уз истовремено спречавање или умањење међуметалне корозије. Исто тако у добре карактеристике спада и то што се овим гибњевима могу на рам возила пренети све подужне силе (погонска или кочна сила на точковима) и веома добро подносе и бочна оптерећења, тј. омогућују квалитетно вођење шасије. Погодна је за ослањање теретних возила ова врста гибњева, па у принципу на њима се и налази главна примена.

Теретна возила, најчешће формуле 6x4 користе балансирајући задњи систем за ослањање (слика 44), са опругама које примају бочна оптерећења, док се за подужно вођење користе реактивне полуге са гуменим еластичним зглобовима. [11]

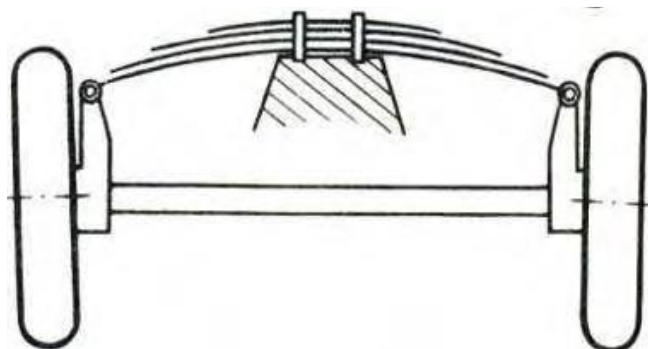


Слика 44 – Балансирајући систем за ослањање [11]

Са слике 45 пливајућа (лебдећа) осовина исто тако спада у групу крутих осовина, али је начин њеног везивања за каросерију другачији. Као еластични елемент она има попречно постављен лиснати гибањ, чији је ослонац тачка у висини тежишта возила.

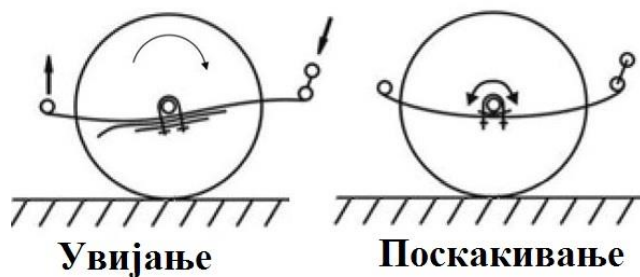
## Завршни рад

Управо због места постављања гибња има веома мало или никакво нагињање возила у кривини, што се сматра предношћу оваквог извођења. [6]



**Слика 45** - Крута осовина са лиснатим гибњем постављеним попречно (пливајућа осовина)

Између осталих лиснати гибњеви нуде неколико предности - мала висина склопа, нису потребни елементи вођења, заузимање мало простора и стварање малих оптерећења на тачкама где се гибњеви везују за каросерију зато што су места везе на прилично великој међусобној удаљености. Исто тако, лиснати гибњеви имају и неколико недостатака, као што су велика маса (релативно велика сопствена тежина), трење, недовољан век трајања и линеарна карактеристика (треба да је нелинеарна), тенденција да се увијају (приликом убрзања или кочења лиснате опруге добијају облик слова С), поскакивање тачкова приликом промене оптерећења (слика 46).



**Слика 46** – Недостаци круте осовине са лиснатим гибњевима (увијање и поскакивање)

### 8. Елементи за пригушење осциловања

---

У систему ослањања се због постојања еластичних елемената јављају осцилације чак и приликом кретања по најкавалитетнијим путевима. Пошто су појаве осциловања непријатне за возача и путнике, а исто тако лоше утичу и на стабилност терета мора се вршити њихово брзо пригушење не само из наведених разлога, већ и због спречавања појаве резонанце. То пригушење врше елементи за пригушење или амортизери.

За брзо пригушивање осциловања возила и спречавање појаве резонанце служи амортизер, која се може појавити ако се осцилације брзо не пригуше. Под утицајем сила отпора у систему ослањања се врше пригушења осциловања каросерије и осовине возила, која се јављају приликом кретања по неравном путу. У отпорне силе спадају трење у еластичном елементу и елементу за вођење (нпр. између листова лиснатог гибња, осовиницама и зглобовима елемената за вођење), као и сила отпора коју пружа амортизер. [1]

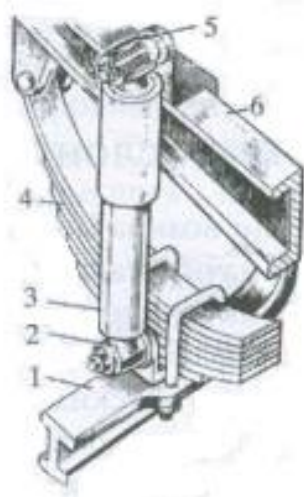
Системи еластичног ослањања систематизују се на основу врсте деловања елемената за пригушење са:

- хидрауличним пригушивачима,
- механичким пригушивачима,
- пригушивачима једносмерног дејства и
- пригушивачима двосмерног дејства.

На претварању кинетичке енергије осциловања у топлотну се заснива принцип рада амортизера. Тај ефекат се постиже унутрашњим трењем у флуиду, односно дејством уља који се налази у амортизеру. Данас се на возилима примењују искључиво хидраулични амортизери, где је начин њиховог рада у принципу исти, и то:

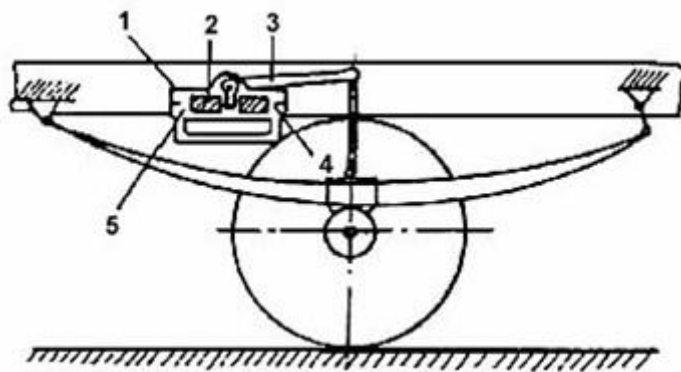
- 1) амортизери са полугом (полужни) и
- 2) телескопски амортизери.

Уградња пригушивача амортизера на камиону приказана је на слици 47 испод. Амортизер 3 је са горње и доње стране помоћу ушица 5 и 2, у које су упресоване гумене чауре, посредством носача учвршћен за оквир 6, односно за греду предњег моста 1. Еластични ослонац је гибан 4 који преузима улогу система за вођење.



