

**САВРЕМЕНЕ МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА БЕЗБЕДНОСНИХ И ЕКОЛОШКИХ
КАРАКТЕРИСТИКА МОТОРНИХ ВОЗИЛА ПРИ ТЕХНИЧКОМ ПРЕГЛЕДУ****MODERN METHODS OF TESTING SAFETY AND ENVIRONMENTAL
CHARACTERISTICS OF MOTOR VEHICLES DURING TECHNICAL INSPECTION**

Сашо Павловски, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај – У раду ће бити фокус на испитивању амортизера током техничког прегледа возила и поступку испитивања емисије издувних гасова. Утицај техничке исправности возила на безбедносне и еколошке карактеристике биће анализиран кроз различите методе испитивања и практичне примере.

Кључне речи: Технички преглед, издувне емисије, системи ослањања, безбедност, методе испитивања

Abstract – The work will focus on shock absorber testing during the technical inspection of the vehicle and the exhaust gas emission testing procedure. The impact of the technical correctness of the vehicle on the safety and environmental characteristics will be analyzed through various test methods and practical examples.

Keywords: Technical inspection, exhaust emission, suspension systems, safety, test methods

1. УВОД

Техничка исправност возила је један од предуслова за безбедно учествовање моторних возила у саобраћају. Моторна возила такође имају значајан утицај на животну средину, па је и по том основу исправност возила битна. Како сва моторна возила која учествују у саобраћају подлежу редовној провери техничке исправности, у системе чија исправност у оквиру тих активности треба да се контролише спадају систем за ослањање и систем за одвођење и обраду издувних гасова.

Због сложености ових система на савременим возилима, за њихову контролу морају да се користе и напредне методе и уређаји, како би се добили веродостојни и поуздани подаци о њиховом стању.

2. ЗАКОНСКО – ПРАВНИ ОКВИР

Поред сталног унапређења безбедности возила и увођења нових технолошких решења за активну и пасивну безбедност, безбедност саобраћаја и утицај на животну средину зависе од техничке исправности возила. Управљање возилима и њихова техничка исправност регулисани су законима и прописима.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Ружић, ванр. проф.

2.1. Међународни прописи

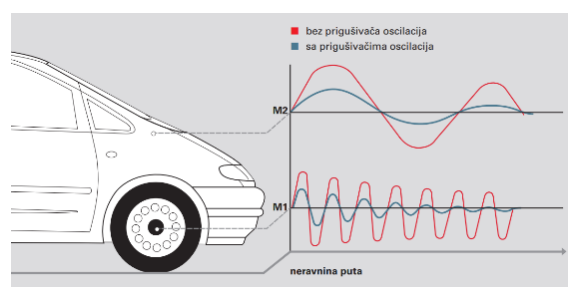
У Европској Унији основни правни акти су Директиве и Уредбе. Од 2018. године ступила је на снагу директива 2014/45/EU, и представља законски минимум за све земље чланице приликом обављања техничког прегледа моторних возила.

2.2. Прописи у Републици Македонији

Испитивање техничке исправности моторних возила у Републици Македонији регулисано је Законом о возилима, Правилником о техничком прегледу и Правилником о техничким захтевима система, компоненти, опреме, димензија, укупне масе и осовинских оптерећења возила.

**3. ПРИГУШНИ ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМА
ОСЛАЊАЊА**

Улога амортизера у систему ослањања је да у најкраћем могућем року пригуше вертикалне осцилације које настају при кретању возила. Амортизери као засебни елементи уграђени су између ослоњене и неослоњене масе у систему ослањања, и пригушују осцилације које настају од ослоњених и неослоњених маса на основу претварања кинетичке енергије маса у топлотну енергију (слика 1) [1], [5], [6].



Слика 1. Осцилације ослоњене и неослоњене масе са и без пригушења [1]

Пригушни елементи имају важну улогу у побољшању пријањања возила, побољшању перформанси кочења, као и стабилности и управљивости возила.

