

## MOTOROLERIO GREIČIO PATIKROS STENDO KONSTRAVIMAS IR GALIMYBIŲ TYRIMAS

Alfredas Rimkus

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: rimkus\_a@yahoo.com

**Santrauka.** Motoroleriai yra gaminami su greičio ribotuvais. Jei šie greičio ribotuvai pašalinami, motoroleris viršija leidžiamą greitį ir yra pažeidžiamos Kelių eismo taisyklės. Siekiant nustatyti, ar motoroleriai viršija leidžiamą greitį, suprojektuotas ir pagamintas mobilus motorolerio greičio patikros stendas. Buvo apskaičiuota, kokios apkrovos turi veikti motorolerį esant įvairiems važiuojimo greičiams. Stendo bandymai buvo atliekami su elektros varikliu ir su motoroleriais. Santykinė motorolerio maksimalaus greičio matavimo klaida buvo nustatyta – 1,2 %. Išvada – šiuo motorolerio greičio patikrinimo stendu galima tiksliai nustatyti faktinį motorolerio greitį.

**Reikšminiai žodžiai:** motoroleris; greičio ribotuvai; maksimalus greitis; oro priešprieša; riedėjimo priešprieša.

### Įvadas

„Lietuvos Respublikos saugaus eismo automobilių keliais įstatyme“ rašoma, kad „mopedas – dviratė motorinė transporto priemonė, kurios didžiausias konstrukcinis greitis ne mažesnis kaip 25 km/h ir ne didesnis kaip 45 km/h ir kurio variklio darbinis cilindro tūris ne didesnis kaip 50 cm<sup>3</sup> (esant vidaus degimo varikliui). Norintiems važinėti motoroleriais reikia išlaikyti egzaminus (nuo 16 metų) ir turėti AM kategorijos vairuotojo pažymėjimą, o transporto priemonėms privaloma registracija ir techninė apžiūra“ (*Lietuvos Respublikos saugaus eismo automobilių keliais įstatymas // Valstybės žinios. 2007, p. 9*).

Kasmet populiarėjantys motoroleriai kelia nerimą besirūpinantiems eismo saugumu, nes šių transporto priemonių vairuotojai Kelių eismo taisyklių gana dažnai nesilaiko, važinėja jaunesni nei 16 metų ir gatvėse elgiasi nutrūktgalviškai. Dažnai motoroleriai yra savavališkai „patobulinami“ ir jų vairuotojai viršija leidžiamą 45 km/h greitį.

Pastebima, kad vairuotojai pašalina motorolerių greičio ribotuvus ir keliuose viršija leidžiamą greitį. Remiantis atliktais tyrimais, važiuodamas be šalmo 60 km/h greičiu ir į kliūtį atsitrenkęs motorolerio vairuotojas, ko gero, žus. Jeigu jo greitis bus apie 70 km/h – žūtis neišvengiama. Europos Sąjungos teisiniai aktai įpareigoja užtikrinti visų eismo dalyvių saugumą.

Straipsnio tikslas – aprašyti sukurtą dviračių motorinių transporto priemonių greičio patikros stendo konstrukciją ir technines charakteristikas.

Kuriant ir bandant dviračių motorinių transporto priemonių greičio patikros stendą iškelti šie uždaviniai:

- Išnagrinėti, kokiais būdais didinamas maksimalus leidžiamasis motorolerio greitis.
- Išnagrinėti sukurtus dviračių motorinių transporto priemonių greičio patikros įrenginius.
- Aprašyti motorolerio greičio patikros stendo projektavimo ir gamybos metodiką.
- Pateikti motorolerio apkrovos galios, kuri veikia kelio sąlygomis, skaičiavimus.
- Pateikti motorolerio greičio patikros stendo techninių charakteristikų tyrimo rezultatus.

### Motorolerio greičio didinimo būdai

Visų naujų pagamintų motorolerių greitis apribotas, jie negali viršyti 44 km/h. Motorolerių maksimalus greitis savavališkai didinamas:

- išimant ribotuvą (us);
- pertvarkant (tuninguojant).

Ribotuvo išėmimas beveik neturi įtakos motorolerio ilgaamžiškumui, ribotuvų reikia, kad motoroleris atitiktų KET reikalavimus. Ribotuvai turi būti sumontuoti keturiuose vietose:

- variatoriuje;
- duslintuve;
- komutatoriuje;
- karbiuratoriuje.