**Слика 47** – Уградња пригушивача амортизера (1 – греда предњег моста, 2 и 5 – ушице, 3 – пригушивач, 4 – гигањ, 6 – оквир) [11]

Амортизери са полугом раде тако што се приликом наилаaska точка на неравнину примљени узајамни однос између рама на коме је причвршћен амортизер и осовине за коју је везана полука (слика 48). Приликом померања полуге хидраулично уље у амортизеру прелази из једног простора у други. Уље се потискује назад повратком полуге надоле, кроз пригушни вентил, и тако ствара силу која се супротставља даљем осциловању. Полужни амортизери могу бити једносмерни (пригушење само у једном ходу) и двосмерни (пригушење се остварује у ходу на горе и на доле).



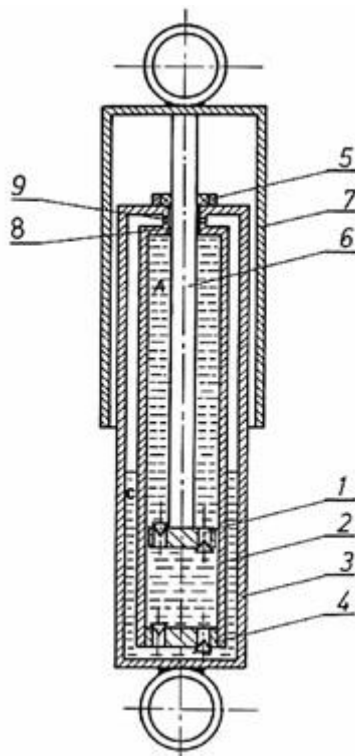
**Слика 48** – Хидраулички амортизер са полугом (1 – тело амортизера, 2 – клипови, 3 – полука, 4, 5 – простор за уље)

Од амортизера са полугом (скоро дупло) су лакши телескопски амортизери, простије су конструкције и имају дуг век трајања. Цилиндар и клип су код телескопских амортизера непосредно везани за надопружне и подопружне масе (рам и мост). Са притисцима уља од 60-80 бара раде телескопски амортизери, а код амортизера са полугом ти притисци се крећу од 250 - 400 бара.

На слици 49 је објашњен пример принципа рада двоцилиндричног телескопског амортизера. Овакав пригушивач има радни простор (А), односно радни цилиндар, клип (1) са вентилима, клипњачу (6), подножне вентиле (4), вођење клипњаче (8) која уједно служи за смештај заптивача (5). Простор за изједначавање (с) напуњен до половине се

## Завршни рад

налази између цилиндра (2) и (3) и обично се назива компензациона комора. За прихватање повећане запремине уља услед загревања служи и остатак простора у компензационој комори, као и за случај истиснутог уља услед увлачења клипњаче. У компензационом простору ниво уља је такав да обезбеди да не дође до уласка ваздуха на подножним вентилима и при екстремно ниским температурама ( $-40^{\circ}\text{C}$ ). [7]



**Слика 49** – Шема двоцилиндричног телескопског амортизера (1 - клип, 2,3 - цилиндри, 4 - подножни вентил, 5 - заптивач, 6 - клипњача, 7 - цилиндрични омотач, 8 - вођица, 9 - канал)

На слици 50 је дата конструктивна слика и шема рада двоцилиндричног телескопског амортизера 9. Он је састављен од челичног резервоара (16) на који је са доње стране заварена ушица (1), која образује дно резервоара у коме је постављен радни цилиндар (17). Налази се унутар радног цилиндра клипњача амортизера (18), која је спојена горњим делом за горњу ушицу (1) за коју је спојен заштитни оклоп (19) амортизера. Постављен је клип (14) и склоп вентила (7) на доњем делу клипњаче и који ради приликом истезања, па је (5) преливни вентил.

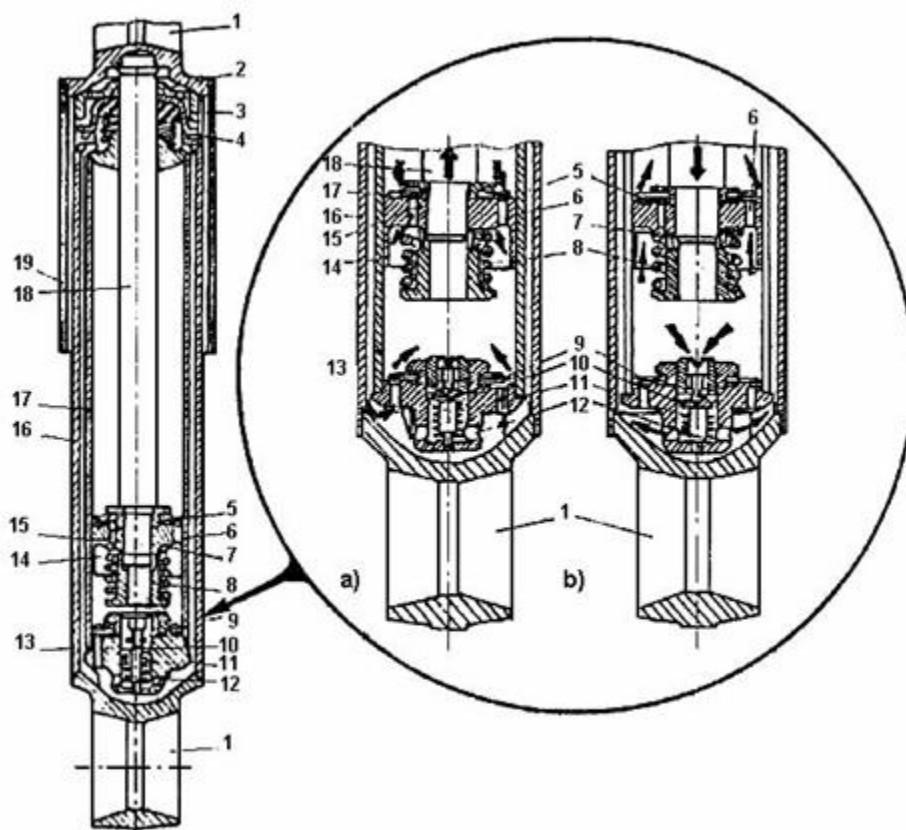
Приликом истезања или сабијања амортизера, принцип дејства телескопског амортизера је да течност која се налази у његовој унутрашњости, протиче из једног простора у други кроз мале попречне пресеке услед чега амортизер даје силу отпора која смањује енергију осцилаторног кретања. У специјалном телу у доњем делу радног цилиндра су постављени усисни вентили (9) и вентил који ради приликом сабијања (10).