Способност возила да убрзава, кочи и савладава кривине у великој мери зависи од контакта са подлогом, на шта директно утиче исправност амортизера [3].

4. МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА ПРИГУШНИХ ЕЛЕМЕНАТА

Методе испитивања применом принудних вибрација приморавају испитивани точак да вибрира изнад резонантне фреквенције. Након уклањања побудне силе, вибрације нестају услед њиховог пригушења у амортизеру.

Како фреквенција вибрација опада, у одређеној тачки се јавља резонанција, чија амплитуда карактерише стање пригушивача (у току резонанце амплитуде осцилација се повећавају, и амплитуда осцилација ће зависити од коефицијента пригушења што указује на техничко стање амортизера).

За процену квалитета пригушења постоје различите методе. Методе за испитивање ефикасности пригушења амортизера применом принудних вибрација могу се поделити као што је приказано на слици 2.

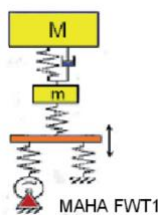


Слика 2. Методе испитивања амортизера

4.1. Модификована метода BOGE (МАНА)

Модификована метода BOGE (МАНА) заснована је на принципу принудних вибрација и дизајна испитног стола, као код методе Boqe (вибрациона платформа која је преко опруге повезана са погонском јединицом). Додатна опруга испод вибрационе платформе омогућава мерење притиска точка на платформу (слика 3).

Ови уређаји омогућавају одређивање максималне амплитуде вибрација платформе (Boqe метод) и додатно одређивање процентуалног индекса пригушења (попут Eusama методе). Процент пријањања применом ове методе заснива се на две информације: максималној вредности амплитуде вибрација у резонантној области и статичком притиску осовине која се испитује[4].



Слика 3. Принцип рада испитног стола по модификованој методи BOGE[2]

На основу ова два параметра и њиховог међусобног односа који се усваја као линеаран, утврђује се процентуални резултат за стање амортизера.

Возило се точковима поставља на вибрациону платформу, која почиње да вибрира, и сваки точак се испитује посебно. Након искључења погонске јединице, амортизер и вибрирајућа платформа су у подручју резонантне фреквенције, која је у границама од 13 до 15 Hz.

5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА МЕРЕЊА

У оквиру практичног дела истраживања описани су утицај притиска ваздуха у пнеуматичима на коефицијент пригушења амортизера, утицај величине и расподеле оптерећења и утицај исправности амортизера на величину кочног пута на возилима.

5.1. Утицај притиска ваздуха у пнеуматичима на коефицијент пригушења амортизера

За спровођење овог теста коришћена су два возила категорије M_1 , и испитна опрема компаније МАНА, која ради на принципу модификоване методе BOGE.

Да би се видео утицај притиска на коефицијент пригушења, коришћене су усвојене вредности за притисак ваздуха у пнеуматичима (Табела 1).

Табела 1. Притисак у пнеуматичима

Вредности притиска ваздуха у пнеуматичима (bar)								
		Номинални притисак						
Возило 1	предња осовина	1,1	1,4	1,7	2	2,3	2,6	2,9
	задња осовина	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1
Возило 2	предња осовина	1,4	1,7	2	2,3	2,6	2,9	3,2
	задња осовина	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3

Резултати јасно показују да код оба возила притисак у пнеуматичима не утиче на промену коефицијента пригушења амортизера (табела 2).