Duslintuve naudojamos šios greičio apribojimo priemonės:

- gali būti deforsuojanti plokštelė tarp cilindro ir duslintuvo;

- ant duslintuvo gali būti „apendicitas“ (1 pav.), kurį reikia nupjauti ir po to užvirinti;
- ribotuvus gali būti duslintuvo viduje, tada reikia keisti duslintuvą.

Variatoriuje: tarp variatoriaus diskų būna ~4 mm pločio „žiedas“ (2 pav.), kuris neleidžia visiškai suspausti variatoriaus galiniams diskams. Tą „žiedą“ reikia išimti.

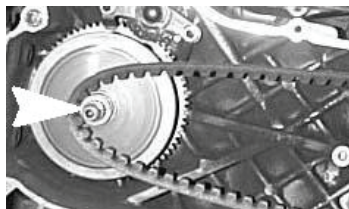
Kartais ribotuvus būna komutatoriuje (CDI) (3 pav.). Jis riboja variklio apsakas – didelės apsakos nesukuria kibirkšties. Komutatorius būna užlietas plastmase, todėl jį reikia pakeisti (tuninguoti).

Karbiuratoriuje labai retai būna deforsuojanti plokštelė tarp kolektoriaus ir cilindro. Ją reikia išimti, bet tai gana sudėtingas darbas.

Iššmus ribotuvus motorolerio greitis padidėja.



1 pav. Ribotuvus motorolerio duslintuve  
Fig. 1. The limiter in scooter's muffler



2 pav. Ribotuvus motorolerio variatoruje  
Fig. 2. The limiter in scooter's variator



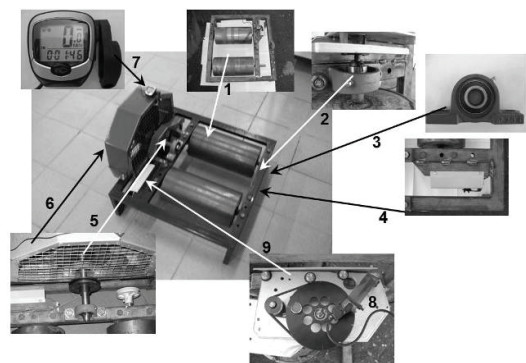
3 pav. Motorolerio komutatorius  
Fig. 3. The scooter's commutator

## Motorolerio greičio patikros stendo konstrukcija ir veikimas

Stendo (4 pav.) rėmo (4) konstrukcija suvirinta iš 25x40x2 mm profilio stačiakampio vamzdžio elementų. Varantysis bandomo motorolerio ratas dedamas ant dviejų būgnų (1). Būgnų ašys (2) sumontuotos rutuliniuose riedėjimo guoliuose (3). Guoliai pritvirtinti naudojant specialias apkabas, kurios pritvirtintos prie rėmo varžtais. Būgnai dinamiškai subalansuoti ir taip išvengiama mušimo jiems sukantis dideliu greičiu (Dulevičius ir Žiuliukas 2000).

Vienas iš stendo būgnų diržine pavara sujungtas su ventiliatoriumi, kurio velenas (5) sumontuotas guoliuose. Ventiliatorius imituoja oro priešpriešos į važiuojantį motorolerį galią. Kad būtų tinkama apkrova, eksperimentiniu būdu parinktas ventiliatorius ir jo pavaros perdavimo skaičius. Ventiliatorius uždengtas apsauginėmis grotelėmis ir gaubtu (6).

Motorolerio greitis matuojamas elektroniniu greičio matavimo prietaisu, kuris sumontuotas ant stendo. Panaudotas elektroninis dviračio greičio matavimo spidometras (7). Spidometro herkoninis jutiklis (8) fiksuoja būgno sukimosi dažnį. Atliekant bandymus pastebėta, kad esant didelėms būgno apsakoms, jutiklis nespėja reaguoti. Kad būtų užtikrinta jutiklio reagavimo kokybė, diržiniu reduktoriumi (9) herkoninio jutiklio signalų dažnis sumažintas 4 kartus. Spidometras turi būti užprogramuojamas, nustatant pradinis duomenis. Užfiksuojamas motorolerio stendo būgnu nuvažiuotas kelias  $l$  tarp dviejų herkoninio jutiklio signalų.