Како би се објаснио принцип рада амортизера потребно је имати у виду да при било ком померању клипа промена запремине доњег простора радног цилиндра је већа од промене запремине горњег простора, јер део запремине горњег простора заузима клипњача. Из тог разлога приликом померања клипа на доле (ход сабијања) течности

која се истиска из доњег простора радног цилиндра не може потпуно прећи у горњи простор (изнад клипа) па део течности пролази кроз вентил (10) у резервоар. Код померања клипа на горе (ход истезања) запремина течности која се прелијева из горњег простора је мања од ослобођеног дела доњег простора и део течности из резервоара протиче кроз усисни вентил (9) у доњи простор. Тада, ниво течности у резервоару се непрекидно мења – највећи је при сабијању амортизера, а најнижи при истезању.

Амортизер ради на следећи начин - приликом истезања амортизера (сл. 51 а)) течност, која се налази изнад клипа подвргнута је сабијању. Преливни вентил (5) који је постављен у надклипном простору је затворен и течност кроз отвор на клип (15) долази до вентила (7) који ради приликом истезања. Напон опруге (8) и крутост диска вентила даје могућност да се оствари неопходни отпор амортизера. Тада усисни вентил (9), који је постављен на телу вентила сабијања (10), се отвара и слободно пропушта из простора резервоара у радни цилиндар (17) део течности кроз отвор (13). Тај део течности једнак је запремини клипњаче (18), која се у датом моменту изводи из радног цилиндра. [1]

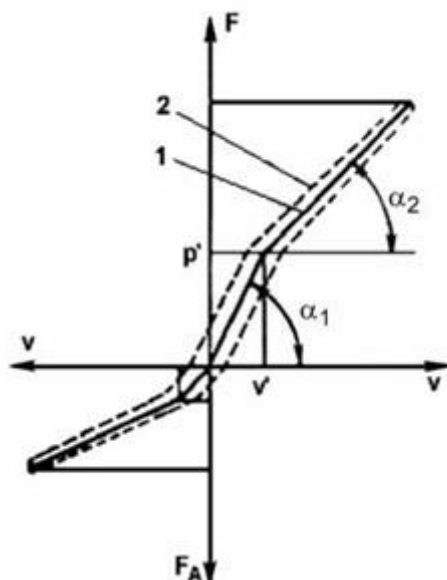
Приликом сабијања амортизера (сл. 51 б)) његов клип се креће на доле, преливни вентил (5) се отвара и течност слободно протиче кроз отвор на клипу (6) у надклипни (горњи) простор. Тада се запремина течности, равна запремини дела клипњаче која иде на доле, потискује у резервоар кроз отвор (12) с тим да претходно савлада отпор вентила сабијања (10) (усисни вентил (9) затворен је услед притиска течности). Неопходан отпор амортизера у периоду хода сабијања даје напон опруге (11) вентила сабијања.



Слика 51 – Конструкција и шема телескопског двоцилиндричног амортизера [7]

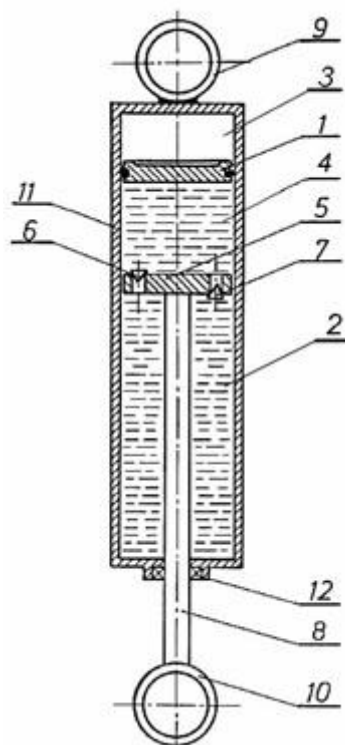
## Завршни рад

На слици 52 је дата карактеристика пригушивача (амортизера) приказаног на слици 51 где силе пригушења ( $F$ ) зависе од брзине ослањања клипа ( $v$ ) у цилиндру. Још значајне за амортизер су максималне силе пригушења при сабијању и растезању, капацитивност и умањење капацитивности приликом повећања температуре. Да се при кретању возила велике силе не предају на каросерију приликом сабијања мање силе пригушења се дају амортизеру. На слици 52 је у сваком случају карактеристика нелинеарна и њен облик зависи од карактеристике амортизера (димензије отвора, врсте флуида итд.), односно крутост амортизера је промењива величина.



**Слика 52** – Карактеристика амортизера (1 - амортизер без преднапона, 2 - амортизер са преднапоном (интерним плином))

У пракси се поред двоцилиндричних користе и тзв. једноцилиндрични амортизери. На слици 53 је дата шема једног таквог амортизера. Налази се, тзв. разделни клип (1) изнад кога се налази гас под притиском (3) који треба да прихвати промене запремине уља од загревања и истискивања клипњачом. Приликом сабијања или истезања амортизера клипњача потискује клип (5), где се активира вентил (6) или (7) зависно од смера кретања. Функцију пригушења тока има само протицање уља кроз вентил (6) или (7), а самим тим и кретање клипа, тј. клипњаче. Било који положај уграђивања амортизера омогућава разделни клип (1) и практично нема утицаја на његову функцију. Спречено је помоћу њега мешање гаса и уља као и појава пенушања.



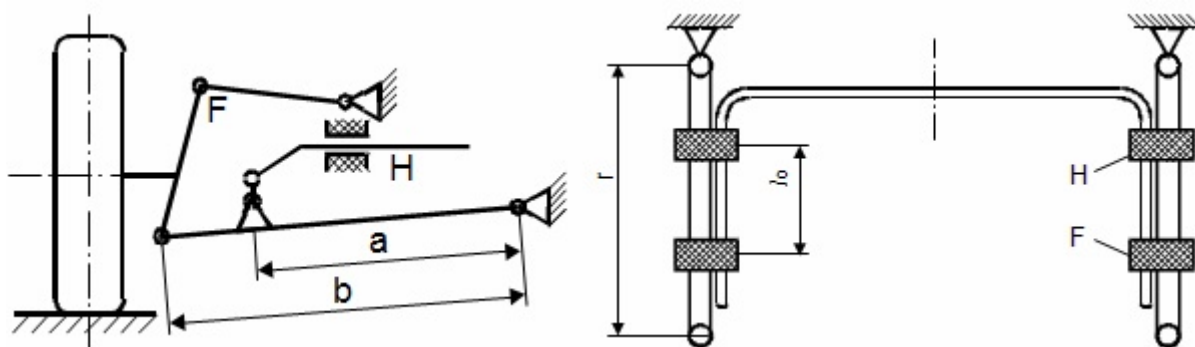
**Слика 53** – Једноцилиндрични амортизер са разделним клипом (1 - разделни клип, 2 - радни простор, 3 - простор за изједначавање, 4 - међуклипни простор, 5 - клип, уклипни простор, 6 - уисни вентил, 7 –п отисни вентил, 8 - клипњача, 9,10 – ушице, 11 - цилиндар, 12 -заптивач) [7]