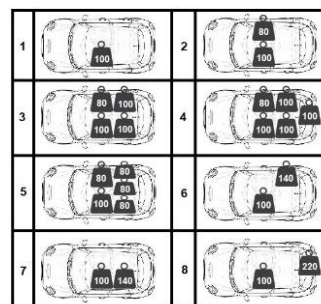
Табела 2. Резултати испитивања

Возило 1	предња осовина	1,1	1,4	1,7	2	2,3	2,6	2,9	
	Коефицијент	Леви точак	79	78	77	77	76	75	75
		Десни точак	80	81	79	79	79	80	79
Возило 1	задња осовина	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	
	Коефицијент	Леви точак	78	79	78	79	79	75	79
		Десни точак	80	80	80	81	80	80	81
Возило 2	предња осовина	1,4	1,7	2	2,3	2,6	2,9	3,2	
	Коефицијент	Леви точак	80	79	79	79	79	79	79
		Десни точак	80	80	81	80	80	79	79
Возило 2	задња осовина	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3	
	Коефицијент	Леви точак	81	80	80	80	79	80	80
		Десни точак	82	82	82	82	82	81	81

5.2. Утицај величине и расподеле оптерећења на коефицијент пригушења амортизера

Други поступак мерења је спроведен на 6 возила категорије M_1 различитих облика и намене каросерије, различите сопствене масе и дужине.

Као почетна вредност за испитивање усваја се маса самог возила плус маса испитивача. Обављено је 8 мерења на свим возилима са различитим величинама терета и различитим распоредом терета у путничком простору и у пртљажнику. Оптерећење је постављено према шеми приказаној на слици 4.



Слика 4. Шематски приказ расподеле оптерећења

На основу добијених резултата (Табела 3) може се констатовати да постоје веће промене у коефицијенту

пригушења амортизера у зависности од расподеле и величине оптерећења на задњој осовини. Највеће промене коефицијента пригушења у односу на остале варијанте оптерећења уочене су код варијанте број 4. Код свих возила, примећена је промена коефицијента пригушења амортизера практично у свим варијантама оптерећења. Показало се да коефицијент пригушења опада са повећањем оптерећења.

Табела 3а. Резултати испитивања

Возило 1 - Предња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	77	76	76	75	74	76	77	77	
Десни точак	80	79	79	79	78	80	80	80	
Возило 1 - Задња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	80	79	75	73	75	76	77	77	
Десни точак	82	81	78	75	78	80	80	80	
Возило 2 - Предња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	79	78	75	74	75	78	76	79	
Десни точак	84	84	82	82	82	84	82	84	
Возило 2 - Задња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	79	78	74	71	73	77	76	75	
Десни точак	79	77	73	71	72	74	76	74	
Возило 3 - Предња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	76	81	79	80	79	81	80	82	
Десни точак	78	81	80	81	80	83	83	83	
Возило 3 - Задња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	80	77	73	69	72	75	75	73	
Десни точак	82	78	75	72	74	75	77	74	

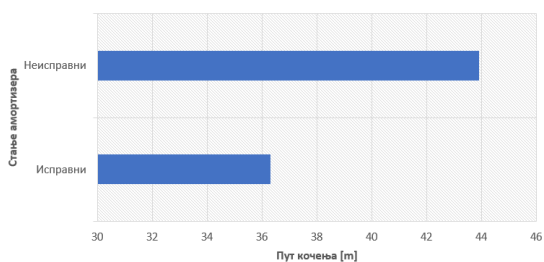
Табела 3б. Резултати испитивања

Возило 4 - Предња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	73	72	71	71	70	72	72	72	
Десни точак	76	74	73	71	70	75	73	75	
Возило 4 - Задња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	73	72	69	64	66	70	70	65	
Десни точак	76	76	71	68	70	73	74	68	
Возило 5 - Предња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	72	71	68	70	69	72	73	73	
Десни точак	76	75	74	73	72	76	76	77	
Возило 5 - Задња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	82	80	77	73	77	80	80	74	
Десни точак	83	82	79	77	79	80	81	78	
Возило 6 - Предња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	65	63	60	63	62	63	63	63	
Десни точак	67	66	66	67	65	64	66	66	
Возило 6 - Задња осовина									
Расподела оптерећења	1	2	3	4	5	6	7	8	
Леви точак	70	69	66	63	65	68	68	64	
Десни точак	72	71	68	66	68	70	68	67	

5.3. Утицај исправности амортизера на величину кочног пута на возилима

За ово мерење коришћено је једно возило марке Opel. Приликом испитивања ефикасности кочног система, коришћен је уређај за мерење успорења возила. Возило је прво испитано са неисправним, а затим са исправним амортизерима. Успоравање возила мерено је од почетне брзине од 80 km/h до потпуног заустављања.