4 pav. Motorolerio greičio patikros stendo pagrindinės dalys:  
1 – būgnai; 2 – būgno ašis su skriemuliais ir diržine pavara;  
3 – riedėjimo guoliai; 4 – rėmas; 5 – ventiliatoriaus ašis;  
6 – ventiliatoriaus grotelės ir gaubtas; 7 – greičio matavimo spidometras; 8 – herkoninis spidometro jutiklis; 9 – diržinis lėtinimo reduktorius

Fig. 4. The main parts of the scooter's speed metering stand:

- 1 – drums;
- 2 – drum axle with pulleys and a belt drive;
- 3 – ball bearings;
- 4 – frame;
- 5 – fan axle;
- 6 – fan grid and hood;
- 7 – speedometer;
- 8 – sealed contact speedometer's sensor;
- 9 – belt speed reduction unit

$$l = \pi \cdot D_{būgn.} \cdot k; \quad (1)$$

$$l = 3,1416 \cdot 165,7 \cdot 4 = 2082 \text{ mm};$$

čia:  $\pi = 3,1416$ ;  $D_{būgn.}$  – būgno skersmuo;  $D_{būgn.} = 165 \text{ mm}$ ;  $k$  – perdavimo skaičius (nuo būgno herkoninio jutiklio skriemuliui).

$$k = \frac{D_{skr.j.}}{D_{skr. būgn.}}; \quad (2)$$

$$k = \frac{80}{20} = 4 \text{ kartai};$$

čia:  $D_{skr.j.}$  – jutiklio skriemulio skersmuo;  $D_{skr.j.} = 80 \text{ mm}$ ;  $D_{skr.būgn.}$  – būgno skriemulio skersmuo;  $D_{skr.būgn.} = 20 \text{ mm}$ .

Atlikus spidometro programavimo operacijas stendas gali matuoti motorolerio greitį.

Išbandomo motorolerio galinis ratas dedamas ant būgnų. Nuspaudžiamas priekinio rato stabdys, užvedamas transporto priemonės variklis ir akceleratoriaus rankena pasukama į maksimalaus degiojo mišinio kiekio tiekimo į variklį padėtį. Motorolerio varantysis ratas pradeda sukuti stendo būgnus maksimaliu įmanomu greičiu. Stendo spidometras užfiksuoja maksimalų motorolerio greitį, vidutinį greitį, nuvažiuotą atstumą, važiavimo laiką bei kitus parametrus.

### Motorolerio apkrovos galios skaičiavimas

Apskaičiuojame, kokią apkrovos galią turi sukurti stendas, kai motoroleris važiuoja įvairiu greičiu (Bosch 2007). Gautus rezultatus surašome į 1 lentelę.

$$P_{ap} = \frac{P_r + P_o}{\eta_{tr}}; \quad (3)$$

čia:  $P_r$  – riedėjimo priešpriešos galia;  $P_o$  – oro priešpriešos galia;  $\eta_{tr}$  – transmisijos naudingumo koeficientas;  $\eta_{tr} = 0,95$ .

Apskaičiuojame priešpriešos motorolerio riedėjimui galią, kW:

$$P_r = \frac{f_r \cdot G \cdot v}{1000}; \quad (4)$$

čia:  $f_r$  – priešpriešos riedėjimui koeficientas;

$$f_r = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v^2}{1500}\right); \quad (5)$$

$f_0$  – priešpriešos koeficientas, kai greitis mažas;  $f_0 = 0,014$ ;  $G$  – motorolerio svorio jėga, N;

$$G = m_m \cdot g; \quad (6)$$

$G = 160 \cdot 9,8 = 1568 \text{ N}$ ;  $m_m$  – visa motorolerio masė, kg;  $m_m = 80 + 80 = 160 \text{ kg}$ ;  $80 \text{ kg}$  – motorolerio masė;  $80 \text{ kg}$  – vairuotojo masė;  $g$  – laisvo kritimo pagreitis;  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

Nustatome motorolerio greitį, kuriam esant atliksime apkrovos galios skaičiavimą, m/s:

$$v = \frac{v'}{3,6}; \quad (7)$$

čia:  $v'$  – pasirinktas galimas motorolerio greitis;  $v' = 10$ ;  $20$ ;  $30$ ;  $40$ ;  $45$ ;  $50$ ;  $60$ ;  $70$ ;  $80$ ;  $90$ ;  $100 \text{ km/h}$ .

Apskaičiuojame oro priešpriešos galingumą, kW:

$$P_o = \frac{k_o \cdot v^3 \cdot A_a \cdot 0,615}{1000}; \quad (8)$$

čia:  $k_o$  – motorolerio oro aptakumo (priešpriešos) koeficientas;  $k_o = 0,6$ ;  $v$  – greitis m/s.  $A_a$  – motorolerio skerspjūvio iš priekio plotas,  $\text{m}^2$ ;  $A_a = 0,45 \text{ m}^2$ .