## 9. Стабилизатори

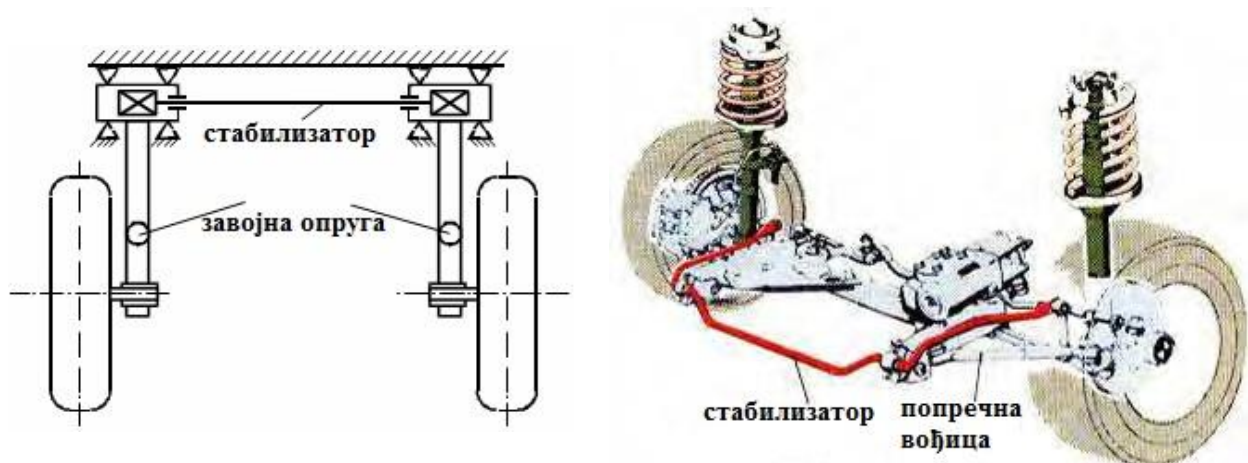
Стабилизатори се користе код свих врста возила и у комбинацији са свим видовима ослањања, осимгибајућих и лебдећих осовина. Негативне последице има и еластично ослањање возила, што се огледа у бочном нагињању возила при кретању у кривини, и у погоршању карактеристика стабилности. Како би се смањила бочна нагињања возила користе се стабилизаторске опруге тзв. *стабилизатори* и то најчешће торзиони. По конструкцији механички торзиони стабилизатор је веома једноставан, не захтева посебну пажњу и јефтин је. [7]

Стабилизатори су направљени од опружног челика пуног кружног профила, тако да имају облик латиничног слова U. Обртно се спајају својим средњим делом са каросеријом, а крајевима за главчине или „виљушке“ точкова једне осовине. Што значи да може да буде постављен попречно и уздужно у односу на уздужну осу возила. Само када се један од точкова на истој осовини угиба или када се каросерија возила нагиње око своје подужне осе, тада стабилизатор торзионо реагује. Он се обично изводи у облику двокраке полуге као целина, а причвршћен је за оквир возила преко стега са тврдом гумом, а вођицама се повезује са везним полугама. Пошто и средина стабилизатора има мале ротације, а и крајеви угаоно померање (горе - доле), сходно померању точка, са носећим елементима се спајају гумо - металним чаурама.

У случају када се један точак издиже, тј. да као сила реакције притискивањем супротног точка на коловозу исправља возило и не дозвољава његово бочно нагињање, улога стабилизатора је да се торзијом супростави бочном нагињању возила. Шеме различитих извођења стабилизатора су дате на сликама 54 и 55. На слици 54 стабилизатор са обе стране возила на местима H и F је спојен преко еластичних гумених лежајева са подужним вођицама. На слици 54 стабилизатор у тачки H има могућност обртања, а спој између краја стабилизатора F и попречне вођице изводи се преко полуга. На слици 55 је стабилизатор у суштини један торзиони штап који је причвршћен за обе подужне вођице и својим унутрашњим отпором увијања смањује могућност бочног нагињања возила.



Слика 54 – Шема стабилизатора [7]



Слика 55 – Шема стабилизатора (лево), стабилизатор као специјални вид торзионе опруге (десно)

### 10. Геометрија ослањања

Систем ослањања је флексибилна јединица која повезује точкове и главну шасију возила. Његова улога је да апсорбује ударе изазване неравним коловозом и да осигура да су точкови константно у контакту са површином пута. Систем ослањања директно утиче на удобност вожње, управљање и држање возила на путу.

Сигурност, управљивост и стабилност возила зависи у великој мери од конструкције наплатака, пнеуматика, система ослањања и управљања који треба да функционишу у хармонији. По дефиницији, геометрија ослањања је угаона зависност између површине подлоге и елемената система ослањања, управљања и точкова возила. Током подешавања геометрије ослањања се мере и подешавају углови под којим се налазе точкови возила и подешавају према одговарајућим вредностима које је дефинисао конструктор. Померањем различитих елемената система ослањања и управљања се врши подешавање. [9]

На слици 56 је приказано како прекомерно позитиван нагиб узрокује нагињање пнеуматика на његовом носачу ван, док прекомерно негативан нагиб узрокује нагињање пнеуматика на његовом носачу ка унутра. Неједнак нагиб код предњих точкова такође може изазвати да управљач дође до десне или леве стране. Теретно возило доводи до стране која има најпозитивнији нагиб.



Слика 56 – Нагиб код теретног моторног возила

## Завршни рад

Обртање точкова без проклизавања, блокирања и гребања на различитим типовима подлога омогућава правилно подешена геометрија ослањања. Такође, правилна подешеност геометрије ослањања омогућава безбедну вожњу, добру управљивост, дужи век пнеуматика, смањену потрошњу горива и мање оптерећење елемената система ослањања и управљања. Приликом уградње нових пнеуматика или елемената система ослањања и управљања треба проверити подешеност геометрије ослањања. Ако дође до прекомерног хабања пнеуматика исто тако је потребно проверити подешеност геометрије ослањања. Приликом промене одстојања возила од тла долази до поремећаја у подешености геометрије, због оштећења или потрошености елемената система ослањања приликом удара у чврсту препреку (ивичњак, ударна рупа и сл.).