Утицај исправности амортизера на пут кочења



Слика 5. Измерени пут кочења

На основу података добијених мерењем, може се закључити да исправност амортизера има утицај на величину пута кочења.

6. ЕМИСИЈА ИЗДУВНИХ ГАСОВА

У моторима са унутрашњим сагоревањем хемијска енергија горива претвара се у топлотну, а дејством продуката сагоревања остварује се механички рад. Приликом непотпуног сагоревања горива, појављују се штетне компоненте: CO, HC, NOx и чврсте материје.

6.1. Систем за одвођење и пречишћавање издувних гасова

Издувни системи, осим одвођења издувних гасова, врше и њихово пречишћавање. Генерално, систем за одвођење гасова се састоји од три компоненте: катализатора, пригушивача и издувних цеви. У зависности од врсте горива које возило користи, систем за одвођење гасова у свом саставу има и друге компоненте као што су: DPF филтер, SCR, Nox апсорбери, EGR и систем секундарног ваздуха.

7. ИСПИТИВАЊЕ ЕМИСИЈЕ ИЗДУВНИХ ГАСОВА

Током експлоатације возила долази до промена у издувним гасовима. Имајући то у виду, закон предвиђа периодичну контролу емисије издувних гасова. Приликом контроле на техничком прегледу код бензинских мотора се мери хемијски састав издувних гасова, док се код дизел мотора мери задржавање издувних гасова. Генерално, испитне процедуре се могу поделити на: испитивање без оптерећења, испитивање са константним оптерећењем и испитивање са променљивим оптерећењем.

Испитивање без оптерећења

Ови тестови су најједноставнији и најчешће коришћени. У овим испитивања се не примењује спољно оптерећење. Овој групи припадају: тестови у мировању, тестови дима са слободним убрзањем мотора, INCOLL/AUTONAT.

Испитивање са константним оптерећењем

Ово су најједноставнији тестови у којима се примењује оптерећење, односно мотор се држи на одређеној брзини уз променљиво оптерећење које обезбеђују динамометарски ваљци. Овде припадају: U.S. Federal 3 – Mode Test, Clayton Key Mode, CalVIP, D550, ASM тест симулације убрзања и Lug-down тест.

Испитивање са променљивим оптерећењем

У испитивању са променљивом оптерећењем, снага и брзина мотора се мењају током циклуса испитивања. Такви тестови су HOT EUDEC, DT80 и DT60.

7.1. Најчешће коришћена процедура за периодично испитивање издувних гасова

Испитивање бензинских мотора, скоро у свим земљама базирано је на тесту у мировању. Возило се испитује у празном ходу и/или при повећаном броју обртаја (2000 – 3000 о/мин). Овај тест мери концентрацију угљенмооксида, несагорелих угљоводоника,

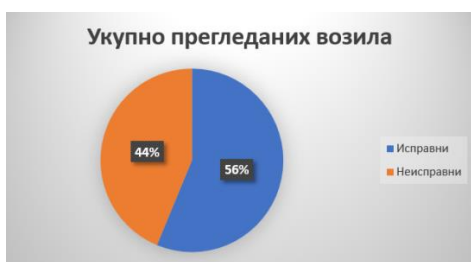
као и угљендиоксида. За мерење ових гасова најчешће се користи анализатор који ради на принципу недисперзиране инфрацрвене светлости. На основу измерених гасова, израчунава се коефицијент вишка ваздуха.

За испитивање дизел мотора доминантна метода је метода слободног убрзања. Ово је тест где се мотор убрзава од празног хода до максималног броја обртаја. Спроводи се најмање три слободна убрзања, односно мерења зацрњења издувних гасова. Просечан коефицијент зацрњења у апсолутним јединицама (m^{-1}) представља аритметичку средину свих извршених мерења зацрњења.

8. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА МЕРЕЊА

У оквиру овог испитивања коришћен је уређај МАНАМЕТ 6.3. Мерење издувних гасова урађено је на 32 возила категорије M_1 , са различитим горивом и техничком опремом. Као додатни подаци за испитивана возила узети су година производње и број пређених километара.

Приликом прегледа од укупног броја возила, њих 14, утврђено је да су неисправни у погледу испуњавања граничних вредности емисије издувних гасова (слика 6).



Слика 6. Дијаграмски приказ исправности прегледаних возила

Што се тиче старости возила, види се да возила старија од 10 година имају неповољнију емисију (табела 4).

Табела 4. Неисправна возила подељена по годинама старости возила

Године старости	Укупан број неисправних возила	Возила са бензинским мотором	Возила са дизел мотором
до 5 година	0	0	0
од 5 до 10 година	0	0	0
од 10 до 15 година	6	5	1
од 15 до 20 година	5	4	1
преко 20 година	3	2	1

У зависности од пређених километара табела 5 показује да возила са бензинским мотором са више од 100.000 km почињу да показују недостатке у погледу емисије издувних гасова. Код дизел мотора може се приметити да до 200.000 km нема недостатака у погледу емисије издувних гасова.

Табела 5. Подела по броју пређених километара

Пређени километри	Укупан број неисправних возила	Возила са бензинским мотором	Возила са дизел мотором
до 50000 km	0	0	0
од 50000 до 100000 km	0	0	0
од 100000 до 200000 km	8	8	0
од 200000 до 300000 km	6	3	3
преко 300000 km	0	0	0

9. ЗАКЉУЧАК

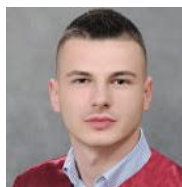
Проблематика обрађена у овом раду је врло актуелна како код нас, тако и у земљама ЕУ. Урађене су анализе за проверу техничке исправности током периодичних техничких прегледа за два система које нису довољно разрађене у пракси у складу са напретком технологије возила. Спроведена су испитивања система ослањања модификованом методом Воге, и испитивања система за одвођење и пречишћавање издувних гасова из возила применом стандардних испитивања у мировању без спољашњих оптерећења. На основу истраживања и добијених резултата може се закључити да исправност система ослањања има значајан утицај на безбедност у саобраћају, и да је потребно обавезно увођење испитивања амортизера на техничком прегледу.

У погледу емисије издувних гасова, могло би се закључити да је потребно поштравање критеријума, нарочито код дизел мотора, где се мери само коефицијент зацрњења, али не и концентрација гасова као што су азотни оксиди (NO_x) и чврсте честице (PM).

10. ЛИТЕРАТУРА

- [1] http://hemtex.rs/attachments/article/26/SX_Tech_Brochure_Suspension_SR.pdf (приступљено у Фебруару 2022.)
- [2] L. Konieczny, Z. Niedziela, J. Lukowski, M. Stanczyk, "Wplyw wybranych parametrow eksploatacyjnych na ocene stanu technicznego amortyzatorow na stanowisku eusama", Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, 2018.
- [3] Gardulski J. "Badania diagnostyczne amortyzatorow", Diagnostyka '2, (38)/2006
- [4] <https://www.motortalk.de/forum/aktion/Attachment.html?attachmentId=781453> (приступљено у марту 2022.)
- [5] Зубер Ф. Н. "Развој методологије и испитног уређаја за проверу исправности амортизера применом концепта виртуалних прототипова", магистарска теза, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 2000.
- [6] Ружић Д. "Опрема моторних возила", скрипта, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 2020.

Кратка биографија:



Сашо Павловски рођен је у Кривој Паланци 1995. године. Након завршетка средње школе, своје образовање наставља на Машинском факултету у Скопљу, где је стекао звање Дипломираног инжењера машинства. контакт: sashopavlovski01@gmail.com