Skaičiavimo rezultatus surašome į 1 lentelę. 5 pav. pateiktas apskaičiuotas motorolerio variklio apkrovos galios grafikas.

### Stendo bandymas

Motorolerio greičio patikros stendas turi užtikrinti tokią motorolerio variklio apkrovos galią, kokia veikia motorolerį realiomis kelio sąlygomis (1 lentelė). Realią stendo sukuriamą apkrovos galią ir motorolerio greičio rodmenų tikslumą tikriname atlikdami keletą bandymų.

**1 bandymas.** Stendo būgnai sukami ratu, sujungtu su elektros varikliu (elektriniu gręžtuvu).

Galia, kurią elektros variklis įgyja sukdamas stendo būgnus, nustatoma pagal formulę:

$$P_{el} = U \cdot I \cdot \eta_{NVK}; \quad (9)$$

čia:  $U$  – elektros variklio naudojama įtampa;  $U = 220 \text{ V}$ ;  $I$  – bandymo metu vartojama srovė (ampermetro rodmenys), A;  $\eta_{NVK}$  – elektros variklio naudingo veikimo koeficientas;  $\eta_{NVK} = 0,8$ .

Eksperimentiniu būdu parinkus tinkamą ventiliatorių ir jo pavaros perdavimo skaičių, elektros variklio galia  $P_{el}$ , stendo būgnus sukant įvairiu greičiu, atitinka apskaičiuotą motorolerio variklio apkrovos galią  $P_{ap}$  (2 lentelė).

Iš 2 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad pasirinkus įvairių greitį, nustatyta elektros variklio apkrovos galia  $P_{el}$  atitinka apskaičiuotą motorolerio variklio apkrovos galią.

**1 lentelė.** Motorolerio variklio apkrovos galios skaičiavimas

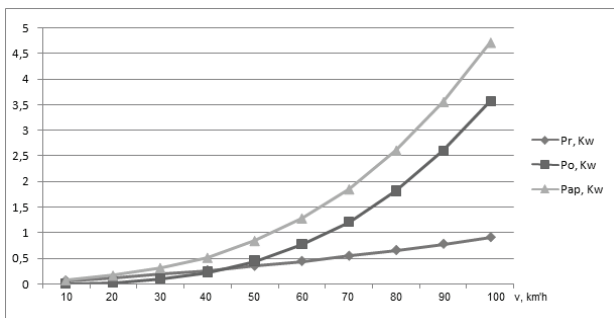
**Table 1.** Calculation of loading capacity of the scooter's engine

$v'$ , km/h	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90	100
$v$ , m/s	2,8	5,6	8,3	11,1	12,5	13,9	16,7	19,4	22,2	25	27,8
$f_r$	0,014	0,014	0,015	0,015	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019	0,02	0,021
$P_r$ , kW	0,061	0,123	0,195	0,261	0,294	0,349	0,445	0,548	0,661	0,784	0,915
$P_o$ , kW	0,004	0,029	0,095	0,227	0,324	0,446	0,773	1,212	1,817	2,595	3,568
$P_{ap}$ , kW	0,068	0,16	0,31	0,51	0,65	0,84	1,28	1,85	2,61	3,56	4,72

**2 lentelė.** Elektros variklio apkrovos galios skaičiavimas

**Table 2.** Calculation of loading capacity of electric engine

$v'$ , km/h	2,8	5,6	8,3	11,1	12,5	13,9	16,7	19,4	22,2	25	27,8
$v$ , m/s	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90	100
$U$ , V	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
$I$ , A	0,4	1	1,8	3	4	4,7	–	–	–	–	–
$P_{el}$ , kW	0,07	0,17	0,31	0,52	0,7	0,82	–	–	–	–	–
$P_{ap}$ , kW	0,068	0,16	0,31	0,51	0,65	0,84	1,28	1,85	2,61	3,56	4,72



**5 pav.** Motorolerio variklio apkrovos galios grafikas:  
 $P_r$  – riedėjimo priešpriešos galia;  $P_o$  – oro priešpriešos galia;  
 $P_{ap}$  – variklio apkrovos galia

**Fig. 5.** The graph of loading capacity of the scooter's engine:  $P_r$  – rolling resistance;  $P_o$  – air resistance;  $P_{ap}$  – loading capacity of engine

**2 bandymas.** Stendas išbandomas motoroleriu, kurio maksimalus galimas greitis išmatuotas kelio sąlygomis:  $v_{\max} = 84$  km/h.