Постоје тренутно два основна начина подешавања геометрије ослањања и то: подешавање два или подешавање сва четири точка. Током подешавања геометрије само два точка подешавања и мерења се врше само на предњим точковима, не узимајући у обзир геометријски однос предњих и задњих точкова. Та врста подешавања се често раније користила док системи ослањања и управљања нису достигли данашњи ниво сложености. [9]

Нагиб осовинице рукавца (енгл. *Kingpin Inclination* – KPI или SAI - *steering axis inclination*) - је угао између осе управљачког зглоба и вертикале на земљу гледано са предње стране возила. KPI је позитиван када је горњи део осе зглоба лоциран ка унутрашњости и спољашњости возила (слика 57). Умањује напор управљања и побољшава стабилност правца. Једном подешен (подешавање се не може вршити у самом камиону), KPI не би требало променити, једино ако је предња осовина савијена.

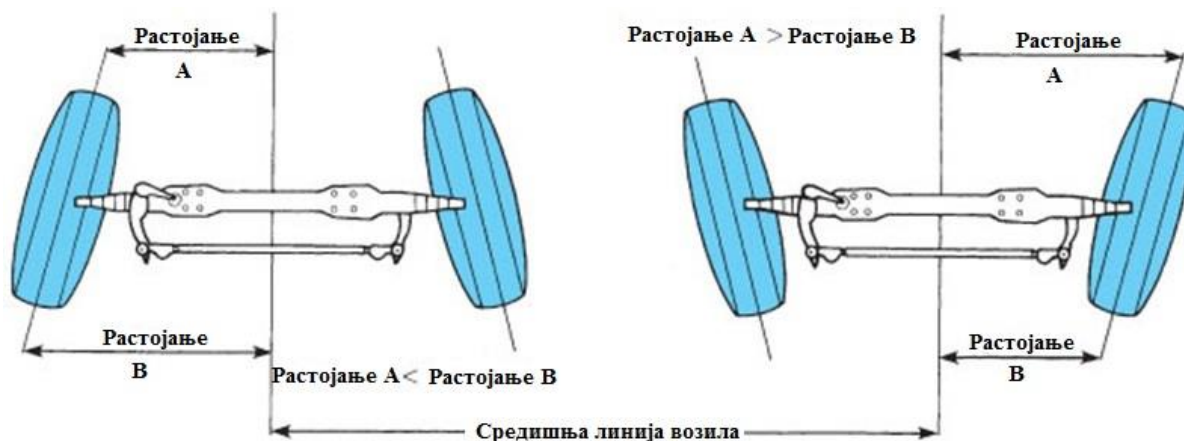


Слика 57 – Нагиб осовинице рукавца [9]

### 10.1. Нагиб точка

Када се возило посматра са предње стране нагиб точка представља угао точка у односу на вертикалу. Уколико је горњи део точка нагнут ка споља реч је о позитивном нагибу точка, а уколико је нагнут ка унутра ради се о негативном нагибу точка. Као вид компензације се нагиб точкова (слика 58) користи, због нагиба путних површина (већина путева има нагиб због одвођења течности са површине пута) и оптерећења возила. [9]

Најчешће се нагиб точка подешава на исте вредности на оба точка који се налазе на истој осовини. Ако је нагиб точка неправилно подешен могућа последица је неравномерно трошење пнеуматика и то тако да се бочни делови газеће површине пнеуматика појачано хабају. На пример, уколико је нагиб подешен превише, негативно газећи слој ће бити више потрошен са унутрашње стране, а ако вредности нагиба нису једнако подешени за точкове на истој осовини, возило ће „вући” на страну која је више позитивно подешена.



Слика 58 – Нагиб точка

Мењање нагиба точка је услед померања елемената система ослањања, а ограничавају га вођице система ослањања. Утичу такође и слабе или оштећене опруге, похабани крајеви спона, потрошени еластични елементи ослањања или лежајеви. Исто тако, све интервенције које мењају висину возила помоћу ослањања утичу на нагиб точкова. Најчешће је немогуће подесити нагиб точка на возилима са погоном на предњим точковима, а уколико је подесив подешава се на осцилујућим раменима или на местима где се фиксирају горњи делови опружних ногу на каросерију. Ако је нагиб точкова неподесив и вредности нагиба не одговарају фабричким вредностима постоји могућност да је неки од елемената ослањања похабан или оштећен, са ризиком да је оштећење настало при саобраћајној незгоди.

### 10.2. Затур точкова

За време закретања точка управљача закрећу се и управљачки точкови возила. Управљачки точкови се закрећу око осе коју одређује систем за вођење точкова. Оса обртања управљачких точка није нормална на подлогу вожње већ је нагнута ка



### 10.3. Увлачење управљачких точкова

---

Гледано одозго у правцу кретања возила, разлика растојања предњег и задњег дела управљачких точкова на истој осовини се назива увлачење управљачких точкова. Има два типа увлачења, када су предњи делови точкова ближи једни другима од задњих (назива се и позитивно увлачење), и када су предњи делови точкова даљи једни од других него задњи делови точкова (назива се и негативно увлачење). За последицу неодговарајуће подешавања увлачења ће имати рапидно хабање оба пнеуматика подједнако. Пошто возила са задњим погоном „гурају“ возило, отпори ће проузроковати да се вођице ослањања помере уназад, зато већина возила са погоном на задњим точковима има управљачке точкове који су мање размакнута на предњем делу него на задњем. Возило је „вучено“ код предњег погона па се вођице ослањања померају унапред и из тог разлога се на возилима са предњим погоном увлачење подешава тако да предњи делови точкова буду више размакнута од задњих и самим тим компензују померање елемената ослањања.

Током закретања управљачких точкова у кривинама спољашњи точкови се крећу по путањи већег полупречника. Последица тога је да унутрашњи точак мора да се закрене под оштријим углом од спољашњег.