Stendu išmatuotas (6 pav.) maksimalus motorolerio greitis:  $v'_{\max} = 83$  km/h.

Motorolerio greičio matavimo stendo rodmenų absoliuti paklaida:

$$\Delta v = v_{\max} - v'_{\max} = 84 - 83 = 1 \text{ km/h}; \quad (10)$$

Motorolerio greičio matavimo stendo rodmenų santykinė paklaida:



**6 pav.** Motorolerio greičio patikros stendo bandymai ir pristatymas UAB „Tuvlita“ atstovams

**Fig. 6.** Testing of the scooter's speed metering stand and its presentation to representatives of JSC 'Tuvlita'

$$\delta v = \frac{\Delta v}{v_{\max}} \cdot 100 = \frac{1}{84} \cdot 100 = 1,2\% \quad (11)$$

**3 bandymas.** Patikriname stendo spidometro rodmenų tikslumą.

Ant stendo indikatoriniu tachometru išmatuojamas išbandomo motorolerio rato sukimosi greitis, kai stendo spidometras rodo  $v'' = 40$  km/h.

Tachometro rodmenys:  $n = 460$  aps/min = 7 aps/s.

Apskaičiuotas motorolerio greitis, m/s:

$$v''' = l \cdot n; \quad (12)$$

$$v''' = 1, (4) \cdot 7, (6) = 11,07 \text{ m/s} = 39,87 \text{ km/h};$$

čia:  $l$  – motorolerio rato apskritimo ilgis:

$$l = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 0,46 = 1,44 \text{ m}; \quad (13)$$

$D$  – motorolerio rato skersmuo;  $D = 0,46$  m.

Apskaičiavę matome, kad greičio patikros stendo spidometro rodmenys ( $v'' = 40$  km/h) pakankamai tiksliai atitinka motorolerio greitį, nustatytą tachometru ( $v''' = 39,87$  km/h).

## Išvados

1. Išsiaiškinta, kad motorolerių maksimalus greitis didinamas išimant greičio ribotuvus, taip pat gali būti didinama ir variklio galia.

2. Rinkoje siūlomi dviračių motorinių transporto priemonių greičio patikros įrenginiai yra pritaikyti didelės galios motociklams bandyti. Tai didelių gabaritų, sunkūs, brangūs įrenginiai.

3. Pateikta motorolerio greičio patikros stendo projektavimo ir gamybos metodika. Pagamintas stendas yra mobilus, jo gamyba pigi.

4. Atlikti motorolerio apkrovos galios, kuri veikia kelio sąlygomis, skaičiavimai. Išsiaiškinta, kad norint įgyti 45 km/h greitį pakanka 0,7 kW variklio galios.

5. Stendo sukuriama motorolerio variklio apkrovos galia analogiška motorolerio, važiuojančio realiomis kelio sąlygomis. Tai užtikrina tikslus maksimalaus greičio rodmenis.

## Literatūra

- Bosch, R. 2007. *Automotive handbook*. 7th edition. Cambridge: Bentley publishers. 1192 p.
- Dulevičius, J.; Žiuliukas, P. 2000. *Mašinų elementai: skaičiavimai ir konstravimas*. Kaunas: Technologija. 528 p.
- Lietuvos Respublikos saugaus eismo automobilių keliais įstatymas. 2007, *Valstybės žinios* X-1337.
- Prieiga per internetą: <<http://bikes.drive.com>> [žiūrėta 2009 gegužės 5 d.].
- Prieiga per internetą: <<http://www.motoroleris.net>> [žiūrėta 2009 gegužės 6 d.].
- Prieiga per internetą: <<http://www.tuvlita.lt>> [žiūrėta 2009 gegužės 5 d.].

## DESIGN AND FEASIBILITY STUDY OF SCOOTER'S SPEED METERING STAND

### A. Rimkus

#### Abstract

Scooters are manufactured with speed limiters. If these speed limiters are removed, the motor-scooter will exceed speed limits and break traffic rules.

To determine whether the scooter exceeds the speed limit, the mobile stand for scooter's speed metering is designed and manufactured.

The loads of the scooter are calculated for various driving speeds.

The testing of the stand is performed using an electric engine and the scooter. A relative speed measurement error is determined as 1.2%.

The conclusion is made that the stand for scooter's speed check can accurately determine the actual speed of the scooter.

**Keywords:** scooter, speed limiter, top speed, air resistance, rolling resistance