На крајевима спона управљачког система врше се подешавања увлачења. Та подешавања се врше подједнако за оба точка на истим осовинама и ако су подешавања различита управљач (волан) може да буде померен из неутралног положаја а возило ће „вући“ улево или удесно. [9]

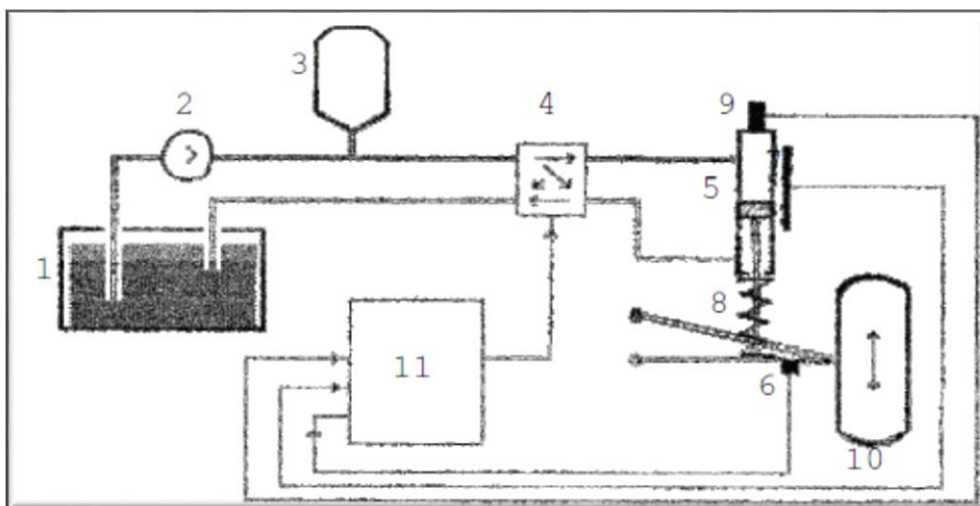
### 11. Савремена мехатроничка решења која побољшавају карактеристике СЕО

Интердисциплинарна научна област је мехатроника, која интегрише машинство, електротехнику и рачунарство у циљу реализације техничких система савремене концепције и перформанси. ради се о врло суптилном споју у једну сложену целину, области се преплићу (уређај или процес). Уређај је скуп елемената и делова, који обављају неку функцију.

Уместо израза „информатика“ у мехатроници се користи израз „рачунарство“. Рачунарство је вођење процеса (рачунар као алатка), а информатика је обрада података. Развој роботике, аутономна возила (система за управљање кретањем), управљање кретањем, флексибилна аутоматизација и друго је иницирала мехатроника. Остале важне функције аутоматског управљања у аутомобилској индустрији су: мехатроничка суспензија. [10]

#### 11.1. Електронски управљано активно ослањање

Опруга изољује кретање точка у односу на каросерију возила, док амортизер пригушује осцилаторно кретање узроковано развлачењем или сабијањем опруге код савремених система за ослањање. Односно, каросерија није никад апсолутно изолована од вертикалног кретања точкава. Све док компензациони уређај апсорбује и преноси кинетичку енергију због неравнина на коловозу на шасију каросерија ће да прати вертикално кретање точкава са неким кашњењем и свакако са мањим померајима. Тзв. „активни систем ослањања“ је алтернатива за такав механички, пасиван систем ослањања код кога је комбинација амортизера са опругом замењена комбинацијом хидрауличног актуатора са опругом. Цилиндар актуатора је као и код амортизера, везан за каросерију. Клип везан за осцилујуће раме (спону) точка се налази унутар цилиндра (слика 59). [10]



Слика 59 – Систем управљања активним ослањањем [10]

Смером и брзином кретања клипа посредством електроventила са 4 прикључка управља процесор електронске управљачке јединице (енгл. *Engine control unit - ECU*).

Због одређивања управљачког сигнала за актуатор на сваком точку посебно његов управљачки алгоритам користи више улазних података. На поменутој слици је: 1 – резервоар флуида, 2 – пумпа, 3 – акумулатор флуида под притиском, 4 – електро-разводни вентил са четири прикључака, 5 – актуатор, 6 – давач силе, 7 – давач положаја, 8 – опруга, 9 – давач убрзања, 10 – точак, 11 – електронска управљачка јединица.

На актуатору (5) давач силе (6) даје информацију о вредности вертикалне силе. Информацију о положају клипа у односу на одређени репер даје давач положаја (7), а давач убрзања (9) постављен на доњој спони точка даје информацију о тренутној промени брзине вертикалног кретања. Према тим информацијама процесор у електронској управљачкој јединици (11) распознаје да ли точак запада у удубљење или се подиже због избочине на подлози. Уколико точак запада у удубљење, управљачки систем може да усмери флуид брзо у горњи део актуатора ради потискивања клипа са точком наниже, тако да одржава вертикални положај каросерије на непромењеном нивоу. Уколико се детектује кретање точка навише ECU усмерава флуид у доњи део цилиндра да увлачи клип са точком, опет одржавајући непромењен вертикални положај каросерије. Крајњи ефекат овог управљања са праћењем је мирно кретање каросерије возила, без удара и осцилација, без обзира на неравнине на подлози. Тиме је испуњен један од основних захтева у погледу удобности у вожњи. [10]

Електронизација моторног возила је омогућила да моторно возило има боље перформансе и да буде поузданије у експлоатацији али и компликованије приликом одржавања због великог броја различитих функција, давача и извршних органа који нису постојали код моторних возила без уграђених електронских система. Из тог разлога приликом одржавања електронизираних возила потребни су посебно обучени и висококвалификовани радници, као и специјална опрема за дијагностиковање отказа појединих система возила.

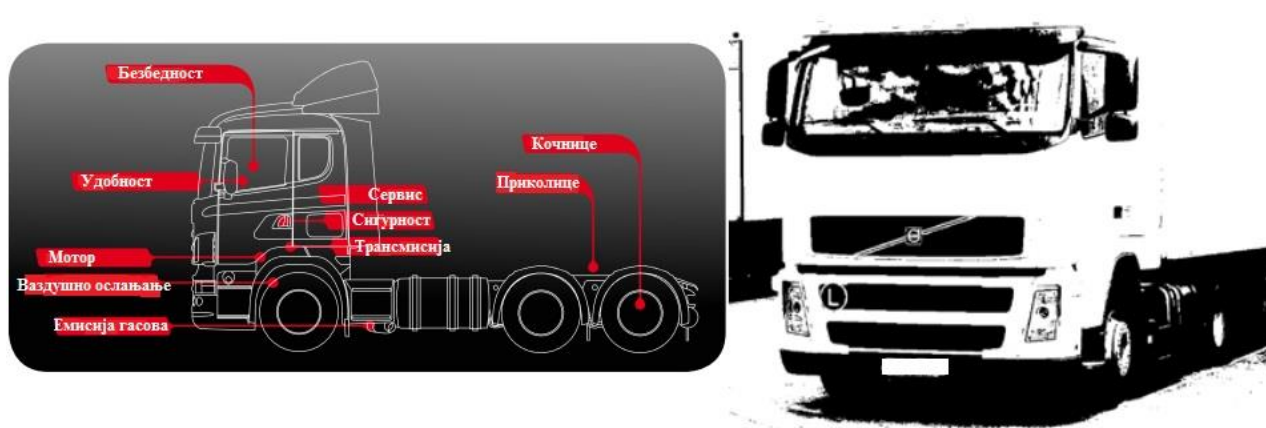
Да би се олакшало откривање кварова, возила са електронским системима поготово технички недовољно образованим возачима, у електронској управљачкој јединици садрже програм који врши тестирање исправности рада појединих давача и мотора у целини у току стартовања и рада мотора. Помоћу посебне сигналне сијалице на возачевој инструмент табли се врши сигнализација неисправности неког система на возилу. Различите начине сигнализације кварова имају различити системи. Уобичајени начин сигнализације кварова је онај који се користи при стартовању мотора када се сигнална сијалица упали у току неког кратког времена чиме се врши провера њене исправности и започиње тестирање осталих система на возилу. Ако се утврди било каква неисправност сигнална сијалица се пали. Ако је неисправност такве природе да возило може да се користи после неколико секунди сијалица се гаси, а ако је неисправност већа сијалица остаје трајно укључена и возило треба одмах да се сервисира.

У појединим земљама (нпр. Калифорнија) под неисправностима које одмах треба отклонити спадају све неисправности које смањују ефикасност система за смањење штетних емисија. Помоћу кодова грешки бележе се и памте све утврђене неисправности у РАМ меморији електронске управљачке јединице. Праћен је и одговарајућим развојем дијагностичких средстава развој возила и његових агрегата.

Могу да се уоче следеће фазе које репрезентују уређаји различите сложености и намене у том развоју дијагностичких средстава (слика 60) за моторна возила [10]:

## Завршни рад

1. уређаји за испитивање појединих функција и за мерење појединих параметара и стања као што су: ламбда тестер, тахометар, вакуумметар, СО анализатор, и др.;
2. уређаји за интегрално испитивање појединих система и агрегата: за испитивање функција мотора, динамометарски ваљци за мерење снаге на точковима, брзине, потрошње горива итд.;
3. уређаји за интегрално тестирање исправности појединих система и агрегата, са компјутерском обрадом података и издавањем одговарајућих протокола и
4. самодијагностички систем на возилу за упозорење возача, а посредством одговарајућег конектора са интерфејсом и за комуницирање са сервисном службом и надлежним инспекцијским органима, познат као OBD - On-Board Diagnostic.



Слика 60 – Дијагностика теретних возила

Најсофистициранија решења електронског управљања функцијама мотора, трансмисије, вешања и др. данас су базирана на примени дигиталног микрорачунара. Прилагођавају се дигитални системи управљања специфичним карактеристикама возила у поступку апликације модификовањем управљачких алгоритама, параметара, карактеристичних кривих и управљачких мапа. Захтева нови приступ дијагностицирање отказа тако сложених система великих могућности, нове методе и поступке уз примену нове технологије и нових техничких средстава. Поред стандардне дијагностичке опреме, као што су осцилоскопи - мото-тестери и слично, у ту сврху се користе и специјални, наменски оријентисани уређаји које за те потребе развијају произвођачи електронских уређаја на возилу (Бош, Сименс-Алид, АВЛ, МАрели, Лукас (*Bosch, Siemens-Alied, AVL, Marelli, Lucas* и др.)) или произвођачи специјалне опреме (*Snap-on Tools Corp., Matco Tools, Ferret, IGM Automotive Tooing, Inc.* и др.).

За успешно коришћење дијагностичких средстава и примену дијагностике претпоставка је адекватна обученост надлежног особља. Како би се побољшала еколошка карактеристика возила донети су одговарајући прописи које возило мора да задовољава у експлоатацији. А да би ти прописи били задовољени морају се надзирати и контролисати сви елементи, прикључени на електронску управљачку јединицу, чији отказ проузрокује прекорачење граничних вредности емисија и свака неисправност мора да се забележи у меморији електронске управљачке јединице и сигнализира

## Завршни рад

возачу помоћу одговарајуће сигналне сијалице. Помоћу дефинисаних кодова мора бити могуће прецизно читавање наведених неисправности из меморије [10].



Слика 61 – Инструмент табла код теретног возила Volvo FM

Нова инструмент табла (слика 61) код теретног возила Волво ФМ (*Volvo FM*), компаније Волво Тракс (*Volvo Trucks*) је дизајнирана тако да пружи сву потребну подршку, али да не омета у вожњи.

- нов, интуитиван дизајн,
- секундарни информациони дисплеј (SID - Secondary Information Display) и
- информациони дисплеј за возача (DID - Information Display Driver).

Постоји Infotainment center – интегрисан дисплеј, десно од инструмент табле који се назива SID (секундарни информациони дисплеј) и има доста корисних функција. Неке од њих захтевају SID - High варијанту (слика 62), односно квалитетан дисплеј од 7" у боји. Спољашње камере – SID - High дисплеј приказује улазне податке највише четири камере у пуној резолуцији [12].



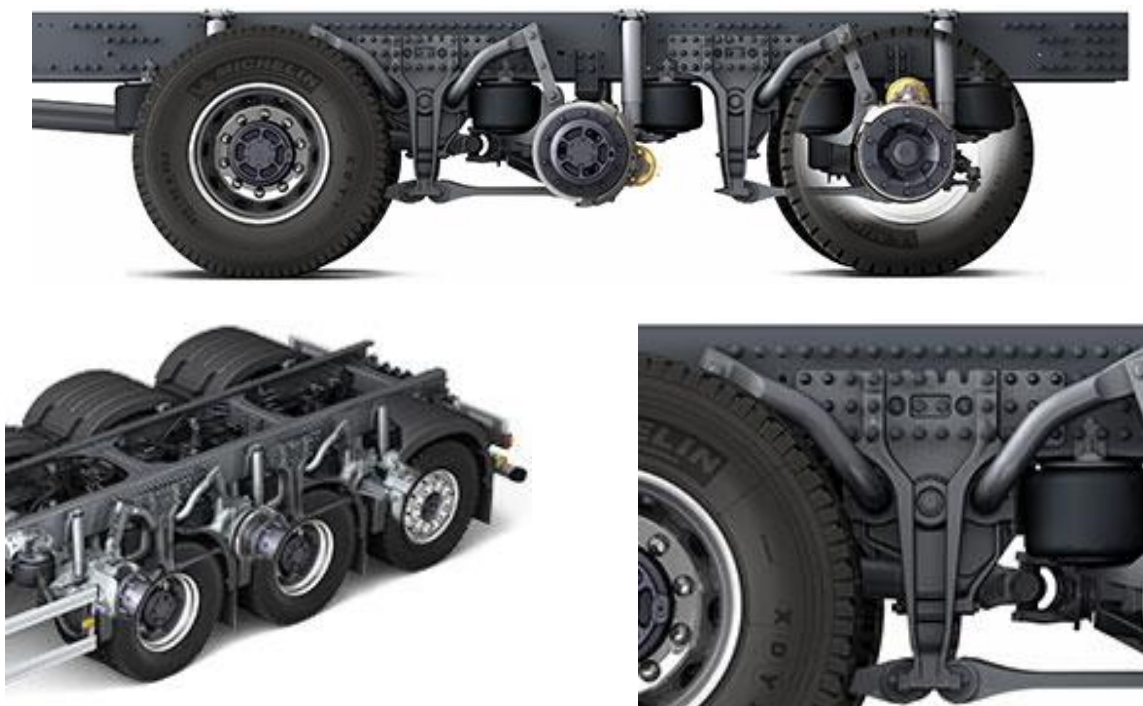
Слика 62 – Спољашња визија камере

### 11.2. Трендови развоја

VOLVO Trucks је компанија која иде у кораку са временом и одлучила се да потпуно преобрати ваздушно ослањање комбиновањем размака од подлоге лиснатог ослањања са удобношћу и ефикасношћу ваздушног ослањања (слика 63). Један од најбитнијих предуслова је велики размак од подлоге за грађевински камион. Из тог разлога су направили ваздушно ослањање GRAS-G2 (слика 64) за једну до три задње осовине. Омогућена је истовремено изванредна стабилност и удобност у вожњи, без обзира на то да ли је камион натоварен или празан. Специјално је развијено ово задње ослањање за шљункаре. Изузетно удобну вожњу обезбеђује ваздушно ослањање и омогућава промену размака од подлоге. Није изван равни задњих пнеуматика ниједан део ослањања (са пнеуматичима 315/80 R22.5) и због тога се шасија лакше прилагођава за асфалтне финишере или кипере. Ваздушни јастуци су заштићенији, а њихов нови положај доприноси већем размаку од подлоге, као и све друге компоненте [12].



Слика 63 – Ваздушно ослањање камиона произвођача Volvo [12]



Слика 64 – Ваздушно ослањање GRAS-G2 са великим размаком од подлоге [12]

## Завршни рад

Побољшани стабилизатори, као што се види на слици изнад (доле десно) такође играју важну улогу у новом ваздушном ослањању где смањују торзионе силе шасије, што доприноси и већем размаку од подлоге. Позиционирани централно између осовина и окренути нагоре, овакви нови стабилизатори преносе силе са пута и приколице на најкрући део рама, чиме побољшавају стабилност у погледу превртања и истовара. Интелигентан систем контроле има ваздушно ослањање који оптимизује расподелу оптерећења између осовина ради максималне стабилности при истовару.

Још један пример побољшаног система ослањања има код теретног возила Iveco Stralis, компаније Iveco. Опремљена са ECAS (системом електронске контроле ваздушне суспензије) је ваздушно ослањање, како би висина оквира у транзиту и током утовара и истовара била константна. Са ECAS, може да се подеси висина рама шасије, тако да се на пример прилагоди рампи за утовар или приликом спајања и раздвајања тегљача или приколица. Електронски контролисано ваздушно ослањање обезбеђује максималну удобност и константну геометрију шасије, без обзира на брзину, оптерећење или врсту пута. Исто тако делује на притисак кочница, који се испоручује у сразмери са оптерећењем на осовинама [13].



**Слика 65** – Iveco камион са електронски контролисаним ваздушним ослањањем [13]

## 12. Закључак

---

У својим конструкционим бироима произвођачи моторних возила стално настоје да унапреде решења која примењују на системима нових модела возила. Тако се практично и стварају трендови у развоју појединих система возила.

У групу активне безбедности возила спада еластично ослањање возила. Сам његов задатак је да смањи нагињање возила у кривинама, а самим тим да сигурност у вожњи, комфор и погонска сигурност буду на одговарајућем нивоу. Тај систем поред тога, делује на притисак кочења, пропорционално оптерећењу на појединој осовини.

Будућност система за ослањање и његових иновација требала би да се креће у погледу електронске контроле ослањања код моторних возила. До сада се радило на једном од таквих система чији је назив електронски контролисано ваздушно ослањање (енгл. *ECAS - Electronically Controlled Air Suspension*). Заправо ту се ради о ваздушном систему са електронском контролом која гарантује оптималну удобност у вожњи и положај возила који одговара брзини кретања возила, оптерећењу и условима на путу. Што значи да ваздушно ослањање обезбеђује оптималан притисак на свим задњим осовинама, а самим тим и бољу вучу. По потреби возач може да подеси расподелу оптерећења по осовинама ради боље вуче. Мање преноси вибрације на камион ваздушно ослањање, па је вожња удобнија, поготово када је камион празан, што доприноси и већој просечној брзини.

### 13. Литература

---

- [1] Стефановић А.: Друмска возила - основи конструкције - Центар за моторе и моторна возила Машинског факултета у Нишу и Центар за безбедност Машинског факултета у Крагујевцу, 2010.
- [2] Ружић Д., Познановић Н., Часњи Ф.: Основи моторних возила, Нови Сад, 2010.
- [3] Reza N. Jazar: Vehicle Dynamics - Theory and Applications, New York, London, 2008.
- [4] Демић М.: Теорија кретања моторних возила, Универзитет у Крагујевцу, Технички факултет у Чачку, Чачак 1999. Године
- [5] Демић М., Лукић Ј.: Теорија кретања моторних возила, Монографија, Универзитет у Крагујевцу, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац 2010.
- [6] Иван Филиповић : Мотори и моторна возила, Машински факултет Универзитета у Тузли, Тузла, 2006.
- [7] [http://nikolavujic.weebly.com/uploads/3/4/8/0/3480733/sistem\\_za\\_oslanjanje.pdf](http://nikolavujic.weebly.com/uploads/3/4/8/0/3480733/sistem_za_oslanjanje.pdf), преузето са интернет странице 29.07.2014.
- [8] Стефановић А.: Мобилне машине и друмска возила, Машински факултет, Ниш, 2008.
- [9] Benett S., Norman I.A., Corinchock J.A.: Thomson Delmar Learning, Heavy Duty Truck Systems, 2006.
- [10] Тарановић Д.: Мехатроника МВМ, Крагујевац 2004.
- [11] <http://www.komman.com/>, преузето са интернет странице 01.08.2014.
- [12] <http://www.volvotrucks.com/>, преузето са интернет странице 28.07.2014.
- [13] <http://www.iveco.com/>, преузето са интернет странице 02.08.2014.